

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ УНИВЕРСИТЕТ «ГОРНЫЙ»

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

24-26 апреля 2013 г.

Сборник научных трудов

Часть II

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2013

УДК 00 (55+62+66+33+50+54)

ББК 2 (26+33+60+66)

П493

В сборнике помещены труды молодых исследователей, участников Международного форума-конкурса «Проблемы недропользования» 24-26 апреля 2013 г. Материалы сборника представляют интерес для широкого круга исследователей, ученых, педагогов, специалистов, руководителей промышленных предприятий и предпринимателей, работающих в области поиска, разведки, добычи и переработки полезных ископаемых.

The Volume contains works of young researchers - participants of International Forum of Young Researchers «Topical Issues of Subsoil Usage», which was held at the St. Petersburg State Mining Institute from the 24th to 26th April 2013. The Volume can be of great interest for a wide range of researchers, scientists, university lecturers, specialists and managers of industrial enterprises and organisations as well as for businesspeople involved in exploration, prospecting, development and processing of minerals.

Редакционная коллегия: доц. *Л.С. Синьков*, доц. *Ю.М. Сицук*, *А.Н. Мартемьянова*

ISBN 978-5-94211-646-0 (часть II)
ISBN 978-5-94211-646-6

© Национальный минерально-сырьевой
университет «Горный», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛУРГИЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ	68
ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	137
НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	227
МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-КОНКУРСА СТУДЕНТОВ ВЫПУСКНОГО КУРСА	267

МЕТАЛЛУРГИЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

R. ACKER, T. DUBBERSTEIN
TU Bergakademie Freiberg, Germany

MEASUREMENT OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF LIQUID SLAGS USING MAXIMUM BUBBLE PRESSURE METHOD

Abstract

The density and the surface tension of mould powders are investigated using the maximum bubble pressure method. For all six investigated slags, linear temperature gradients of density could be obtained. For surface tension, some slags showed a nonlinear behavior which is demonstrated at Al₂O₃ enriched mould powders.

Introduction

During steel casting process, mould fluxes and slags cover the liquid steel bath in the mould. They are continuously fed to achieve a 10-15 cm thick protection layer above the bath. Due to a temperature gradient between the surface layer and the bath, the mould powder can be divided into a powder layer, a mushy zone and a liquid layer. On the sides of the mould, liquid slag will enter between the meniscus and the mould wall and create lubrication [1].

At the Institute of Iron and Steel Technology, TU Bergakademie Freiberg, Germany, new steels, especially new TRIP/TWIP-steels are being developed [2]. Since steel and slag are in contact, e.g. in casting process, precise knowledge of the surface tension and the density of both are indispensable. It is therefore necessary to provide more physical data for further study.

Experimental

By using the Maximum Bubble Pressure (MBP) method, density and surface tension of a liquid can be obtained. Since this method is well described in literature [3-8], this is only a brief description. For that, a capillary is induced into a liquid bath and pure argon gas is used to detach spherical bubbles into the liquid. The pressure necessary to form a bubble will reach a maximum, when the bubble radius is the same as the capillary radius. As a function of the maximum bubble pressure and the immersion depth of the capillary, density is calculated following Eq. 1.

$$\rho = \frac{\Delta p}{\Delta h g} \quad (1)$$

where ρ is the density, p is the maximum bubble pressure, h is the immersion depth of capillary and g is acceleration of free fall.

While density measurement is independent of the actual capillary radius as long as it is kept constant, surface tension measurement requires an adaptation for non-circular bubble shape. Hence, Cantor equation [9] with Schrödinger correction [10] is used to calculate the surface tension.

$$\gamma = \frac{r p_{eff}}{2} \left[1 - \frac{2}{3} \left(\frac{r \rho g}{p_{eff}} \right) \times 10^{-3} - \frac{1}{6} \left(\frac{r \rho g}{p_{eff}} \right)^2 \times 10^{-6} \right] \quad (2)$$

Here γ is the surface tension, r is the capillary radius and $p_{eff} = p_{exp} - h \rho g$.

All investigated slags are synthetic and were pre-melted twice in molybdenum crucibles and rapidly cooled afterwards in order to minimize evaporation of CaF₂. During the pre-melting as well as the experiment, argon gas atmosphere with very low oxygen impurities (<2 mass ppm O) surrounded the crucible. The same crucible was then used in the furnace for MBP measurement.

The capillaries used for the investigation were molybdenum drilled rods (>99.97 m% Mo) with an inner radius of 1.30 mm. Since slags show a wetting behavior on

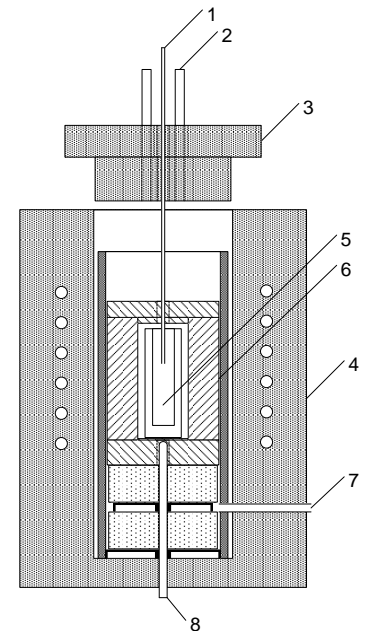


Figure 1. Furnace for Maximum Bubble Pressure Method (1, molybdenum rod capillary; 2, top argon purge; 3, furnace lid; 4, HF-furnace; 5, molybdenum crucible with slag; 6, graphite crucible; 7, bottom argon purge; 8, type B thermocouple)

molybdenum, the inner radius of the capillary was used for calculating the surface tension [6;11]. The volume flow through the capillary was controlled via a flow bus system to ensure a constant bubble rate of less than 6 bubbles per minute and was connected to a differential pressure sensor. For each immersion depth of the capillary, at least five bubbles were monitored at a minimum of twenty immersion depths per temperature. **Investigations were conducted in multi-temperature experiments as well as single temperature measurements at 1288°C.** After the experiments, slags were analyzed via x-ray fluorescence (XRF) analysis. In this investigation, surface tension and density of mould powders with different concentrations of Al₂O₃, MgO and CaO were measured and compared to literature data from slag atlas [12].

Results and conclusion

For all investigated slags, linear temperature gradients for density could be obtained. Due to a higher basicity, slag CaO₄₄ showed a positive $\frac{d\rho}{dT}$.

In contrast to that, only three out of six slags showed a linear temperature gradient for surface tension. In agreement with literature data from slag atlas [12], mould powders containing Al₂O₃ can show nonlinear behaviours demonstrated in Figure 2.

Table 1

Slagname	Slag compositions after experiments in mass per cen									
	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	TiO ₂	CaF ₂
Al_6	33.83	41.87	0.31	1.01	5.78	0.02	0.03	8.18	0.23	6.31
Al_6_1288°C	34.22	41.51	0.31	1.01	5.84	0.02	0.03	8.38	0.23	5.04
Al_12	32.14	38.71	0.47	0.81	11.74	0.02	0.04	8.17	0.48	7.09
Al_12_1288°C	31.91	38.39	0.44	0.83	11.80	0.02	0.03	8.23	0.47	6.33
MgO_7	31.65	41.69	0.29	6.90	0.49	0.03	0.03	8.22	0.01	8.04
MgO_13	29.69	38.67	0.31	12.82	0.55	0.03	0.03	8.14	0.01	10.46
CaO_41	40.94	38.52	0.25	1.03	0.54	0.03	0.03	8.27	0.01	6.37
CaO_44	43.32	34.35	0.29	1.11	0.59	0.04	0.03	8.04	0.01	9.56

Table 2

Slag	Temperature gradients of slags	
	$\frac{d\rho}{dT}$ in $\left[\frac{kg}{m^3 K}\right]$	$\frac{d\gamma}{dT}$ in $\left[10^{-3} \frac{N}{m K}\right]$
Al_6	-1.3	
Al_12	-2.5	-0.751
MgO_7	-0.5	0.256
MgO_13	-3.5	0.662
CaO_41	-5.4	
CaO_44	3.0	

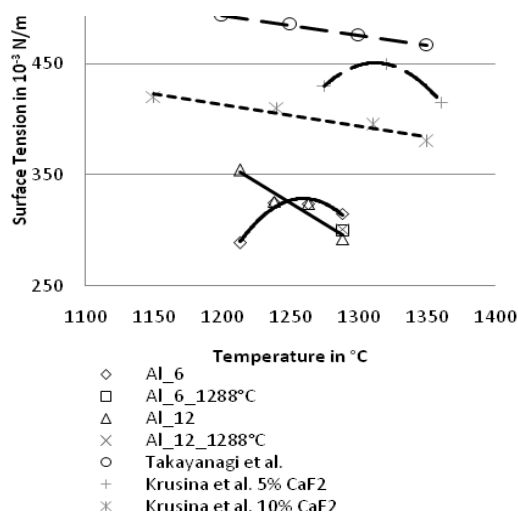


Figure 2. The surface tension of the investigated slag systems

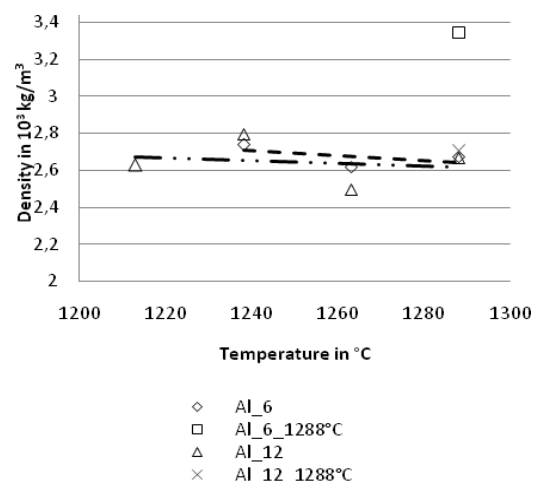


Figure 3. The density of the investigated slag systems

Similar to density, a variation of Al₂O₃ content has little influence of surface tension. An augmentation of MgO leads to an increase in surface tension. In good correspondence with literature [3], an increase of surface active CaF₂ and Na₂O results in a drastic decrease of surface tension.

References

1. Görnerup, M., Hayashi, M., Däcker, C-Å., Seetharaman, S. Mould fluxes in continuous casting of steel - characterization and performance tuning. VII International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts, 25-28 January 2004, Cape Town, South Africa.
2. Weiß, A., et al. Nichtrostende Stähle mit TRIP/TWIP/SBIP Effekt. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Vol. 40 (2009) 6, pp. 606-611.
3. Dubberstein, T., Heller, H-P. and Scheller, P.R. Determination of thermophysical properties for molten slags by maximum bubble pressure method. Conference presentation: 9th International Conference on molten slags, fluxes and salts, 2012, Beijing, China.
4. Mysels, K.J. The Maximum Bubble Pressure Method of Measuring Surface Tension, Revisited. *Colloids and Surfaces*, Vol. 43 (1990), pp. 241-262.
5. Lang, G. Surface Tension of Mercury, liquid Lead, Tin and Bismuth. *Journal of the Institute of Metals*, Vol. 101 (1973), pp. 300-308.
6. Askari, M., Cameron, A.M. Surface Tensions of some CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ slags. *Canadian Metallurgical Quarterly*, Vol. 30 (1991), No. 4, pp. 207-212.
7. Wolf, F. und Sauerwald, F. Oberflächenspannungsmessungen VI, Über Versuche an der Blasendruckmethode im Falle schlechter Benetzung. *Kolloid-Zeitschrift*, Vol 118 (July 1950), Hefte 1, pp. 1-10.
8. Bashforth, F., Adams, J.C. An attempt to test the theory of capillary action, 1883, Cambridge University Press.
9. Cantor, M. Über die Capillaritätskonstanten. *Annalen der Physik*, Vol. 283 (1892), No. 11, pp. 399-424.
10. Schrödinger, E. Notiz über den Kapillardruck in Gasblasen. *Annalen der Physik*, Vol. 46 (1915), No. 4, pp.413-418.
11. Shen, P., Fujii, H., Nogi, K. Wettability of some refractory materials by molten SiO₂-MnO-TiO₂-FeOx Slag. *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 114 (2009), pp. 681-686 .
12. Slag Atlas, 2nd Edition. Düsseldorf : Stahleisen, 1995. ISBN: 3514004579.

V. BAUER, T. KONEGGER

Vienna University of Technology, Austria

THE IMPACT OF COMPOUNDING METHODS ON THE PROPERTIES OF POLYMER-DERIVED CERAMIC/FILLER COMPOSITES

Polymer-derived ceramics (PDCs), i.e. ceramic materials obtained from primarily Si-based polymer precursors through a thermal conversion process, have become a reasonable alternative to conventional ceramics because of the numerous processing possibilities yielding a variety of structures and geometries such as coatings, cellular structures, fibers, or bulk materials. Since the polymer-to-ceramic conversion results in high volume shrinkage leading to an increased tendency of crack formation, efforts have been made to reduce this unintentional effect. The addition of fillers to the polymer matrix can be used to obtain the desired reduction of shrinkage during the pyrolytic conversion step. Furthermore, fillers can be applied as reagents in PDCs, reacting with the preceramic polymer and leading to the formation of novel compounds. The incorporation of particulate fillers thus represents an important step during PDC processing, strongly affecting the resulting composition and properties of the material.

In the present work, mullite/ZrO₂ composites were generated and investigated. Mullite (3Al₂O₃·2SiO₂) is primarily used as a high-temperature material as a result of its excellent thermal properties. Facing its limited mechanical properties, the addition of ZrO₂ is a possibility to improve mullite-based materials, specifically in terms of strength and toughness. The composite materials were obtained from polysiloxane-derived SiO₂ reacting with Al₂O₃, with an addition of ZrO₂ to improve the materials' performance. Four distinct methods of incorporating Al₂O₃ and ZrO₂ as fillers into the preceramic compound were investigated in order to determine their influence on the mechanical and structural properties of the resulting mullite/ZrO₂ composites. Two commonly used solvent-free techniques (dry-mixing and melt-mixing) were compared to two solvent-assisted ones (solvent-assisted coating and spray-coating). In order to determine method-specific differences in mechanical properties, samples were analyzed with respect to their hardness, fracture toughness, flexural strength and Young's modulus. X-ray diffraction analysis and mercury intrusion porosimetry were used to determine the phase composition and porosity, respectively.

The investigations showed significant differences between materials obtained through different methods of filler incorporation. While solvent-free mixing led to a heterogeneous distribution of constituents resulting in limited mechanical property values, a strong improvement of material homogeneity and properties was obtained by using solvent-assisted methods. The results demonstrate the importance and impact of the chosen processing route on final characteristics of the polymer-derived ceramics obtained.

ANALYSIS OF THE OPERATION PERFORMANCE OF SOLUTE RECOVERY

Introduction

Distillation processes are important in the chemical engineering and are still the dominant separation process for liquid systems. In many processes for preparation of pure substances distillation columns are involved. The distillation process consumes 3% of the worldwide primary energy and is thereby to optimize for an efficient operation at the limit. Distillation processes are also used for the regeneration of loaded solvents from extraction or chemical reaction processes. More than one liquid can appear during regeneration of loaded solvent. And therefore a huge influence of the process performance due to the two liquids and a non ideal mixing of them can appear. Large residence times and inadequate mixing of the both liquid phases in the column sump can give the liquids the possibility to separate itself partially or completely, as shown by Repke [1] and Cairns and Furzer [2]. The liquid split can cause pressure peaks due to instable evaporation in the reboiler, which reduce the efficiency of the process. This work will give a first overview about a separation impacts on a basic column sump system with a natural circulation reboiler (thermosyphon).

Modeling

For the simulation of a possible liquid phase split and its influence on the recycle flow rate, the evaporation rate, the column sump pressure and the concentration an accurate thermosyphon model will be necessary. The developed model has compute pressure swing due a fast vaporization and circulation rate changing. The new model based on formulation of Rix [3] and enables the simulation to calculate a natural circulation rate between the sump and the reboiler with the solving of the momentum balance of the pressure-driven process. An ideal mixed liquid inside and a three-phase equilibrium state is assumed. For heating of the recycle stream the steam condensed on the tubes outside in the reboiler. The model is divided into five balance regions which cover all necessary parts of the reboiler and the connected pipes. The interior space of the thermosyphon consist of three parts: the inner pipe volume as the boiling scope, outer pipe volume as the condensation scope and the pipe wall for the heat transfer. For a good mathematical illustration of the model, the inlet and outlet pipe volumes are included into the last two scopes. The two additional scopes are used for a better illustration of the holdups circulation in the system and cannot be neglected for an accurate calculation. The natural circulation in the thermosyphon is calculated by the momentum balance inside the pipe scope and includes all occur pressure-drops due the vaporization inside. The three terms of pressure-drop equations are the hydrostatic, the friction and the acceleration pressure-drop. General correlations for vertical pipes [4] are used to describe the pressure drops. All parts depend on the circulation rate and enable the calculation of the circulation rate with a fixed outlet pressure. The heat-transfer coefficient for convective and nucleate boiling inside the pipes are computed by the formulation of Chen [5]. The condensation of the steam at the outer pipe space is described by the film condensation of Nusselt. The thermodynamic variables of the liquid phase have been calculated with the average composition of both fluids, because no correlation for three-phase flow systems exists for this case.

Simulation

To study the effects of a liquid split a first simulation with a three-phase flash unit, which includes two liquid outlet flows and the thermosyphon model were carried out in Aspen Dynamics™, shown in Figure 1. The system illustrates a column sump system with a constant liquid flowrate out of the last stage of the column. The two liquid streams out of the sump are in equilibrium and are mixed again, before they flow into the reboiler or out of the system. Controller at four points gives the possibility of control and calculation of a natural circulation. It becomes possible since only one liquid flow is controlled, while the

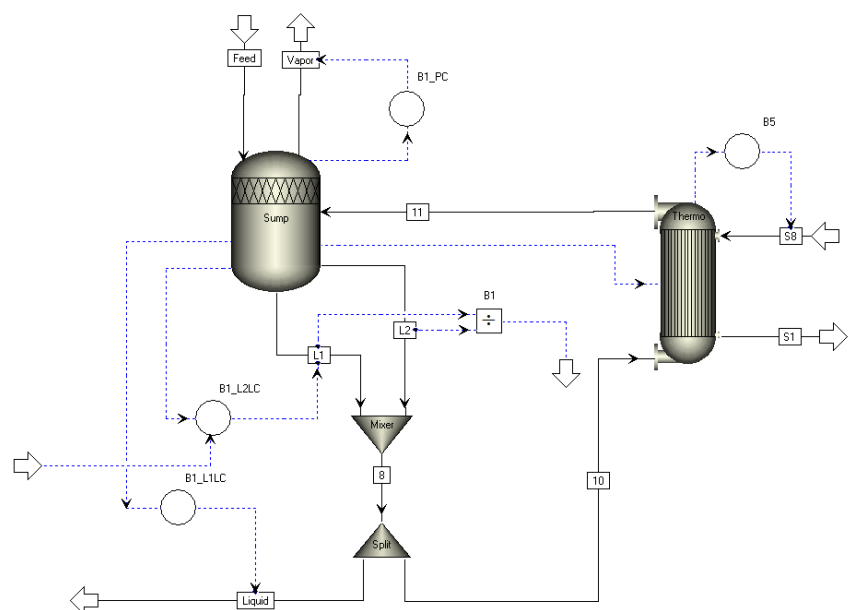


Figure 1. Flowsheet of the separation simulation in Aspen Dynamics™

second level is controlled by the liquid product flow. The used compounds are Toluene and Water as the solvent and Acetone as the loaded solute. Water and Toluene form the miscibility gap. The disturbance was made by a redefinition of the interface level set point. The level is ramped from 0.5 meter to 0.6 meter in 36 seconds and then return to the old set point. This adjustment results in a change of the liquid flowrate of the heavy phase and changes the total composition of the recycle stream and the liquid product. The ramp was defined using the average residence time of the liquid inside column sump (72 seconds). Therefore it is assumed, that a liquid split can be repeated every 72 seconds, because after the leak of the heavy phase, also the light phase must exits the sump.

Results

The results of a partial separation by an adjustment of the interface level, described above, are shown in Figure 1. The first diagram (a) shows the disturbed liquid flowrate ratio of both sump products, because of the level adjustment.

The operation point of the ratio is 8 (L2/L1) and it goes up to 160 during the valve action. The resulting total liquid composition is illustrates in Figure 2(b). It shows a change in the composition, wherein the second phase with the high water content almost disappears. The influence on the circulation and the vapor product rates are shown in (c). Both flowrates hardly reduced throughout the disturbance, because of absent of the low boiling component water. The drop of the vapor stream has the consequence that more liquid flows in the column sump, which was not been considered here. The last figure shows the associated disturbances of the pressure and the temperature during the disturbance simulation. Such pressure fluctuations can cause damage to the systems. The simulation shows only a partial separation. Full liquid splits could cause stronger fluctuations.

Conclusion

The new thermosyphon model gives the possibility of the calculation of the natural circulation rate and can show the impacts of a concentration disturbance of a two-liquid system. The simulation results show a strong depending of the circulation rate through the reboiler on the inlet concentration. Simultaneously the effects at the sump pressure and vaporization rate distinctly. A liquid split due long residence times should therefore be avoided. The modeling and the analysis should be enabling a better understanding of possible interruptions in three-phase systems. Further studies at full column systems will illustrate the effects at the purities at the column distillate and identify process-control adjustments to handle possible sump separations.

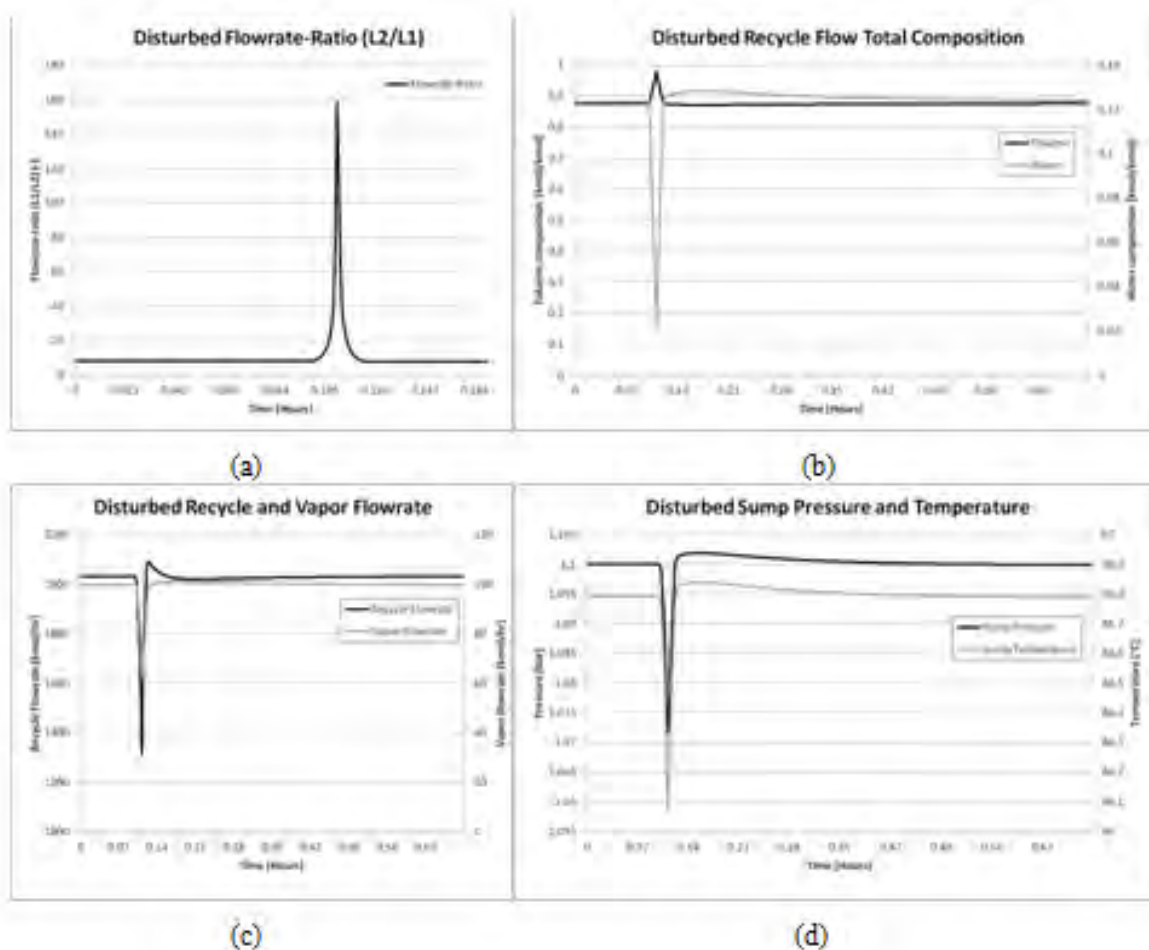


Figure 2. Results of the dynamic simulation with a disturbance of the liquid flowrate ratio: (a) Manipulated flowrate-ratio, (b) Disturbed total composition of the circulated flow, (c) Disturbed vapor flowrate out of the column sump, (d) Disturbed column sump pressure and temperature

References

1. J.-U. Repke, Experimentelle und theoretische Analyse der Dreiphasenrektifikation in Packungs- und Bodenkolonnen, Fortschritt-Berichte VDI (2002).
2. B.P. Cairns and I.A. Furzer, Three-phase azeotropic distillation. Experimental Results, I. Chem. E. Symposium Series, Nr. 104 (1987), S. B505-B518.
3. A. Rix, Modellierung und Prozeßführung wärmeintegrierter Destillationskolonnen, Fortschritt-Berichte VDI (1997).
4. J. M. Chawla, Druckverlust in durchströmten Verdampferrohren, VDI Wärmeatlas, 10th edition (2006), Lbc 1.
5. J. C. Chen, Correlation for boiling heat transfer to saturated fluids in convective flow, Ind. Eng. Chem Process Eng.33 (1966), 322-329.

M. HAUSER

TU Bergakademie Freiberg, Germany

HIGH-MANGANESE STEELS AS A SUBSTITUTE FOR ESTABLISHED INNOVATIVE SHAPE MEMORY ALLOY

Introduction

In modern times, there is a resource optimized use of technical equipment which is more and more in the focus of development. This also includes that new materials are needed which are classified in their respective field of application and optimized. One of the latest development priorities of the 21st Century is the shape memory alloy, which has been established in only a few industrial applications by now. The insert of shape memory alloys provides the reducing of weight and size of the equipment with the same or even improved performance.

State of the art

Shape memory effect

The main requirement for the shape memory effect is the reversible and diffusionless austenitic-martensitic phase transformation. In this case, the Austenite is the high-temperature phase with face-centered cubic crystal (fcc), and the Martensite is the low-temperature phase with hexagonal close-packed crystal (hcp). The transformation from Austenite to Martensite, and the reverse transformation from Martensite to austenite begin at different temperatures. So there is always a range of conversion which is bounded by a start and finish temperature [2].

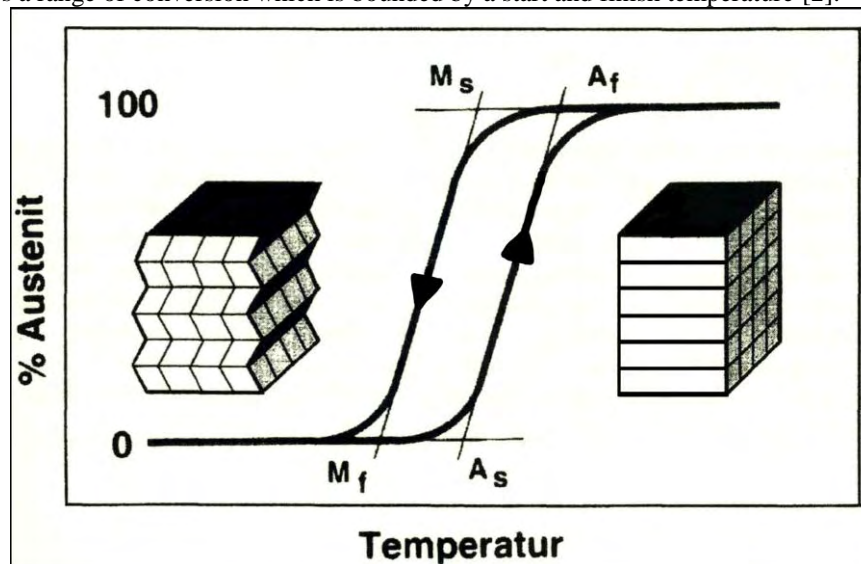


Figure 1. Hysteresis and transformation temperature of a shape memory alloy [2]

The internal stresses in shape-memory alloys caused by the formation of martensite are compensated by twinning. After that, the twinned Martensite is reduced by a sliding movement. This leads to a low plastic deformation of the body. The change in length is known as the shape memory effect.[2]

Nickel - titanium alloys

The overwhelming majority of shape memory products which are used in the industry are made from nickel-titanium alloys. In this case the intermetallic phase is used which forms the nickel-titanium alloy in a concentration level of 50 mass% nickel and titanium. The advantage of nickel-titanium alloys is that 100% of the Austenite converts into Martensite. That makes it possible to use the maximum shape memory effect.

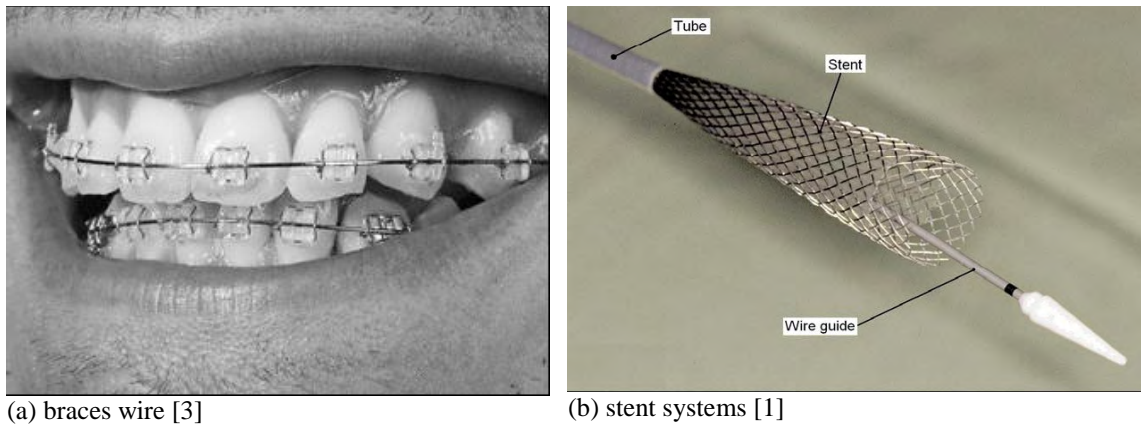
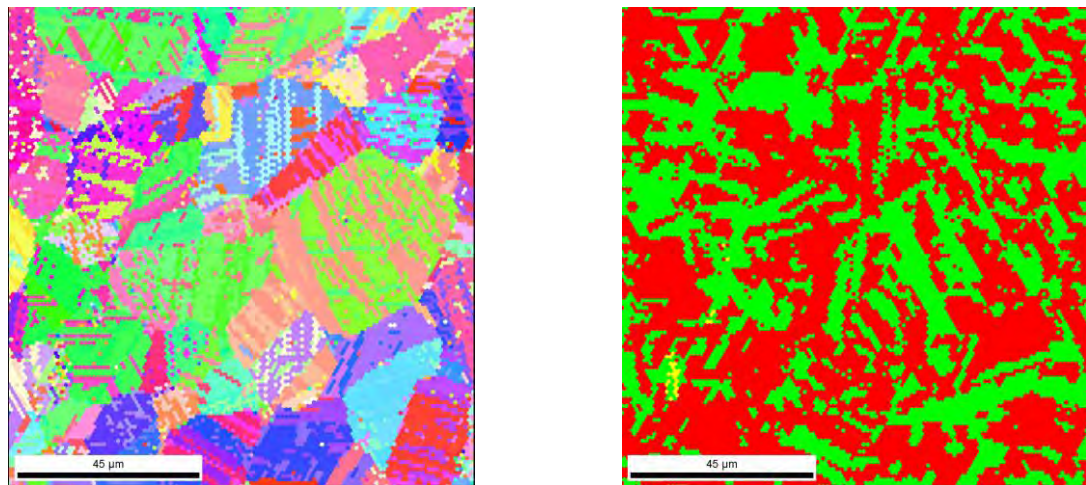


Figure 2. Application of nickel-titanium alloys

Because the transformation temperature is in the range between $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, typical applications, especially in the medical field, are braces wire and stent systems (see Figure 2). The preparation of Ni-Ti alloys is very costly since a very close chemical composition must be maintained. Therefore, the industry is looking for a cost effective alternative [2].

Experiments and Results

Since it is known that the iron-manganese alloys have a reversible martensitic phase transformation, there is an increasing interest to investigate in this direction. The high manganese steel, which was used in the experiments, has a chemical composition of 18% manganese and a low carbon content of 0.04%. The shape memory effect in alloys iron based is substantially less than that of nickel-titanium alloys. The main reason is that the phase transformation runs incomplete. To determine the phase fractions, measurements were performed by using electron backscatter diffraction (EBSD). This method allows the determination of the phase components of eps-Martensite, alpha-Martensite and austenite. In Figure 3.1 you can see the result of the EBSD measurements. Figure 3 (a) represents the orientation of the grains in the structure which makes it possible to visualize twins. In Figure 3 (b) you can see the different phases which occur in the structure.



(a) orientation graph from EBSD mapping

(b) phase graph from EBSD mapping

Figure 3. Results of the EBSD mapping

It can be seen that there is 41% eps- Martensite (green) and 59% Austenite (red). Even small amounts of α' -Martensite (yellow) are present. With a DSC measurement, the M_s temperature was determined. The M_s -temperature in a high manganese alloy is $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ and is therefore higher than that of conventional nickel-titanium alloys.

Conclusions

The quantification of the shape memory effect by using the EBSD method is possible, but not very accurate. Minor changes in the chemical composition cannot determine with this method. Incomplete transformation of austenite to Martensite in high-manganese steels is one of the main reasons why these steels have a low shape-memory effect. To improve the shape memory effect, it is therefore necessary to increase Eps-Martensite in the steel. To achieve this, the chemical composition has to be changed maybe, or you have to cool it down under room temperature.

References

1. Azaouzi, Mohamed. "Deployment of a self-expanding stent inside an artery: A finite element analysis: Technical Report". In: *Materials and Design* 41 (2012), pp. 410–420.
2. Gumpel, Paul. *Formgedächtnislegierungen: Einsatzmöglichkeiten in Maschinenbau, Medizintechnik und Aktuatorik; mit 9 Tabellen.* Renningen: expert-Verl., 2004. isbn: 3816922937. url: <http://www.worldcat.org/oclc/248796233>.
3. Lagoudas, Dimitris C. *Shape memory alloys: Modeling and engineering applications.* New York, and London: Springer, 2008. isbn: 9780387476841.

J. HEIZMANN, H. WOTRUBA, L. WEITKÄMPER
RWTH Aachen University, Germany

NEW DEVELOPMENTS FOR THE PROCESSING OF METALLURGICAL SLAGS

Introduction

Metallurgical Slag is a by-product resulting of hydrometallurgical processes for the smelting, refining or alloying of metals, ores or recycling material. Some part of the metal always stays in the slag. The metal can occur as agglomerate of different alloys, as pure metal or as oxide. Often, especially for metal particles, which are finely intergrown, the recovery is not sufficient, which leads to metal losses to the waste fraction.

Current state of the art are two processes: Either treatment of only the coarse fraction and only coarse free metal parts are recovered, while intergrown metal parts are lost. Or the other possibility is the fine milling of the slag e.g. in ball mills with a following screening stage. While mineral components are comminuted to $<250\mu\text{m}$, the metallic parts still have grain sizes $>500\mu\text{m}$. Even though this process is commonly used today, it has some major disadvantages: First is the technique not suitable for ferrochrome slags, because the metallic parts have the same comminution properties as the mineral parts. Further disadvantages are the overgrinding of the slag, which has to be deposited after the treatment, since it is too fine for secondary applications like the use in road construction. Furthermore the comminution of the slags results in an increased wear in the mills, because of its hardness.

Nevertheless the extraction of the metallic contents of the slags is an important part of the commodity supply. This article describes newly developed processes to enhance the metal recovery and improve the currently used processes.

The challenge is that usually the metal recovery increases with increasing liberation. The usability of the slag on the other hand decreases, with the exemption of "slag sand" for the cement production, with increasing fine particle content. The aims of the slag processing are therefore to recover as much elemental metal as possible while overgrinding as little slag as possible to allow secondary usage of the slag.

Processing

The metal contents in the slag are distributed heterogeneously. The contents are pure metal parts, slag intergrown with metal particles and pure slag (Figure 1).

Crushing (Coarse Particle Comminution)

The first crushing stage is done by hydraulic hammers for $>300\text{mm}$ coarse particles. Medium hard material is usually crushed by jaw crushers and for very hard slag impact jaw crushers are used. Coarse metal particles can lead to increased wear of the crushers or even damage them. Those particles should be separated in advance by means of a Manipulator or an excavator. Dry slags are suitable for the comminution in shaft impactors, which, although they produce a lot of fines, reach a good liberation of the metal. They are also used to clean already separated metal pieces from sticking slag and create a pure product.

Grinding (Fine Particle Comminution)

For the fine particle comminution horizontal and vertical impact crushers are used as well as wet or dry tumbling mills (ball mills, rod mills).

Separation of metallic iron (liberated or slightly intergrown particles)

Low intensity magnetic separators are suitable for the extraction of metallic iron. For the separation of large metallic particles hand picking can be a possibility. Selective comminution in the impact crusher with a following screening stage delivers good results for the concentration of metal which is slightly intergrown in slag.

Non-ferrous Metals, Stainless Steel or Ferro-Alloys (liberated or slightly intergrown)

The separation of non-ferrous metals, stainless steel or ferro-alloys is much more complicated than the

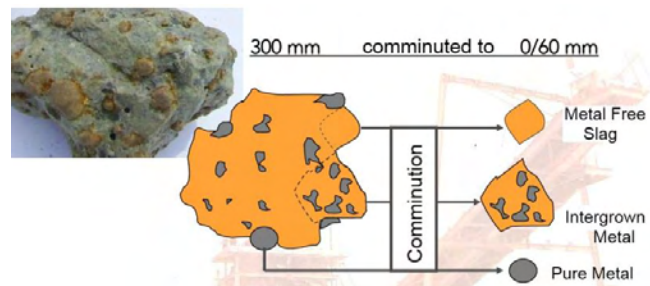


Figure 1. Composition of a Slag Particle

separation of metallic iron. The most common ways for extraction are high gradient magnetic separation or density separation.

High Gradient Magnetic Separation

Stainless steel and ferro alloys are slightly magnetizable and can therefore be suitable for separation. However the selectivity is usually not sufficient, as some slags are magnetizable just like the metal. The selectivity can be increased by sorting the material right after comminution because the magnetizability of the metallic particles is selectively increased for a limited time by the mechanical stress of the comminution process.

Density Separation (Coarse Particles)

For the coarse particle density separation (+2mm-50mm) wet jigging machines are used. Three products are created: Liberated metal as heavy product, intergrown metal as middlings and slag as light product. The middle fraction needs to be regrinded. Typical results in the slag industry are free metal recoveries of around 95%. The metal content of such a concentrate is higher than 90%. The mass pull to the middle fraction is about 20% with a metal content of 15%. About 70% of the intergrown metal in this fraction can be recovered after another comminution stage.

Dry density separation is also possible in similar grain size ranges, but only for the creation of two products (heavy and light). The results that can be achieved in the size range from 2mm to 22mm, are a metal recovery of 95% with a grade of higher than 80% metal. The cleaning stage for the waste fraction delivers a concentrate with a metal recovery of about 70% and a metal grade of about 11%.

In comparison with the wet density process, the dry process reaches similar results, even though the grade of the wet process is higher at comparable recovery rates. The grade of the product produced with the dry process can be increased, but that would result in a lower recovery.

Density Separation, (Fine Particles)

In the grain size fraction <2mm density separation is usually done wet with spiral concentrators, flat top cyclones and further flow sorters. The wet separation again delivers a high degree of selectivity with recoveries like in the coarse density separation and with cleaner stages a metal grade of over 90% in the product is reachable. All wet processes however have some major disadvantages for the slags <2mm. The fine material has a tendency to set and is therefore likely to build up depositions and crusts in the aggregates. This leads to an increased cleaning effort and thus a higher demand for water and water treatment. The finer the feed material is, the more water is needed for processing and the higher is the water content in the products. Particularly in the waste fraction this results in a high effort for dewatering and depositing.

Resulting from these reasons dry processing for the fine particle fraction is a suitable alternative. The dry fine separator AKAFLOW of “AKW Apperate und Verfahren” (Figure 2) is able to separate particles <3mm based

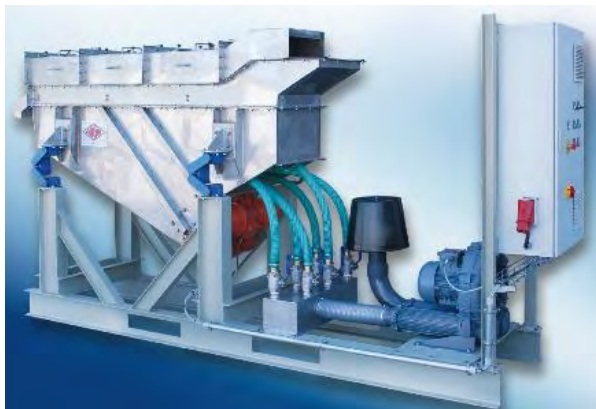


Figure 2. Dry fine Separator Type AKAFLOW of AKW Apperate und Verfahren [1]

on their density without the use of water. Typical results with stainless steel slag in the grain size fraction 0-2mm are a metal recovery of 88% with a mass pull of ~5%. The grade of this product would be >90%. The recirculation of a separately producible middle product allows a metal recovery of about 95%.

Separation of ultrafine metal particles

Liberated metal particles <100µm can be separated wet with sorting centrifuges like the Knelson- or the Falcon separator. A dry alternative would be the electrostatic separation. Both processes have only been tested in a laboratory scale so far.

Copper slags can be processed in flotation plants. Additionally to the metallic copper, also sulfidic copper phases can be recovered.

Pre-concentration of metal-bearing material

A possibility for pre-concentration of metal bearing slags is the use of density separation with jigs as described in the relevant chapter. The process only works if the metal content in the slag is high enough to reach a sufficient density increase in the particles to distinguish them from the slag.

Another possibility for pre-concentration is given by sensor-based sorting. Current state of the art in this field is the detection of metals with inductive sensors. The drawing of the operation principle of an inductive sorter is

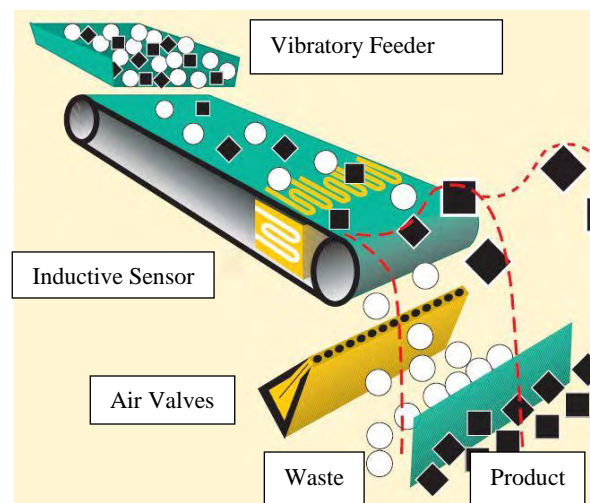


Figure 3. Operation principle of an inductive sorter [2]

shown in Figure 3. The sensitivity of the detection is adjustable, so the desired threshold value of the metal content for the separation can be chosen. Investigations with stainless-steel slag have shown, that metal particles in the grain size range of 8-50mm can be detected and therefore recovered by 100%, regardless of the surrounding matrix and the intergrowth properties. For grain sizes between 4mm and 8mm the detectability decreases to 90%, for the fraction 2-4mm to 85% and from 1mm to 2mm only about 50% of the metal particles can be detected. The technique is pushed to its limits at roughly 1mm, particles smaller than that will hardly be detected.

Optimized Process for the treatment of metallurgical Slags

The residue of some metal in slags during smelting operations is technically not avoidable. Process optimizations can only partly reduce the metal contents, so the extraction of metal out of slags is economically feasible and a valuable part of our commodity supply.

Currently used processes have two general disadvantages: Either the metal recovery is low because the fines fraction isn't treated at all, since the main goal is to separate pure metal, or all streams get milled so fine that a major part has to be deposited. Both processes do not use the possibility of a pre-concentration, which means that not only value material, but also waste particles get into the comminution process. As a result larger amounts of material need to be deposited instead of getting into secondary usage, the energy demand and machine wear increases and processing plants are oversized.

Figure 4 shows the flow sheet of a possible optimized process for slag treatment. This process would reduce the mass of the fraction that has to be deposited, increase metal recovery and save resources like energy and water. The main reasons for the achievement of the aims are based on the separation of metal-free fractions out of the process streams. Only metal bearing fractions are fed to the comminution stages for further liberation. Another advantage is the possibility to work completely with dry processes. All processing stages have been described previously.

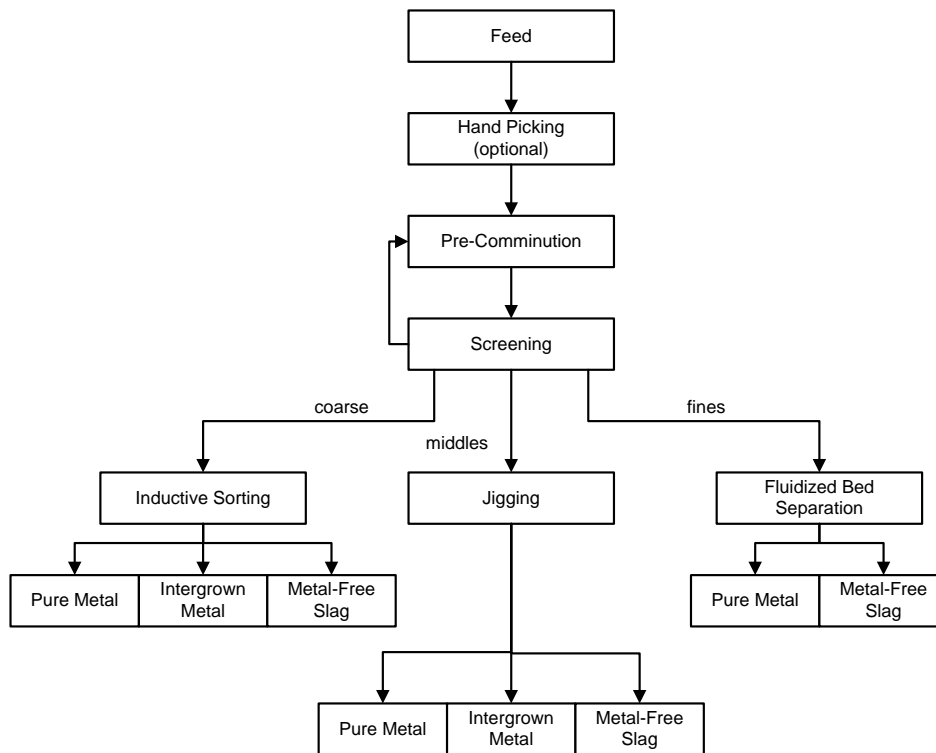


Figure 4. Flow sheet of an optimized process for slag treatment

References

1. AKW Apparate und Verfahren, http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-FLOW-trockene-Dichtesortierung_id_26867_.htm, Internetpage visited 26.02.2012.
2. Steinert, http://www.steinert.de/uploads/media/Induction_Sorting_System_ISS.pdf, Homepage visited 26.02.2012.

SENSOR-BASED SORTING OF TUNGSTEN ORE

Introduction

Sorting by hand is the oldest method for processing of mineral resources. Today, handpicking can be replaced by highly effective sensor-based sorters. Besides replacing handpicking, sensor-based sorters can fulfil various sorting tasks. Although sensor-based sorters have proven their reliability and economic benefits, they are still a niche application.

The minerals industry is facing challenges in terms of declining ore grades, complex mineralogies and limited resources such as water and energy. Sensor-based sorting can help to face some of these challenges by reducing water consumption and lowering the cut-off grade [1].

Sensor-based sorting with X-ray transmission (XRT)

Sensor-based sorting was introduced as an umbrella term for applications where particles are singularly detected by a sensor system and selectively ejected. Sensor-based sorters can be divided into two types of machines, the belt-type sorter and the chute-type sorter. Despite some differences, the sorting process can be classified into five sub-processes for both types of sorters; namely material conditioning (1), material presentation (2), detection (3), data processing (4) and separation (5) [2].

Figure 1 shows the working principle of a sensor-based sorter. The sorter separates the feed stream into an accepted (6) and a rejected (7) fraction. The rejected fraction is usually smaller than the accepted fraction to save energy in the separation process.

Prior to sorting, the material has to be prepared. The material is screened to reach a size ratio of 3-4 between the smallest and the biggest particle in the feed stream. In many applications, the material has to be cleaned by washing or scrubbing to obtain a reliable detection [2].

Prior to detection, the particles have to be drawn apart from each other because sensor-based sorting is a single particle sorting technique. This is done by accelerating them to a higher speed compared to the previous conveying mode and spreading them on a larger working width [2].

During the process of detection, a specific material property is measured. In most of cases it is necessary to have a source irradiating the particles with a defined range of electromagnetic radiation. A sensor is used to measure the transmitted or reflected radiation [2].

The working principle of an XRT sorter is displayed in figure 2. In case of XRT-sorting, the particles are irradiated by X-rays from an X-ray tube above the material stream. The X-rays penetrate the particles moving on a conveyor belt or chute. The transmitted X-rays are picked up by a detector under the conveyor belt. Materials with a higher atomic number transmit less X-rays and appear darker in the created picture [3].

Data received from the detector are in form of an endless greyscale image that has to be evaluated to obtain a sorting decision. For each particle, the image from the sensor system is analysed statistically and compared to a pre-set threshold. Information about size,

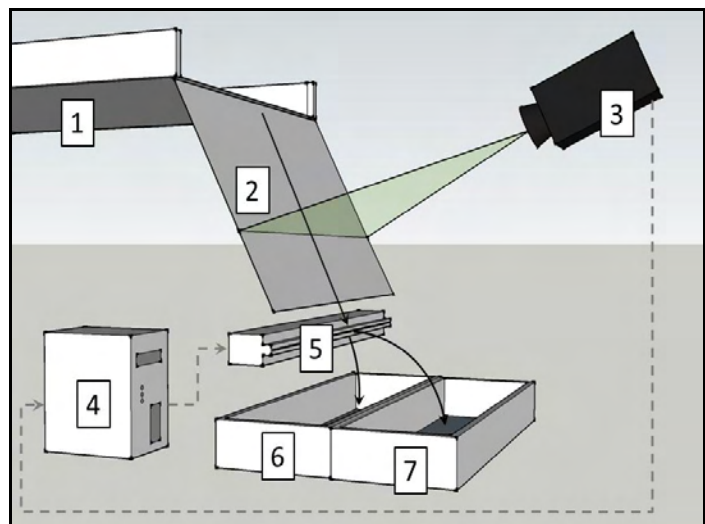


Figure 1. Schematic set up of a chute-type sorter

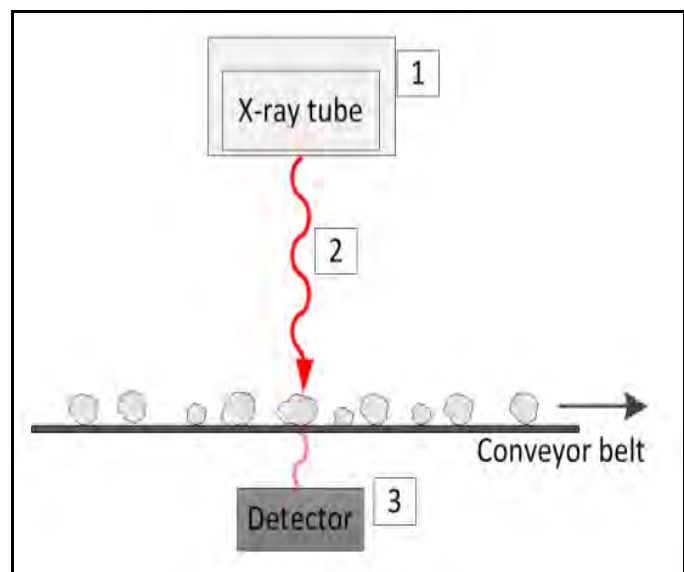


Figure 2. Principle of X-ray transmission sorting

shape and position are used to activate the separation unit. The separation is mostly done by applying compressed air onto a single particle [3].

In sensor-based sorting, the number of sorted particles per second is limited; therefore it is preferably used for coarse particles. The main application in mineral processing is waste rejection out of a run-of-mine stream. If the ore is liberated from the waste, it is possible to unload downstream processes and reduce processing costs by removing coarse waste particles at an early stage. In contrast to many other pre-concentration methods, such as dense medium separation, sensor-based sorting needs no or very little water.

By waste rejection it is possible to remove dilutions out of the feed stream. This allows mining of diluted parts of the ore body or even complete deposits that were not economic before. This way sensor-based sorting can lower the cut-off grade and increase the resource utilisation [1].

Test results

The Unit of Mineral Processing of the RWTH Aachen University has performed a study on the possibility of sensor-based sorting of tungsten ore. The tests were conducted with help of the Deutsche Rohstoff AG and Tomra Sorting GmbH. The purpose of the test work was to evaluate the feasibility of waste rejection out of the run-of-mine stream of an Australian tungsten mine with XRT sorting.

The sample of around 340 kg was screened to obtain a size fraction of 10-20 mm. Out of the sample a training set of 20 rocks was chosen to build up a sorting algorithm. A contrast filter was used to enhance the difference between high and low density pixels of the picture (see Figure 3). After scanning on the XRT sorter the 20 rocks of the training set were chemically analysed to evaluate quality of the detection with XRT. The results have shown that the XRT sensor was able to distinguish between particles with high and low tungsten grade.

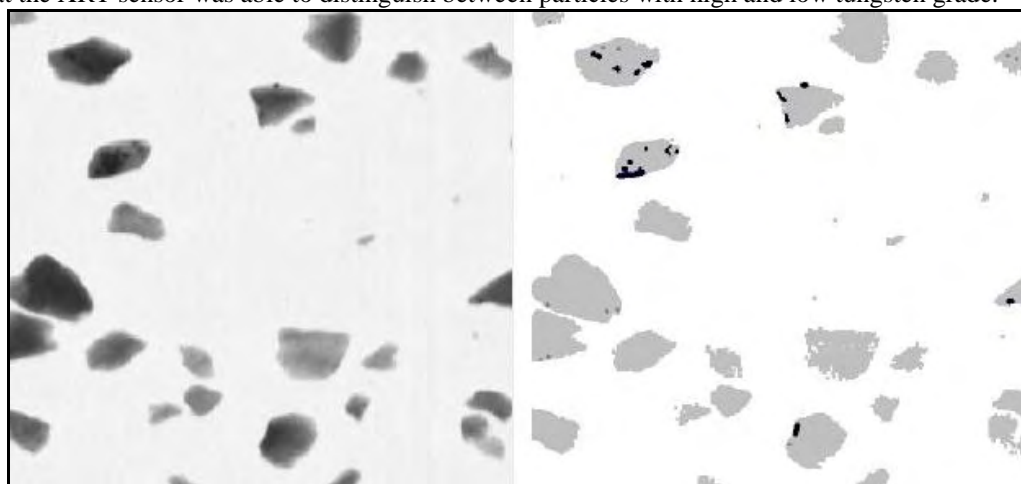


Figure 3. Unprocessed XRT image (left) and XRT image after contrast filter (right)

Based on the promising results with the training set it was decided to conduct bulk tests. It was necessary to select thresholds for the percentage of high density pixels (dark) in the image of one rock to be ejected. Generally speaking it can be said that a lower threshold leads to a higher recovery and lower W-grade of the concentrate. Three different thresholds of 0.5 %, 1 % and 2 % were tested. The results of the bulk tests are displayed in Table 1.

Table 1

Results of bulk tests			
Size fraction	Threshold [%]	Recovery [%]	Masspull to concentrate
10-20 mm	0.5	75	18
	1	68	7
	2	54	5

As expected, with an increasing threshold the recovery was decreasing. With a threshold of 0.5 % of high density pixels, it was possible to recover 75 % of the tungsten in only 18 % of the mass. Therefore, the W-grade in the concentrate was four times higher than in the feed. With a threshold of 1 % of high density pixels the W-grade in the concentrate was almost 10-times higher than in the feed.

Conclusion

Waste rejection by XRT-sorting can unload downstream processes, save energy as well as water and lower the cut-off grade. In the minerals industry, XRT-sorting is likely to gain more due to the mentioned advantages and its flexibility. Sensor-based sorters can be operated with little infrastructure and even in semi-mobile separation units close to the mining face.

Due to its high atomic number, tungsten ore is perfectly suited for XRT-sorting. The conducted test work has shown the successful implementation of XRT-sorting into processing chain of tungsten ore. A pilot plant is currently running on site to prove reliability and efficiency under real mining conditions.

XRT-sorting has the potential to become an equal alternative to some of the existing processing machineries. Therefore XRT-sorting has to be considered at an early stage in planning of new processing plants.

References

1. Wotruba, H., Sensor sorting technology – is the minerals industry missing a chance? (2006), XXIII International Mineral Processing Congress, Istambul, Turkey.
2. Wotruba, H. and Harbeck, H. (2010). Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry, Wiley-VHC Verlag GmbH Co. KG.
3. Kleine, C., Riedel, F., von Ketelhodt, L., Murray, R., XRT Sorting of Massive Quartz Sulphide Type Gold Ore, Sensor-Based Sorting Conference 2010, Germany.

B. KOCZURKIEWICZ, M. KNAPIŃSKI, H. DYJA
Czestochowa University of Technology, Poland

THE CHANGES OF MICROSTRUCTURE X80 PIPELINE STEEL DURING THERMAL TREATMENT

Abstract

The industrial development require new materials characterized highest mechanical properties and low cost of production. The conditions of thermal treatment proved to highest level of mechanical properties for steels. Another method of making strong materials is to reduce the scale of the microstructure using heat treatment [1].

The paper presents the results of investigation into the influences of cooling conditions on structure of X80 API pipeline steel. Chemical composition of that steel obtain high level of tensile strength and good plastic properties. The analyzing of published results of researches of that kinde of steels shown, that the structure should mainly consist from mixture of ferrite and bainit or acicular ferrite.

The thermal treatment of X80API steel were done. The dilatometer DIL805A/D was used. Cylindrical samples were heated for temperature austenization and cooling with cooling rate from range 0,1÷ 100°C/sec. The micro and macro hardness test were done and microstructure were determined too. The TTTDiagram of investigated steel was done.

Introduction

The choice of pipes materials for the pipeline requires an analysis of the conditions for future work, the aggressiveness of the environment and the pumped fluid, as well as installation conditions. The chemical composition of pipes material should have a good welding properties. The use of high quality steel than necessary to increase the cost of investment. The use of steel too low-quality or lower grade requires increased wall thickness, which increases the weight of pipes. The main factor of pipeline steels are mechanical properties. For X80 API steel the minimum yield strength should be $R_{e, min}=550\text{MPa}$.

Increasing the amount of gas transmitted to specify the use of larger diameter pipe, and the increasing pressure of transmitted gas. This is the reason for use thicker wall of pipe or steel for greater strength. The use of tubes with a thicker wall is associated with increased transport costs and problems during welding [2]. Needs to search new steels with good weldability, increased fracture toughness and strength. Better properties helps to reduce the wall thickness of the pipeline using the same safety factor. This is achieved through proper selection of chemical composition and developing new technologies for the production of metal pipes. An American company did a cost comparison of the marine pipeline DN 1000 with 500 miles in length made of steel X80 in comparison to the same pipeline with X65 steel and found that by using X80 pipe saves 7.5%. However, there is still pushing the market to the fact that generally use higher grade of steel [3].

Researches and results

The subjects of researches was new experimental X80 API pipeline steel. In the table 1 chemical composition of experimental steels are presented. The way of selection of chemical composition and produce in the laboratory are presented in work [4].

Table 1

Developed chemical composition of experimental steels

Grade of steel	Chemical composition, %												
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Mo	Cu	Cr	Nb	Al	Ti	N
X80	0,095	1,95	0,35	0,010	0,010	0,11	0,20	0,12	0,13	0,055	0,032	0,043	36 ppm

For determination of heating conditions influence on the initial microstructure of steels before rolling process the dilatometer DIL 805A/D was used. The characteristic temperatures of investigated steel were determinatæg according polish norm PN-68/H-04500. The Ac_1 temperature was 740°C and temperature Ac_3 was 880°C. The cylindrical samples 4mmx10mm were used for tests. The experiments for determinate influences of cooling conditions on structure and mechanical properties of X80 API pipeline steel were done. The temperature of austenization was $T_A=930^\circ\text{C}$ ($T_A=Ac_3 +50^\circ\text{C}$). Samples were heated with heating rate 5°C/s, holded in $t_A=180\text{s}$ and cooled with cooling rate 0,1°C/s ÷ 100°C/s. The dilatometric curves were obtained and temperatures of structure

changes were determined. The selected dilatograms and obtained structure are presented on figures 1 and 2.

The microhardness tests were done for determined composition of microstructure. The data base of influences of cooling conditions on structure and mechanical properties of X80 API pipeline steel were created. Based on that informations the TTT diagram was build and shown on figure 4.

Summary. The thermal treatment using dilatometer DIL805A/D of X80 API steel was done. The characteristic temperatures of investigated steel according polish norm PN-68/H-04500 were determined. The Ac1 temperature was 740°C and temperature Ac3 was 880°C. The samples were cooled down from 930°C with cooling rate 0,1°C/s ÷ 100°C/s. The dilatometric curves were obtained and temperatures of structure changes were determined. The microstructure of samples after thermal treatment were determined too. The data base of influences of cooling conditions on structure and mechanical properties of X80 API pipeline steel were created. Based on that informations the TTT diagram presented changes of microstructure X80 pipeline steel during thermal treatment was created. The results can be using during obtaining technology of thermal treatment of investigated steel.

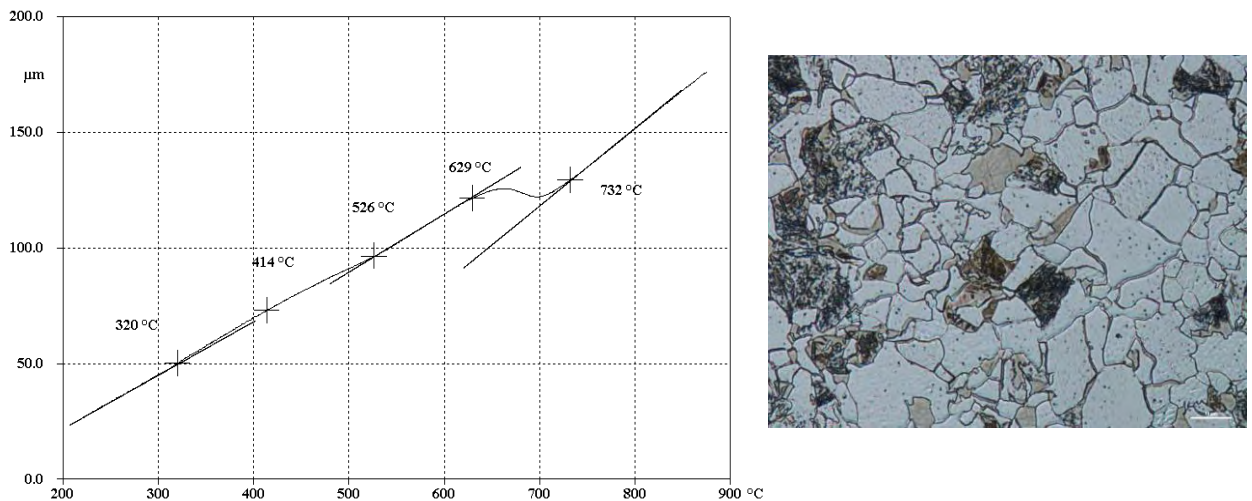


Figure 1. The dilatometric curve of investigated steel cooled with 0,1°C/s cooling rate with characteristic temperatures and obtained ferritic – bainitic with low volume of martensite structure

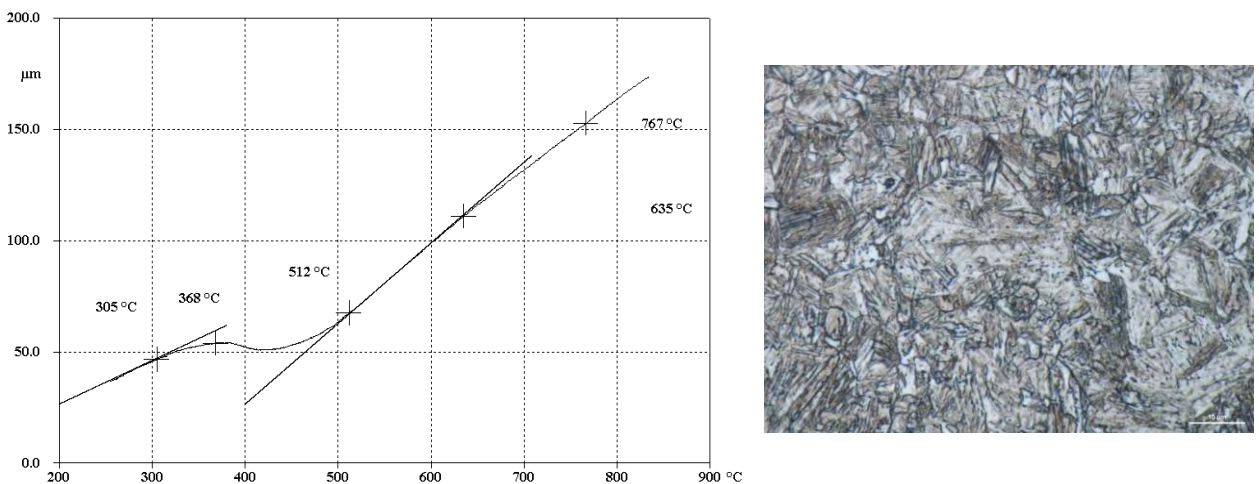


Figure 2. The dilatometric curve of investigated steel cooled with 100°C/s cooling rate with characteristic temperatures and obtained bainitic – martensitic with low volume of ferrite structure

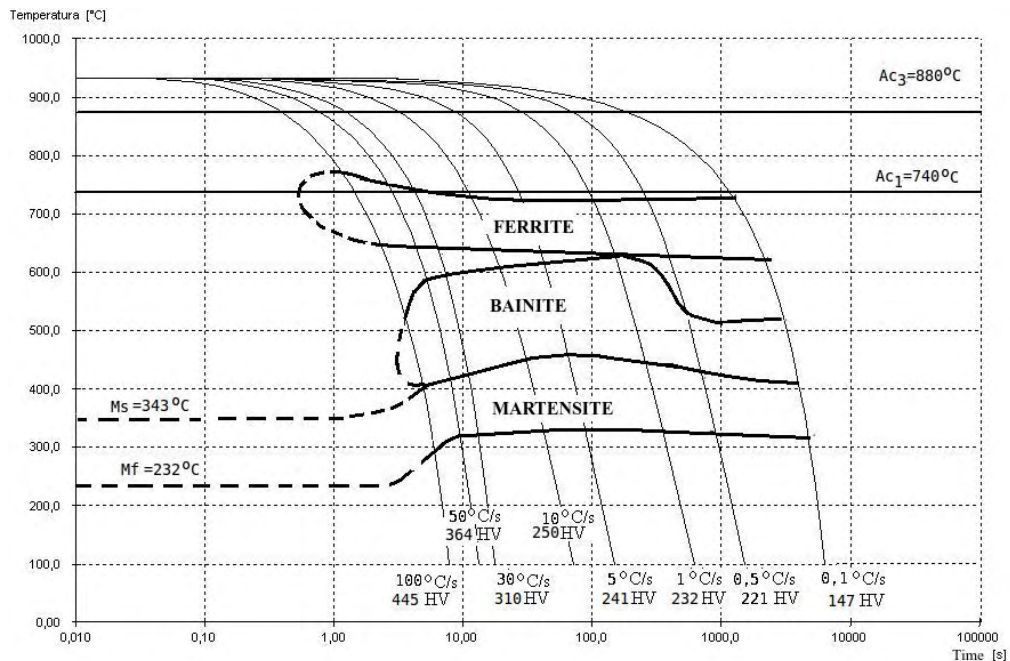


Figure 3. The TTT diagram of X80 API 5L pipeline steel

Acknowledgement. The work was done within the research project N R07 0047 10 under the title: “Designing of asymmetric rolling plate technology and controlled rolling with accelerated cooling of the plates after the process of rolling from the new steel grades”.

References

1. Bhadeshia HKDH. Large chunks of very strong steel. Millen Steel 2004; p. 25–38.
2. Bishop M., Reepmeyer O., Hillenbrand H., Schroder J., Lissem A.: Longitudinal welded X80 pipes for high temperature, high pressure steam pipe line, 3R International vol. 41, 2002/2, p. 113 – 117.
3. Koczurkiewicz B., Knapiński M., Dyja H., Kawalek A., Kwapisz M.: The basic research of experimental steels for pipelines, Solid State Phenomena vols. 199, p. 518 – 523.
4. Knapiński M., Dyja H., Kawalek A., Kwapisz M., Fraczek T.: The effect of accelerated cooling after rolling on structure and mechanical properties of the steel to production of plates in grade X80, Hutnik-Wiadomości Hutnicze 5/2012, p. 316 – 320.

E. LUDWIG, P. SCHNEIDER, T. KONEGGER
Vienna University of Technology, Austria

TITANIUM SILICIDE-FILLED POLYSILAZANE-DERIVED CERAMIC COMPOSITES

Ceramics which are obtained mainly from Si-based hybrid polymers through a pyrolysis process are called polymer-derived ceramics (PDCs). The polymer pyrolysis route allows for the production of high-temperature resistant ceramic fibres or coatings with a broad range of applications. Furthermore, PDCs can be used in chemical engineering, e.g. as catalyst carrier, in food- and biotechnologies, in micro- and nanoelectronics or as hard materials. Due to the good processing properties, the use of PDCs has increased greatly over the last years. A disadvantage of polymer-derived ceramics is the volume shrinkage which takes place during pyrolytic conversion and can lead to the formation of cracks and pores. To reduce or eliminate shrinkage, active or passive filler materials are added to the polymer matrix. In contrast to passive fillers (e.g. SiC, Si₃N₄), active fillers (e.g. metal powders) react with gaseous species during pyrolysis, thus forming new compounds with increased volume. This process can be used to reduce or even counteract the shrinkage, possibly enabling near-net-shape processing. The choice of filler materials is therefore important as it exerts different effects on the composition and properties of the resulting PDC.

In this work a preceramic polysilazane was combined with Ti₅Si₃ and Si₃N₄ as active and passive filler, respectively. In addition to a variation of the active/passive filler contents and the use of either fine or coarse Ti₅Si₃ fractions, two different methods were tested for the blending of the initial polymer/filler mixtures. The first variant consisted of mixing using a centrifugal speed mixer, while in the second case a solvent-based coating procedure was applied. Specimens were obtained through warm-pressing of the polymer/filler mixtures and subsequently pyrolyzed in flowing N₂ atmosphere. The resulting ceramics were characterized in terms of porosity, green strength,

dimensional change during pyrolysis, fracture toughness and flexural strength. The resulting crystalline compositions of samples were analysed by X-ray diffraction analysis. Furthermore, the nitridation process of the pure Ti_5Si_3 compound was investigated by simultaneous thermal analysis.

The results showed significant differences between final materials as a result of the initial composition and the blending technique. Materials containing finer Ti_5Si_3 fractions exhibited a higher density and improved mechanical properties compared to materials produced with coarser Ti_5Si_3 fractions. In terms of the applicability of Ti_5Si_3 as active filler in PDCs, its effect was found to be limited owing to very low expansion during the pyrolytic conversion even though complete nitridation of the compound was achieved. In contrast to centrifugal mixing, solvent-based coating led to materials with a more homogenous microstructure, higher density and improved mechanical properties. The relevance of the choice of the basic materials and the manufacturing process on the characteristics of the final PDC was demonstrated.

M. MAGIERA, B. KOCZURKIEWICZ, A. KAWALEK
Czestochowa University of Technology, Poland

THE THEORETICAL ANALYSIS OF ASYMMETRIC ROLLING PROCESS PIPELINES SHEET

Abstract

The technology of production pipeline sheets in grades X80 and X100 according to API 5L are developed in Institute of Metal Forming and Safety Engineering. The initial research shows, that to provide a high level of properties necessary is rolling with large deformation and high load of rolling stand. The one of methods to reduce energy and force parameters during plates rolling is different rolling speeds on rolls. For theoretical analysis of pipeline plates asymmetric rolling process a computer program Forge 2008 was used. Based on results of computer simulation the influence of asymmetry coefficient on pressure were determined.

Experimental procedure

The material was experimental steel X80. The chemical composition of X80 grade steel are shown table 1.

Table 1

The chemical composition of X80 grade steel

Grade of steel	Chemical composition, %											
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Mo	Cu	Cr	Nb	Al	Ti
X80	0,095	1,95	0,35	0,010	0,010	0,11	0,20	0,12	0,13	0,055	0,032	0,043

The flow curves of materials were obtained. The metallurgical simulator Gleeble 3800 for plastometric tests were used. Samples were deformed in temperature range $800 \div 1200^\circ\text{C}$ and strain rate range $0,5 \div 50 \text{ s}^{-1}$. The exemplary flow curves obtained for strain rate 5 s^{-1} are presented on figure 1. The approximation of results was done. The equation of Henzel - Spittel'a [1] for determine relationship between strain σ_p and deformation parameters (T, ϵ , u) was used. In table 2 coefficients of Henzel – Spittel'a equation are shown.

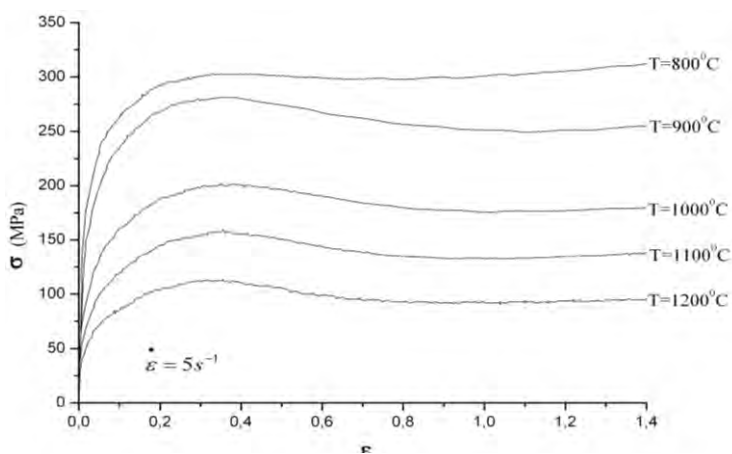


Figure 1.

The dynamic recrystallization is mainly softening process of investigated steel. That maximum stress on flow curves were observed for deformation about $\epsilon_p=0,35$. That high level of strain ϵ_p causes use a big deformation in rolling process for obtain fine grained structure and high level of mechanical properties [2].

$$\sigma_p = A * e^{m1 * Temp} * Temp^{m9} * \epsilon^{m2} * e^{\frac{m4}{\epsilon}} * (1 + \epsilon)^{m5 * Temp} * e^{m7 * \epsilon} * u^{m3} * u^{m8 * Temp} \quad (1)$$

Table 2

A	m1	m2	m3	m7	m4	m5	m8	m9
0,000000	-0,007537	0,386415	-0,052943	-0,137999	-0,000198	-0,001184	0,000151	4,736197

That kind of deformation schedule is the reason of high level load on the motor during rolling process. The analyzing of published results of researches of that kind of steels show the asymmetrical rolling reduces that parameters[3]. For determine influences of plate asymmetrical rolling process on deformation and load of engine the

computer simulation were done. Theoretical analysis of asymmetric sheet rolling process in initial rolling stand was carried out in the Forge 2008[®]. The schedules of rolling processes were proportionally determined based on industrial conditions first stage of rolling process 40mm thickness work piece blank from 225x2000mm² slab. The equivalent schedule of deformation realized during laboratory rolling is shown in table 3.

Table 3

Pass No	h mm	Δh mm	ε	T, °C	b mm	Δb mm	μ
1	h ₁ = 52	8	0,165	1180	117,5	2,5	0,368
2	h ₂ =45	7	0,167	1174	120,0	2,5	0,370
3	h ₃ =36	9	0,258	1167	124,0	4,0	0,373
4	h ₄ =28	8	0,290	1159	128,2	4,2	0,376
5	h ₅ =20	8	0,389	1148	133,7	5,5	0,380
6	h ₆ =14	6	0,412	1132	138,6	4,9	0,387
7	h ₇ =10,5	4	0,332	1108	141,8	3,2	0,397

The initial cross section during modeled rolling process was 60x115mm² and final thickness was 10,5 mm. The rolling in duo stage 300 were modeled. The coefficient of asymmetry $a_v = v_{lower}/v_{upper}$ was realized by different speed of rolls for $a_v = 1,05 \div 1,15$ in two last passes. The influence of asymmetry coefficient on pressure during rolling process were determined. The exemplary diagrams of pressure during last passes for $a_v = 1,0$ (fig. 1a) and $a_v = 1,05$ (fig. 1b) are presented on figure 2.

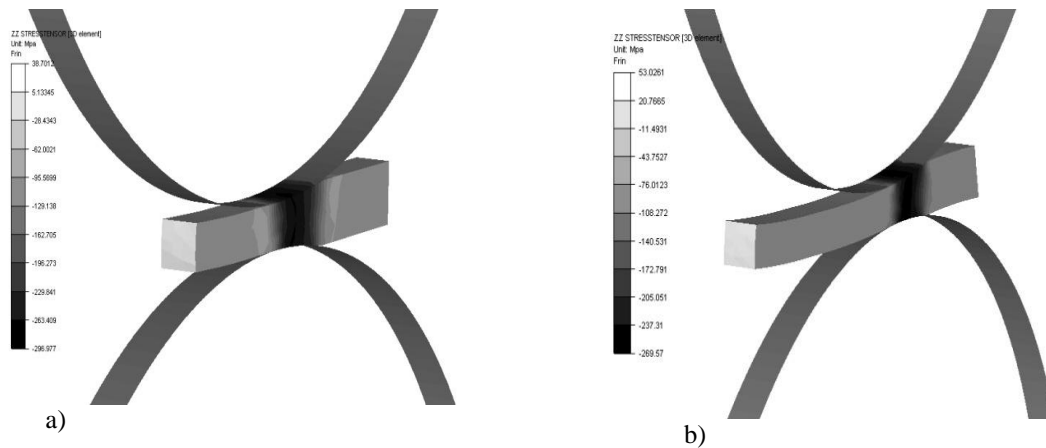


Figure 2. The exemplary diagrams of pressure during last passes: a) - $a_v = 1,0$; b) - $a_v = 1,05$

The influence of asymmetrical rolling process on pressure was observed. The the greatest impact of asymmetry rolling process on pressure was observed for asymmetry coefficient $a_v = 1,15$. The influence of asymmetrical rolling process on pressure are presented on figure 3. There no effects of reduction pressure in 6th pass were observed after application asymmetry coefficient range $a_v = 1,05 \div 1,10$. The result of increased a_v coefficient to value 1,15 was decrease of pressure during rolling in 6th pass about 50%.

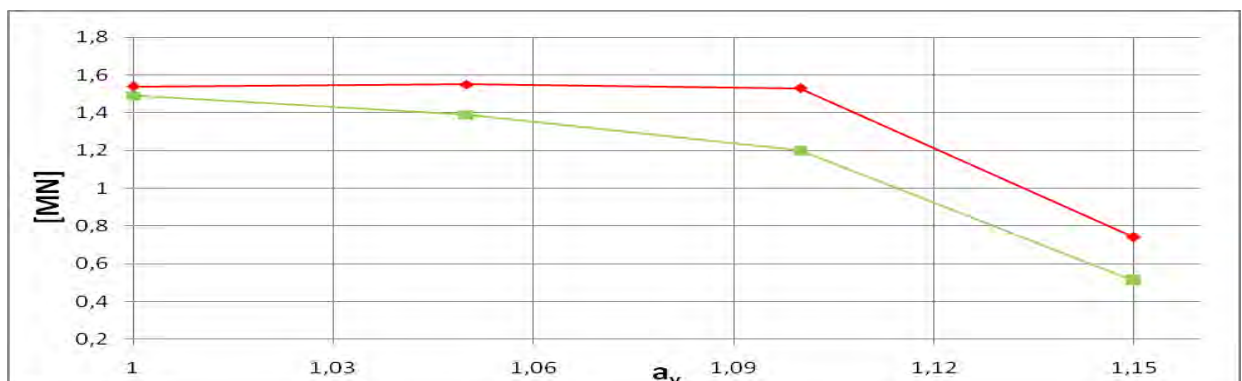


Figure 3. The influence of asymmetrical rolling process on pressure

The effect of reduction pressure in 7th pass was observed in all range a_v coefficients. For $a_v = 1,05$ 10% decrease of pressure, and for $a_v = 1,10$ 22% decrease were observed.

The highest impact of asymmetry coefficient on pressure during rolling in 7th pass and $a_v = 1,15$ was observed. The decrease of pressure from 1,55MN to 0,5MN (about 65%) was observed.

Summary

The theoretical analysis of asymmetric rolling process pipelines sheet were done by the computer simulation. For mathematical description of the material real flow curves were approximated. Henzel – Spittel equation for determine relationship between strain and deformation parameters during computer simulation was used. The coefficient of asymmetry $a_v = v_{\text{lower}}/v_{\text{upper}}$ was realized by different speed of rolls range $a_v = 1,05 \div 1,15$ in two last passes. The influence of asymmetrical rolling process on pressure was observed. The decrease of pressure during rolling in 6th pass was observed only for a_v coefficient value 1,15. In last pass for all a_v coefficient decrease of pressure were observed. The best result of influence asymmetry coefficient on pressure decrease during rolling in 7th pass was for $a_v = 1,15$. The decrease of pressure from 1,55kN to 0,5kN (about 65%). The results of theoretical analysis will be verify during laboratory rolling process using duo 300 stand mill.

Acknowledgement

The work was done within the research project N R07 0047 10 under the title: “Designing of asymmetric rolling plate technology and controlled rolling with accelerated cooling of the plates after the process of rolling from the new steel grades”.

References

1. Stefanik A, Szota P, Mróz S „numerical model ling of Flat bars rolling process from the scrapped railway rail”, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 5, s.370÷373.
2. Magiera M, Kawalek A, Koczurkiewicz B, Knapiński M “The determinate of plasticity curves of low-carbon steels for pipelines.
3. Kawalek A. “Asymmetrical rolled plates”, *Seria: Monografie Nr 11*, ISBN 978-83-87745-98-1.

S. REICHEL, M. ULLMANN, K. NEH
TU Bergakademie Freiberg, Germany

DEVELOPMENT OF A PROCESSING ROUTE FOR PRODUCTION OF MAGNESIUM SHEETS

Introduction and Issue

As lightest metallic construction material with a density of 1.74 g/cm³, magnesium is – combined with other properties like high electro-magnetic damping, good weight-strength ratio and a high recycling capability – attractive for many modern construction concepts and engineering solutions. The downside is the hcp-structure requiring a processing temperature of 225°C or above to obtain the desired forming abilities and making the material vulnerable at high deformation rates. Therefore the conventional processing technology of slab hot rolling is a time and energy consuming process consisting of several rolling passes in combination with as many intermediate annealing steps. Following this complex production route magnesium sheet material had a cost-drawback compared to competing materials like aluminum making a wide use in all-day application unattractive and expensive.

A new production technology for Twin Roll-Casting of thin sheet-material with subsequent rolling is investigated at the TU Bergakademie Freiberg for solving this problem and making Mg-sheets a more economical material for wide-range use in automotive and other mobility sectors

Twin Roll Casting Process for Magnesium sheet products

The processing route developed at the Institute of Metal Forming (IMF) consists of a primary Twin Roll-Casting (TRC) step, followed by a homogenization heat treatment and a subsequent rolling to the desired final thickness. This technology allows the production of near-net-shape Mg-sheets in the primary production step, making several of the rolling and annealing steps of the conventional technology obsolete. Instead, the final thickness for the sheet products can be reached by 2-4 rolling passes, making this kind of processing faster and cheaper by saving time and energy.

For the TRC-process, the melt is cast by a special nozzle between two horizontal, water-cooled working rolls. Due to the contact with the cooled rolls, a rapid solidification takes place and so a primary deformation is introduced to the material until leaving of the roll gap. Prior to coiling the edges of the TRC-material are trimmed and the TRC-coil is then cooled down to room temperature. Afterwards the material is homogenized and heated to the desired rolling temperature and rolled down to the desired final thickness. The whole processing route is also shown schematically in figure 1.

For realization of this production line, the IMF is equipped with a prototype Mg-Twin Roll-Caster (figure 2), a coil heating and annealing furnace and a four-high quarto reversing rolling mill (figure 3). A summary of the technical data for both prototype plants is given in table 1.

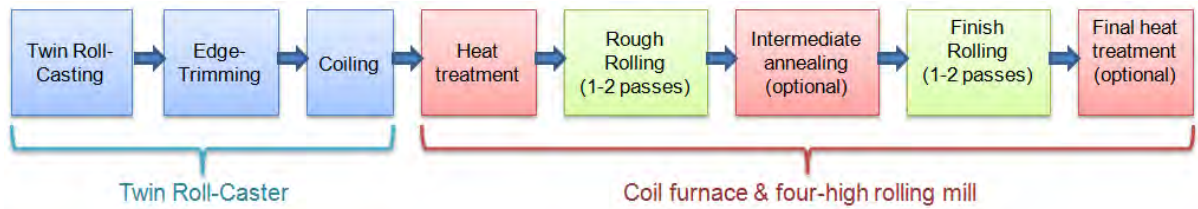


Figure 1. Schematic diagram for the TRC- and hot rolling process for magnesium sheet at the Institute of Metal Forming

Table 1
Technical data of the Twin Roll-Caster and the four-high reversing mill for production of Mg-strip at the Institute of Metal Forming

	Twin Roll-Caster	Four-high reversing mill
max. roll force	7 MN	12 MN
max. roll torque	200 kNm	130 kNm
max. strip speed	3 m/min	225 m/min
max. strip width	780 mm	720 mm
final strip thickness	3 – 7 mm	≥ 1.0 mm
work roll diameter	840 mm	400 mm

These two prototype-research plants are designed for investigation and development of TRC- and strip-rolling technology for magnesium alloys in industrial scale. Therefore the melting furnace is utilized for the use of recycling material and the rolling mill is equipped with industrial working features like a flatness measuring system, minimum quantity lubrication and a coiling system for application of strip tension (usually 20-50 kN). Additionally the TRC-plant can be equipped with a smaller prototype TRC-system with a melt capacity of 250 kg for production of smaller strip with approx.300 mm in width for development of a TRC-technology for new or enhanced magnesium alloys.



Figure 2. Twin Roll-Caster for Mg-strip at the Institute of Metal Forming



Figure 3. The Four-high reversing rolling mill at the Institute of Metal Forming

Results and material properties

Main emphasis in research activities is the development of a TRC-technology for the widely used and known AZ31 Mg-alloy. The initial dendritic microstructure after TRC is converted into a bi-modal grain structure after the homogenization annealing (figure 4) with a mean grain size in the range of 20-25 μm . The two-pass rough rolling leads to a still bimodal grain structure with localized recrystallization (figure 5). After intermediate annealing the bimodal structure is almost removed by static recrystallization processes (figure 6), leading to a fine grained (mean grain size 5-8 μm) and homogeneous microstructure in the final strip after the finish rolling process (figure 7).

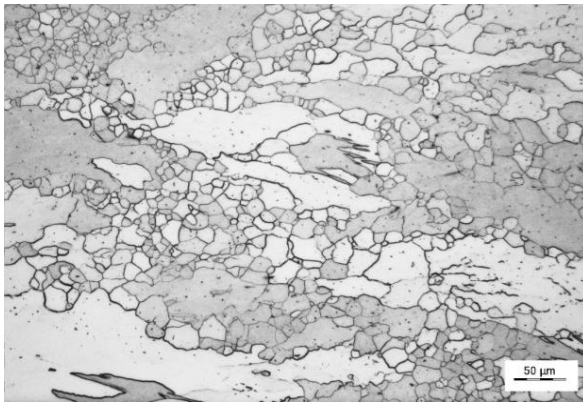


Figure 4. Microstructure of AZ31 TRC strip after TRC-process and homogenization

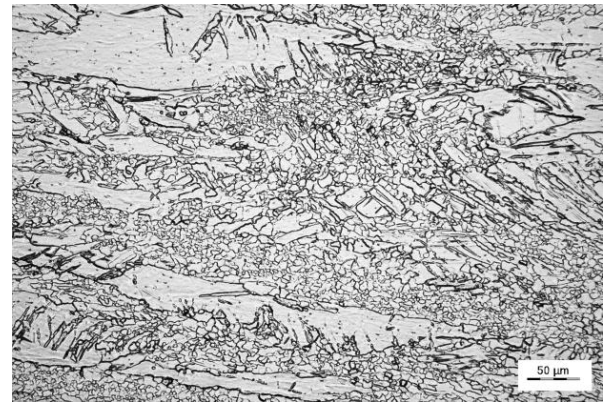


Figure 5. Microstructure of AZ31 TRC strip after rough rolling

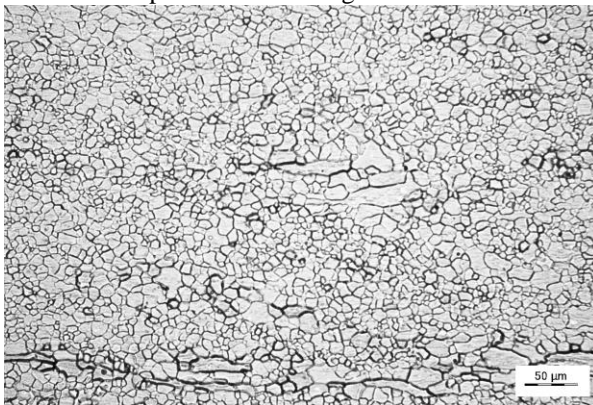


Figure 6. Microstructure of AZ31 TRC strip after rough rolling and intermediate annealing

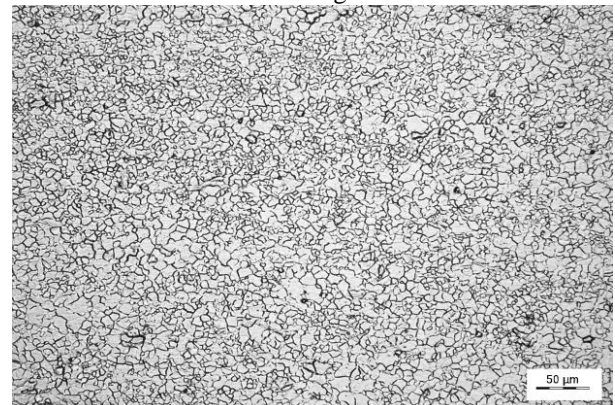


Figure 7. Microstructure of AZ31 TRC strip after intermediate annealing and finish rolling

The development of the mechanical properties in the strip is shown in figure 8. The initial TRC-state shows a combination of high strength with very poor formability while after the homogenization heat treatment the deformation to fracture is strongly enhanced with the yield strength being lowered. Due to the fine grained, homogeneous structure after rolling, the final strip shows a combination of high strength up to 300 MPa in combination with high strain to failure with values up to 25 %.

Next to AZ31 a wide range of different magnesium alloys has been Twin Roll-Casted and investigated until now, including quite common alloys as the AM-series (AM20, AM40, AM50) and also including rare-earth alloys as MnE21 and WE43. The TRC-processing route is a fast and effective way to obtain thin sheet and strip material of magnesium alloys with good and homogeneous properties, offering the option to produce semi-finished products and final products with reduced costs.

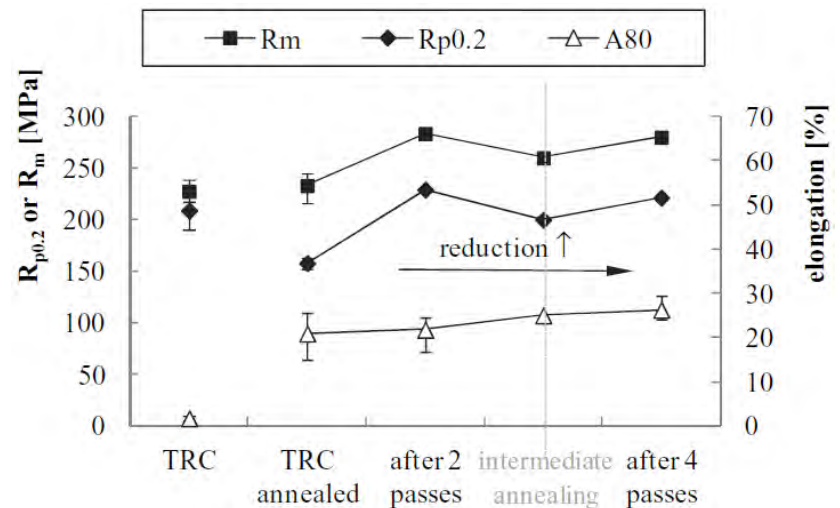


Figure 8. Development of the mechanical properties for AZ31 strip during the TRC-processing chain

References

1. R. Kawalla, M. Oswald, C. Schmidt, M. Ullmann, H.-P. Vogt, N.D. Cuong, Development of a strip-rolling technology for Mg alloys based on the twin-roll-casting process, Proceedings TMS 2008, 137th Annual Meeting & Exhibition, New Orleans (2008).
2. R. Kawalla, M. Ullmann, Ch. Schmidt, J. Dembinska, H.-P. Vogt: Properties of Magnesium Strips

produced by Twin-Roll-Casting and Hot Rolling, Materials Science Forum, 690 (2011), 21-24.

3. M. Ullmann, M. Oswald, S. Gorelova, R. Kawalla, H.-P. Vogt: Strip Rolling Technology for Magnesium Alloys, Proceedings Metal Forming 2012, Krakow (2012).

K. SECHMAN, S. BERSKI, H. DYJA
Czestochowa University of Technology, Poland

ANALYSIS OF AL /CU BIMETAL FLOW IN ECAE PROCESS

Abstract

In the article the analysis of ECAE process Al-Cu bimetal billet without initial joining was carried out. The process has been analysed for two variants of charge layer composition. The analysis allowed predicting the shape of the sample after the process and choosing the optimal shape and composition of bimetal charge for ECAE process which guarantees the realization of several passes of the process.

Introduction

The kinematic of metal flow during plastic forming in ECAE process [1,2,3] depends on many parameters and it could be influenced by many ways e.g.: controlling the geometry of the plastic deformation zone (various shapes of the die), temperature of charge and friction conditions. In processes of bimetallic material deformation also the metal flow could be controlled by shape of the billet and even the shape of particular layers of bimetal.

Subject of investigations

In the article the results and analysis of the process of modelling of Al-Cu bimetal billets extrusion without initial joining between layers through the intersecting channels were presented. The theoretical results were obtained with use of commercial computer program Forge®2008 [4], based on the finite element method, which enables to prepare computer simulations in 3D state of strain. The billet was composed as a round rod with 100mm length and with outer diameter 22mm) with concentric layers: 1050A aluminium core diameter 20mm and CW004A copper sleeve in two different shapes: sleeve without bottom and sleeve with bottom thickness of the bottom 1 mm. The deformation process was conducted for billets heated to 350°C and for the ram speed of the process 5mm/s. The process was analyzed for dies with channels intersecting at the angle of $\Phi=90^\circ$ and constant diameter $d=22.01$ mm. The geometry of deformation zone was determined by intersecting channels with different values of fillet radius of inner edge of intersecting channels (r) and the values of fillet radius of outer edge of intersecting channels (R). For the analysis three shapes of dies with different fillet radii of intersecting channels edge were used: die No 1: $r=0$ mm, $R=2$ mm, die No 2: $r=2$ mm, $R=4$ mm and die No3: $r=4$ mm, $R=10$ mm. The scheme of analysed process was presented in the work [6]. The ECAE process could be carried out in cycles and different schemas of deformation [3,5]. In the analysis the most non-uniform way of deformation in the cross section of the surface of intersecting channel was chosen to analysis which is route A described in literature [3]. The geometrical model of billets was discretized by tetragonal finite elements and adapted to simulation program Forge. The mesh was generated and adapted separately for Al core and Cu sleeve. It was assumed that values of friction coefficient for pair: clad layer - core was 0.3 and for pair die - billet was 0.075.

The results and discussion

In ECAE process of bimetal rods it could be observed three stages of deformation which were described in work [6]. In this article the authors concentrated on the 1' stage of deformation in which the front of bimetal sample is formed. In Fig. 3 the distributions of bimetal layers velocities during the first pass of ECAE process in the longitudinal section of billet is presented. The non uniformity of layers flowing is caused by decreasing of velocity of outer layers due to friction forces on the contact with die walls and also due to higher resistance to flow of outer copper layer. The non-uniformity is observed in all analyzed cases (Fig.1).

For billets with bottom, the greatest non-uniformity of bimetal velocity in the cross section was observed for the die with the smallest fillet radii (Fig.1d) additionally for that case the distribution of velocity in the cross section of bimetal was presented in Fig.4.

Together with increasing the fillet radius of the die, the local minimum of velocities is moving inside the aluminium layer and caused the more uniform flow of the layers in analyzed section. The most desirable variant from the point of view of joining conditions is the deformation in the die 1 for which the big differences in values of velocities on the border of bimetal layers are observed (possibility of bimetal layers slip). For that case in Fig. 2 the distributions of metal velocity confirmed that the most non-uniformity appears in longitudinal axial section of deformed bimetal rod. Due to the lack of joint of clad layer in the front end of billet (billet without bottom) the non-uniformity of metal velocities for that shape of billets in analyzed section is much higher than for the billets with bottom (Fig. 3 a, b, c). In this case the aluminum layer is flowing out from copper layer freely and generating very non uniform distribution of bimetal layers which is characterized by high gradients of velocities on the contact surface with horizontal die channel and on the surface of the front end of deformed billet. Such non uniformity of particular layers flowing is caused the formation of irregular front end of the bimetal sample. The irregularity is bigger for the dies with smaller r .

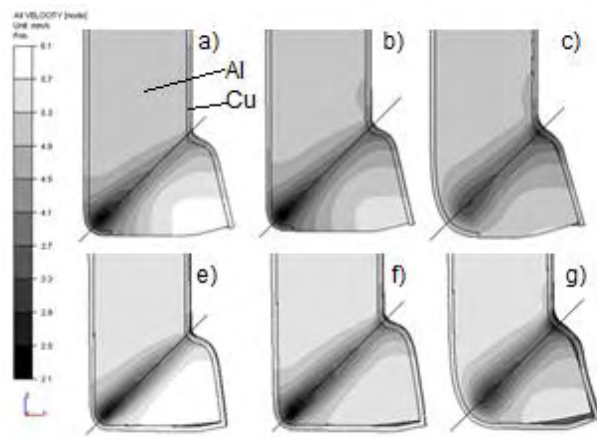


Figure 1. Distribution of metal flow velocities in the longitudinal axial section of billet for 1stage of 1 pass of the ECAE process with billets without bottom: a) die 1, b) die 2, c) die 3; and for billets with bottom: d) die 1, e) die 2, f) die 3

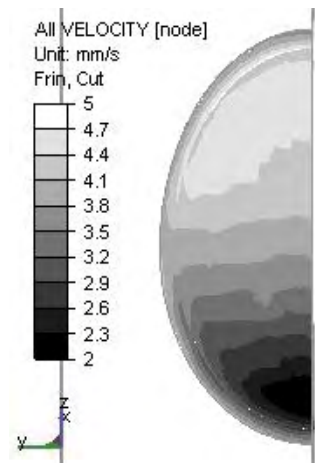


Figure 2. Velocity of metal flow in the cross section in the surface of intersecting channels for die 1 and billet with bottom

The values of metal flow velocities are reaching two local minimum: the first one is localized in cladded layer contacted with inner fillet radius of the die and the second one localized near outer fillet radius. Maximal values of metal are observed in the cladded layer on the contact surface of bimetal layers near the outer fillet radius area. The differences between flow velocities in layers localized near the surface of inner fillet radius of the die where layers are stopped and velocities in core layers near outer fillet radius of the die, where the metal is freely flowing inside the horizontal channel, results in creating the inclination of the front end of bimetal billet. This phenomena is typical for ECAE processes.

Additionally during the first pass of ECAE process for the billets with bottom (Fig. 3 d, e, f) it could be observed the delamination of the cladded layer from the core. It is resulted by differences between velocity directions in the core and in the sleeve on the surface of the billet front. The area of the delamination is increases along with increasing the values of the fillet radius of the die. But in the next passes of the ECAE process of delaminated billets the layers of bimetal are joined in these areas and only for the die 3 it is partly joined. Comparing the shape of the billet front after first (Fig. 1) and second pass (Fig. 3) it could be noticed that for billets formed in the first pass, in the second pass the non-uniformity of flow in the cross section decreases which results the symmetrical distributions of layers in the front of the billet (Fig. 3 b, c, d, e). While for variants in Fig. 3a and 3f the deformation of the front is asymmetrical. In the second pass the maximal values of flow velocities are located in the front part of the bimetal and are negligible greater than in the first pass. Both for the first and for the second pass in die 1, the ovalisation of the billet in the cross section was observed (Fig. 4). Such reduction of the round billet section was caused by huge deformation of the layers in the sharp edge of the inner corner of the die (without fillet radius). Such deformation of billet effects decreasing the dimension of the billet along "z" axis of coordinate system by 0.8mm in the first pass and 1.2 mm in the next pass. The normal compression stresses in this area could also accelerate the creation of joint bridges between core and sleeve which could lead to reduce the number of passes.

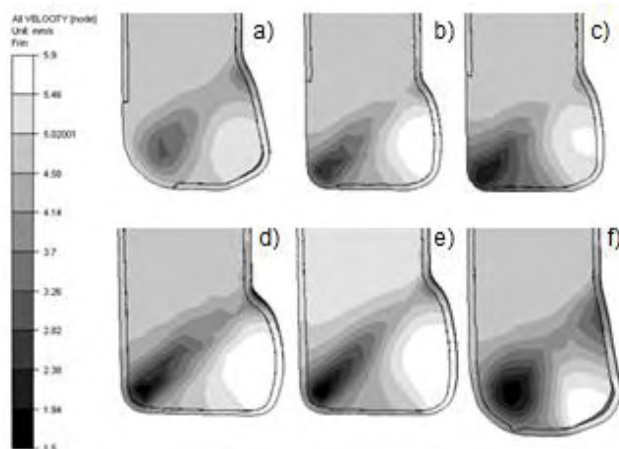


Figure 3. Distribution of metal flow velocities in the longitudinal axial section of billet for 1stage of 2 pass with billets without bottom: a) die 1, b) die 2, c) die 3; and for billets with bottom: d) die 1, e) die 2, f) die 3

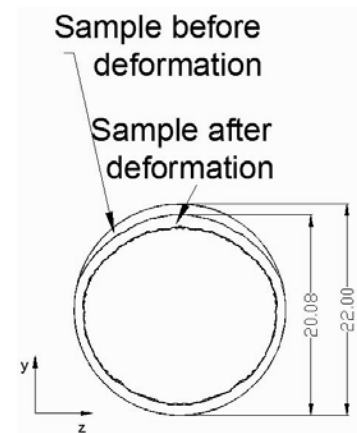


Figure 4. The cross section of sample with ovalization for process conducted in die 1 after the 2' cycle of the process

Conclusions

On the base of the conducted analysis it could be stated that: the influence of shape of deformation zone in the process is not so important as properly designed shape of bimetal billet. The best case for joining bimetal layers by ECAE process is a variant of deformation in die 1 for both types of billets. Bimetal extrudate reached during deformation in die with small value of the radius r must be subjected to an additional procedure to remove ovalization.

Acknowledgement

Research work was supported by The State Committee for Scientific Research in year 2009-2011 as project no. N N508 406437.

References

1. R. Eivani, A. Karimi Taheri „A New method for producing bimetallic rods” *Materials Letters* 61 (2007) 4110-4113.
2. V.M. Segal, Patent of the USSR, Numer 575892, 1977.
3. R. Z. Valiev, R. K. Islamgaliev, I. V. Alexandrov: „Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation” *Progres In Materials Science* 45 (2000) 103-189.
4. Forge3® Reference Guide Release 6.2, Sophia-Antipolis, November 2002.
5. V. M. Segal, V. I. Reznikov, A. E. Drobyshvskiy, V. I. Kopylov: „Material Processing by Simple Shear” *Metally*, 1981, 1, 115-123.
6. K. Sechman, S. Berski, H. Dyja „Analiza płynięcia bimetalu Al-Cu podczas procesu wyciskania przez kanał kątowy”, *Częstochowa 2011, Nowe technologie i osiągnięcia w metalurgii i inżynierii materiałowej*, p. 327-334.

T. STARK, L. WEITKÄMPER, H. WOTRUBA
RWTH Aachen University, Germany

DEVELOPMENT AND PERFORMANCE OF A NEW SEPARATOR FOR THE DRY GRAVITY SEPARATION OF FINES

Abstract

The economization of resources is and will be a big challenge. This applies particularly to the mineral processing industry. One of the most critical resources is water. Studies of the Unesco indicate that the yearly water consumption increased sevenfold within the last 100 years at a growth of population of just threefold. (UNESCO-Currier, 10/2001). While today more than 90 % of humanity has access to clean water, in 2050 just about 50 % will be in the same situation.

The disposal of fine mineral products, containing a lot of process water, is an environmental concern. In addition the mining and processing of raw materials in arid or permafrost areas will become necessary in the future. In these areas only efficient dry cleaning technologies will allow economical beneficiation.

For dry separation of coarse material different aggregates are available, but dry separation of fines is mostly bound to cost intensive, low throughput technologies.

Pneumatic separation has undergone a renaissance since the development of the all air jig by the German supplier Allmineral, which yields good results in the separation of coarse to medium sized material.

All these facts and figures show the potential and motivation for developing an efficient dry separation device for fines. The following article delineates the development and performance of a new dry separation technology for fines.

Introduction

Apart from magnetic separation and sensor based sorting, all available technologies for the dry separation of fines are cost intensive and have a low throughput. It should be shown that low cost high throughput dry sorting of fines by efficient density separation is possible.

In spite of the lower efficiency of dry density separation processes, they have their entitlement. Some exemplary arguments for dry coal separation are:

Typical coal from wet separation contains ~ 9-12 % water. If the coal is burned, evaporating this water reduces the energy output. In the presence of salt, water will increase corrosion. Transportation costs are higher if water is carried. In cold areas handling dry coal is much easier than freezing wet coal.

Before the development of the new separator, all available equipment for dry separation of particles <1 mm was tested. None of it produced results, which justified further investigations.

Therefore the **Cala-Dryflow-Separator (CDF)** a dry separator for fines was developed, following a traditional pattern of academic study, component design, system integration, pilot plant testing and full scale testing.

These efforts have been made in cooperation between AMR (Department of mineral processing of Aachen University) and the German company Cala-Aufbereitungstechnik located in Herzogenrath.

Dry density separation technologies

In real sorting processes the separation efficiency is affected by numerous factors like shape, particle

liberation, weathering, etc., but as an approximation the concentration criterion can be calculated as the relation between the sink velocities of particles with different densities:

$$CC = \frac{\rho_h - \rho_f}{\rho_l - \rho_f}$$

$\rho_h =$ density of the heavy component
 $\rho_l =$ density of the light component
 $\rho_f =$ density of the medium
 (water \approx 1 g/cm³; air \approx 0 g/cm³)
 $cc =$ concentration criterion

Processes with air as medium have a lower separation efficiency than those using water. For wet jigging processes a cc-value >1.2 is necessary and a value >1.5 will result in a good separation efficiency. For air jigging a cc-value >1.3 is necessary, at a value of 1.3-1.5 particles >4 mm can be separated and at a value >1.5 particles down to 1 mm can be separated.

Dry density separation equipment

At present air jigs, air tables, fluidized sand bed separators and aero sluices are available for dry density separation, but only air jigs and air tables have relevance in industrial applications and will be discussed.

Allmineral developed a new air jig [all air jig] trademark with an automatic process control system at the beginning of this century. This jig separates the feed via the combination of a constant and a pulsed air flow. For coal 5-50 mm, a throughput of 50 t/h per meter width is realistic. For coal >10 mm, the results are similar to those of wet jigs. For particles of 3-4 mm separation by air jigs is efficient, but not for smaller particles (Weitkämper, 2007).

Air tables are widely but almost exclusively used in recycling. For a narrowly pre-sized feed their separation efficiency is high, but no automatic process control system is available. This causes high personal efforts for parameter adjustment. The throughput depends on the particle size and efficient separation at a sufficient throughput is only possible for particles of 3-6 mm.

Development of cdf separator

Initially, the objectives and critical component features were established as follows:

- Safe to operate with low man-power requirement.
- Separation efficiency comparable to rougher spirals in the heavy mineral sand industry, the main application foreseen for CDF.
- Throughput of more than 20 tons per meter width per hour.
- Possibility of an automatic process control system.
- No use of a separation medium.
- Material flow in just one direction.
- Possibility to produce more than two products.
- Low investment-, maintenance- and operating costs.
- Modular design with normal, industrial components
- Possibility of a mobile plant with CDF as main equipment.

Following these requirements the different CDF units were designed.

CDF laboratory unit

The discontinuous laboratory scale unit of CDF consists of a sorting chamber, a drive mechanism and a regulation unit for a pulsed and a continuous air flow. The sorting chamber is made of stacked rings so that different layers can be discharged and analysed separately.

Aim of the tests was to find optimal parameters for the pilot scale unit for: volume of both air flows, frequency of pulsed air flow, frequency of the movement, stroke of the movement and sorting time.

CDF Pilot unit

The design of the pilot scale unit is based on results from the laboratory unit and the adjustable parameters are the same. The unit consists of a ground frame and a swing frame with eccentric drive connected by suspension link springs. The feed is put on a screen and fluidised by the air flow. At the end of the separation area the heavy and light layers are divided by a splitter.

Tests with the CDF pilot unit provided encouraging results and the parameter settings were used for the final design of the CDF production unit.

As expected, the parameter ranges did not vary much from the laboratory unit. With the exception that the pulsating air flow does not influence the separation results as long as the total airflow is sufficient for fluidisation. The separation process only becomes more sensitive by the addition of pulsed air. Due to this, the production unit is not equipped with a pulsating air flow.

CDF production unit

Figure 1 shows a schematic drawing of CDF production unit. The material is fed onto one end of the separation area on a screen deck driven by two unbalanced motors. A radial blower creates a constant air flow into 6 different chambers to fluidize the feed. The amount and pressure of air can be regulated separately for each chamber. The lower material layer is regulated by the discharge speed of three rotary star gates which can produce three different products. At the end of the separation area the upper layer of material goes into the overflow as light product or middlings. All known density sorting machines creating different layers can only discharge the lower layer in a controlled way. CDF is able to discharge the upper layer in a controlled way by aspirating it. By this, 5

products can be produced; with the aspirated product as light product and the overflow as middlings. The whole machine is sealed and the dust collected on two central points on top of the dust hood.

The working length of CDF is 2400 mm and the width of the prototype is 405 mm. The separation area oscillates at 4-15 Hz. The air consumption ranges between 3-7 m³/h and the maximal energy consumption is 6.6 kW. The throughput of 5-25t/h per meter working width depends on the bulk density of the feed. Particles in the range of 0.05-2 mm can be processed and mass recovery to the different products is adjustable without limitation.

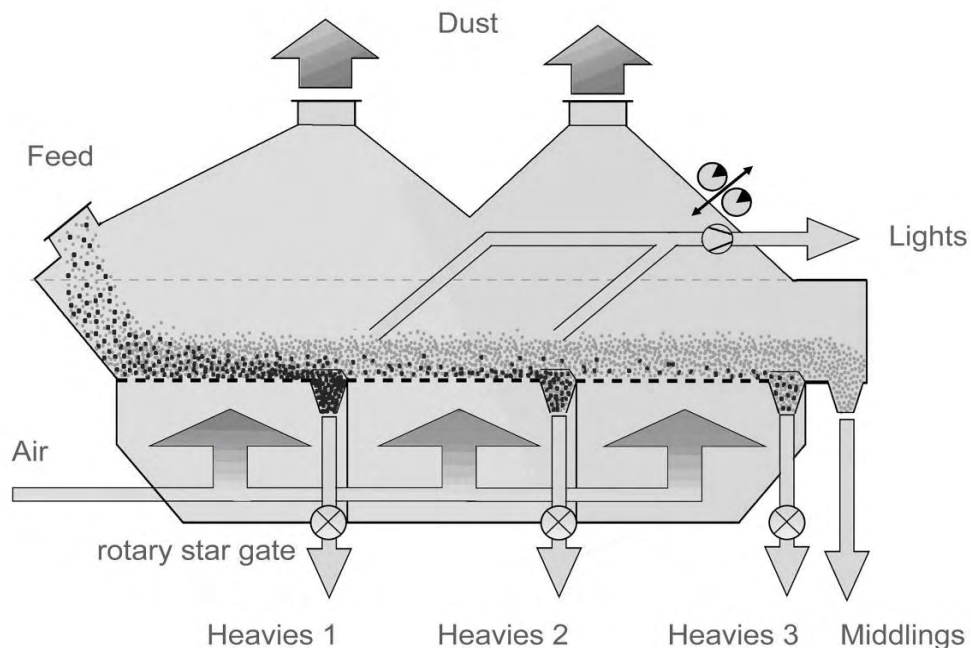


Figure 1. Schematic drawing of CDF production unit

Results and performance of CDF

Following materials have been separated with different efficiencies:

heavy mineral sands from different deposits, quartz/feldspar, different iron ores, salt, bauxite, barite, stainless steel slag, coal, ilmenite [crushed] and primary and secondary tantalite ore.

Exemplarily the results of three different separation tests will be reported here.

Sorting of heavy mineral sand – performance comparison with a spiral

The most widely used separation equipment for this application is the spiral. CDF was designed to replace numerous rougher spirals. Due to this, a performance comparison of CDF with a spiral was carried out.

Both, CDF and spiral were fed with a mixture of 5 % heavy minerals with a density of about 4.5 g/cm³ and 95 % quartz sand with a density of 2.65 g/cm³. The operating parameters of the spiral were 1.5 t/h with a pulp density of 30 wt-% solids. CDF throughput was 15 t/h per meter operating width.

The spiral reached a recovery of 91 % in 10 % mass pull with an enrichment of about 8.5. CDF can produce a concentrate with the same enrichment like a spiral, at a recovery of 80 %. To reach to more than 90 % recovery it is necessary to accept a mass pull to the concentrate of about 15 %.

These results show the applicability of CDF as an alternative for spirals not just in regions where water supply is a problem as CDF has a much higher throughput than one spiral and complicated feed distribution systems are not necessary. In addition, the products are dry and water circuits can be omitted.

Sorting of iron ore – performance comparison with a magnetic separator

Typically magnetite ore is sorted by low intensity magnetic separators. Dry magnetic separators are available, but their efficiency drops at particle sizes <1 mm and smaller particles have to be separated by wet LIMS.

For the comparison of CDF with wet LIMS magnetite ore with particle sizes between 0.1-1.6 mm was used. The wet LIMS feed contained 55.3 % Fe and the CDF feed 57.6 % Fe because the -0.1 mm was screened out to prevent dust in the laboratory. This is not necessary in real operations. Tested was a two-step circuit of rougher and scavenger. By combining the concentrates of both steps wet LIMS produced a concentrate with 60.6 % Fe at a recovery of 65.5%, while CDF produced a concentrate with 60.1 % Fe at a recovery of 70.7 %.

This shows the applicability of CDF as an alternative to wet LIMS separation.

Separation of a quartz feldspar mixture

The separation of quartz and feldspar is usually done by electrostatic separation after activation with hydrofluoric acid. This process is expensive and environmentally critical.

If the feldspar is strongly weathered, density separation is possible but difficult. Investigations at AMR show that good results with high throughputs are only possible if the light fraction is discharged in a controlled way. This is impossible with wet jigs, but possible with the CDF due to its aspirating feature and the achieved product

quality is encouraging.

Summary

More and more deposits in dry and arid regions will have to be mined to satisfy the demand for mineral raw materials. In these areas just dry separation technologies with high throughputs will allow economic processing.

The availability of the two main world resources energy and water is limited and the reduction of their consumption is a big challenge, not only but particularly for the minerals processing industry.

CDF is an economic and throughput strong dry separation device with a high water saving potential. The separation results are comparable with conventional wet operating equipment like spirals or LIMS.

References

1. 2001, Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, from UNESCO-Currier.
2. Weitkämper, L., 2007 Development of a process for dry coal beneficiation. Schriftenreihe zur Aufbereitung und Veredlung.
3. Weitkämper, L., Wotruba, H., Gerold, C., 2008, Development and performance of a new separator for the dry gravity separation of fines, The 24th International Mineral Processing Congress, Beijing, China.

A. WIERZBA, S. MRÓZ, P. SZOTA

Czestochowa University of Technology, Poland

NUMERICAL MODELLING OF THE MULTILAYER Al-Mg-Al PLATE ROLLING PROCESS

Abstract

The paper presents the results of numerical modelling of the process of rolling multilayer Al-Mg-Al plates using Forge2011[®], a finite-element method-relying software program. The feedstock was a three-layered Al-Mg-Al package. The cladding layer was 1 mm-thick A1050 grade aluminium, while the inner layer was made of 2 mm thick magnesium in the AZ31 grade. So prepared feedstock was subjected to the process of rolling at a temperature of 350°C with a relative rolling reduction of 50%. The aim of the investigation was to select the appropriate initial rolling process parameters ensuring a multi-layered plate with the correct shape and layer bonding to be obtained.

Introduction

The dynamic growth of the world's economy drives searching for new metallic materials that would be characterized by low specific mass and good plastic and mechanical properties. Such features are exhibited by magnesium and its alloys. Owing to its low specific weight and, at the same time, relatively high strength, this metal has been successfully used for critical constructional elements, e.g. in the automotive and aircraft industries. Unfortunately, this metal has low corrosion resistance, and therefore it would be advisable to search for solutions that could reduce this adverse feature in practical applications. One of such solutions is the use of aluminium and its alloys for a cladding layer [2].

In view of the above, there is an increasing interest in technologies that enable large plastic deformations of metal with resulting considerable grain refinement (nanometric structures) and improved mechanical properties. Considering the existing method of producing large deformations, the process of rolling by the accumulative roll-bonding (ARB) method is one of few processes that could be implemented in a continuous production process. The process of multilayer Al-Mg-Al plate rolling by the ARB method is running hot, yet below the recrystallization temperature of individual materials being the components of the multilayered feedstock. This process relies on repeated plain face rolling of folded samples [3].

However, when using the ARB method for producing multilayered plates of nanometric structures, many defects might occur in the rolled strip, such as no bonding of metal layers, delamination of the sample during rolling, as well as cracking at the edges of the rolled strip [4].

Research Results

For modelling the three-layer Al-Mg-Al. plate rolling process, the Forge2011[®] computer program was employed, which makes use of the finite-element method (FEM) for solving plasticity-theory tasks [1]. In order to correctly model and perform simulation of plastic working technological processes, it is necessary to understand the detailed characteristics of the material to be used, and especially the value of its yield stress. The correct determination of the properties of steel in the form of stress-strain diagrams allowing for the effect of strip temperature and strain rate will enhance the accuracy of numerical computation [5]. For this purpose, the strain hardening (stress – strain) curves were used, which were obtained from uniaxial compression test plastometric studies carried out at the Institute of Plastic Working and Safety Engineering of the Czestochowa University of Technology using the Gleeble3800 system. For the description of the variations of σ_p values for the materials under study, the Hensel-Spittel function was used [5]:

$$\sigma_p = K \exp^{m_1 T} T^{m_2} \varepsilon^{m_3} \exp^{\frac{m_4}{\varepsilon}} (1 + \varepsilon)^{m_5 T} \exp^{m_7 \varepsilon} \dot{\varepsilon}^{m_3} \dot{\varepsilon}^{m_8 T} \quad (1)$$

where: T – band temperature, ε – actual strain, $\dot{\varepsilon}$ – strain rate, $K, m_1 \div m_9$ – function coefficients.

The values of the coefficients are given in Table 1.

For the correct modelling of the three-layer Al-Mg-Al plate rolling process, the initial conditions had to be defined. The following initial parameters were assumed for the computer simulations: feedstock temperature, 350°C; tool temperature, 60°C; heat transfer coefficient, 3000 W m²/K; friction coefficient, 0.3. The initial feedstock thickness was 4 mm, of which the thickness of the outer aluminium layer was 2x1 mm, and that of the inner magnesium layer was 2 mm. The feedstock was rolled with a relative reduction of 50%.

Table 1

The parameter function values (1) used to determine the value of σ_p for Al and Mg				
The value of the parameters K, m_1-m_9 for aluminum A1050				
K	m_1	m_2	m_3	m_4
0.08246	-0.01018	0.11776	-0.07810	-0.0006
m_5	m_7	m_8	m_9	
-0.00206	0.29616	0.00045	1.86303	
The value of the parameters K, m_1-m_9 for magnesium AZ31				
K	m_1	m_2	m_3	m_4
120	-0.005605	-0.645555	-0.142709	-0.115967
m_5	m_7	m_8	m_9	
0.001591	0.070869	0.000577	0.194354	

The bonding between the core and the cladding layer was defined as closely adhering, preventing the layers from moving relative to one another during the rolling process. In the modelling of the rolling process, no widening was assumed to increase the speed of numerical computation. Two axes of symmetry were applied for the rolled strip. The numerical modelling was performed for the conditions of rolling on the duo D 300 mm laboratory rolling mill. The rolling speed was 1.0 m/s. The strip shape obtained from the numerical modelling is shown in Fig. 1a. The data shown in this figure suggest that the rheological properties of the cladding layer (Al) different from those of the magnesium core have caused an uneven plastic flow of the strip in the rolling direction. Intensive flowing of the aluminium layers off the magnesium layer occurs for the unsteady rolling process stage, which is visible at the beginning of the strip. As a result of the aluminium "flowing off", the magnesium layer gets, as it were, "locked", whereby its moving in the elongation direction is hindered. As a consequence, its thickening (upsetting) at the strip beginning takes place.

After the rolling conditions have established (the whole roll gap has filled up), the plastic flow of individual layers stabilizes, as indicated by the uniform distribution of the aluminium layers over the inner magnesium layer.

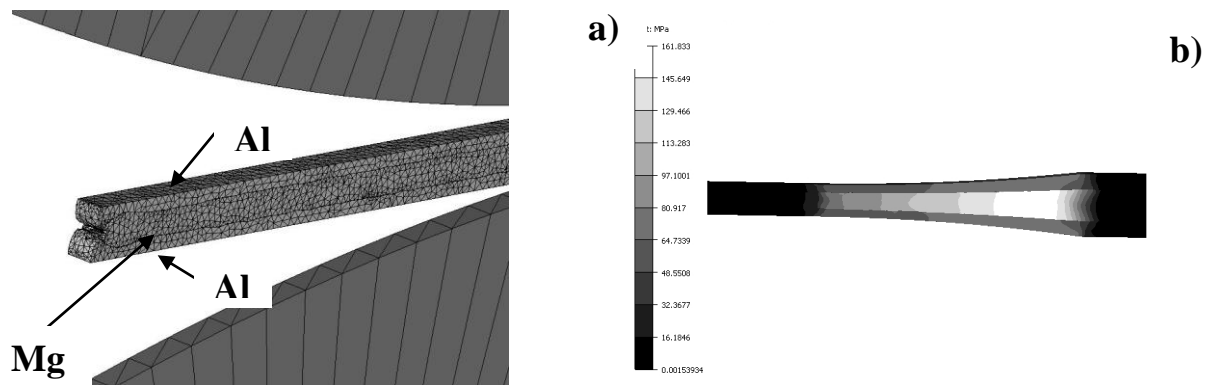


Figure 1. a) The view of multilayer band Al-Mg-Al, b) obtained stress intensity distribution analysis.

Figure 1 b) shows a considerable difference in stress intensity magnitudes between individual layers of the deformed plate. This was due to differences in the rheological properties between the aluminium and the magnesium. The lowest values were noted for the outer aluminium layers, which underwent greater deformation compared to the magnesium layer. The use of soft aluminium as the outer layers resulted in the aluminium more intensive moving in the rolling direction, as a result of which the strip beginning got a shape, as shown in Fig. 1a. The obtained data for the plastic flow behaviour of individual plate layers are consistent with the data reported in papers [6, 7].

Conclusion

On the basis of the obtained results of the theoretical studies a possibility has been found to exist for using the MES for modelling the process of rolling multilayered plates by the ARB method. The adopted initial conditions for numerical modelling of the rolling process ensured the correct shape of the multilayered plate to be obtained. In the finished strip, different plastic flow velocities were observed for individual layers, which was due to the differences in rheological properties between respective feedstock layers.

References

1. FORGE3® Reference Guide Release 6.2, Sophia-Antipolis, November (2002).
2. J.A. del Valle, M.T. Perez-Prado, O.A. Ruano.: Accumulative roll bonding of a Mg-based AZ61 alloy, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 410–411 (2005), p. 353–357.
3. Milenin A., Mróz S., Kwapisz M.: Numeryczne modelowanie procesu walcowania pakietowego aluminium, XIII Konferencja Informatyka w Technologii Metali, Szczawnica 15-18 stycznia 2006, s. 177-183.
4. Milenin A., i inni.: Opracowanie metody uzyskiwania struktur ultradrobnoziarnistych podczas walcowania pakietowego blach, Politechnika Częstochowska Widział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Fizyki Stosowanej, Częstochowa, 2006, (niepublikowane).
5. Hensel A., Spittel T.: Kraft und Arbeitbedarf kilabsamer Formgebungsverfahren, VEB Deutscher Verlag, Leipzig, 1978.
6. Dyja H., Mróz S., Milenin A., Lesik L.: Experimental investigation and 3-D FEM simulation of the process of rolling of bimetallic rods, Iron & Steel Society, 44th Mechanical Working and Steel Processing Conference & 8th International Rolling Conference, Orlando 8-11 September 2002, Vol. XV, p. 653-661.
7. Dyja H., Mróz S., Milenin A.: Theoretical and experimental analysis of the rolling process of bimetallic rods Cu-steel and Cu-Al, *Journal of Materials Processing Technology*, 153-154 (2004), p. 100-107.

A. WIERZBA, S. MRÓZ, A. STEFANIK
Czestochowa University of Technology, Poland

NUMERICAL MODELLING OF 50 mm ROUND BARS ROLLING PROCESS FROM THE SCRAPPED S60 RAILWAY RAIL

Abstract

The paper presents the results of numerical modeling in round bars with diameter 50 mm from the S60 rail rolling process. Numerical modeling was performed using the FORGE 2008[®] computer program. The program is based on the finite element method. Theoretical studies were performed for D370 rolling mills. The round bars have been produced in rolling groove process, in four passes with round - oval - round calibration system.

Introduction

Numerical methods applied to the mathematical modeling of shape rolling process, and above all, thermo-mechanical analysis based on the finite element method, allow mapping of the actual process without the adoption of a number of simplifications [1]. This paper presents the results of numerical modeling of rolling round bars with a diameter of 50 mm, using a computer program Forge2008[®] based on FEM. Scrapped railway head grade S60 was used as stock for rolling process. The aim of the study was the development of the shape and dimensions of the groove shapes, as well as the selection of strains in particular roll passes. Based on the results of the computer simulations correct shapes of the roll grooves were determined, which provide a stable rolling process and to obtain the finish product with suitable shape and dimension.

Numerical modeling of the 50 mm round bars rolling process from S60 scrapped railway rails.

The use of a computer program using Forge2008[®] contained in the thermo-mechanical models requires the definition of boundary conditions, which determine the accuracy of numerical calculations. For boundary conditions include property tools and deformed material [1]. The rolling of round bars with a diameter of 50 mm was carried out in two roll passes with the transmission of the temperature distribution in the stock model to the next roll pass. The study was conducted for forging rolls D370. The material used for this study was R200 steel grade with extremely high strength, hardness and wear resistance. The determination of the effect of strain parameters on the magnitude of yield stress for selected steel was performed based on plastometric tests results. The choice of kinetic parameters for the theoretical process of rolling round bars of 50 mm diameter forging mill was associated with defining and specifying the schedule of rolling cylinders speed across culverts. Rolling scheme used is shown in Table 1.

Table 1
Initial data for numerical computations for the process of rolling round bars with a diameter of 50 mm in the rolling mill D370

Pass nr	Pass type	Roll diameter [mm]	Gap between rolls [mm]	Rolling speed [m/s]
1	oval	370	4,0	1,55
2	round	370	2,5	1,55

Numerical modeling of the round bars of 50 mm diameter has been made two roll pass in the forging mill. As the rolling scheme system round - oval - round was used. This shape pass scheme provides a large margin in the loss of cross-section of the band. An important advantage of this shape pass scheme are no sharp edges to roll band, which results in faster wear of the rollers, has a similar coefficient of elongation between successive openings, it

allows to obtain a smooth surface of the finished product [2].

In the first stage of the research the cutting height of the scraped rail head S60 to obtain a round bar with a diameter of 50 mm without defects from the longitudinal cutting area. For the determination of the cut line of scraped rail S60, which rolled round bars with a diameter of 50 mm, was performed computer simulations for different levels of cutting level. Fig. 1 shows the results of numerical modeling of cutting the scraped rail head S60 for round bar with a diameter of 50 mm with no surface defects [4]. The use of rolling stock into the process with an initial height of 55 mm resulted in the creation of longitudinal lapping the oval band after the first rolling pass (Fig. 1a). Reduction of the rail cut to 53.5 mm resulted in a defect in the form of longitudinal cracks after the first rolling pass (Fig. 1b), the defects transmitted to next rolling pass and to the finished product. Reduction of the cutting line head of scraped rail S60 to 52 mm enabled to obtain a finished product with no visible surface defects (Fig. 1c).

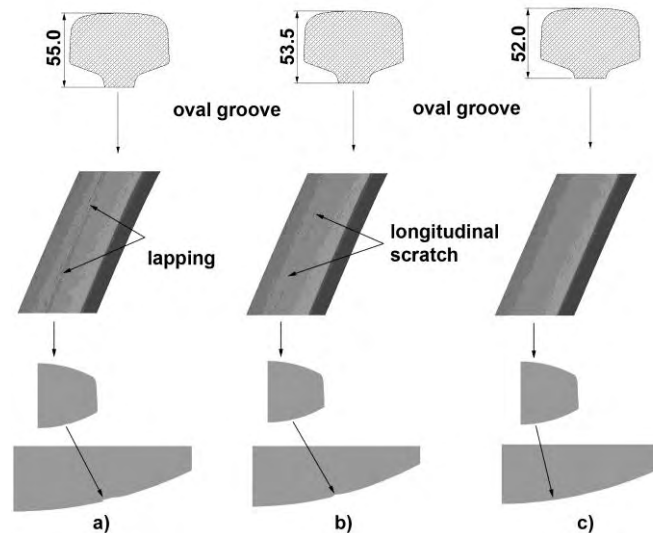


Figure 1. Cutting height of scrape rail S60: a) frequency of lapping oval, b) longitudinal band scratch from oval pass, c) band without surface defects

Stock used to the numerical modeling of rolling round bars with a diameter of 50 mm was the head of the scraped rail S60 of 52 mm, which ensured the band received no surface defects after the first culvert. The initial temperature of the stock was 1120 °C, Moreover the following conditions were defined for simulations: tool temperature - 60°C, ambient temperature – 20°C, friction factor – 0,8, coefficient of heat transfer between the material and the tool α – 3000 W/Km², coefficient of heat transfer between the material and the air α_{air} – 100 W/Km². The paper presents also the theoretical study of plastic flow round bars of 50 mm diameter in two-roll mill culverts at D370 forging of steel grade R200 during rolling process, band shape was analyzed after each rolling pass. From the data shown in Fig. 2 it can be noticed that the rolling of round bars with a diameter of 50 mm, made with the use of roll pass design round - oval - round, ensures to receive a finished product with no surface defects of the assumed dimensions that are consistent with the requirements of the standards. Each of the groves was filled in correctly, and none of them has overflowed. The difference between diameters measured diagonally at 90° to the 50 mm round bar was 0.36 mm. The use of the work rolls with a diameter of 370 mm resulted in a higher coefficient of widening and greater accuracy-dimensional in finished product [3].

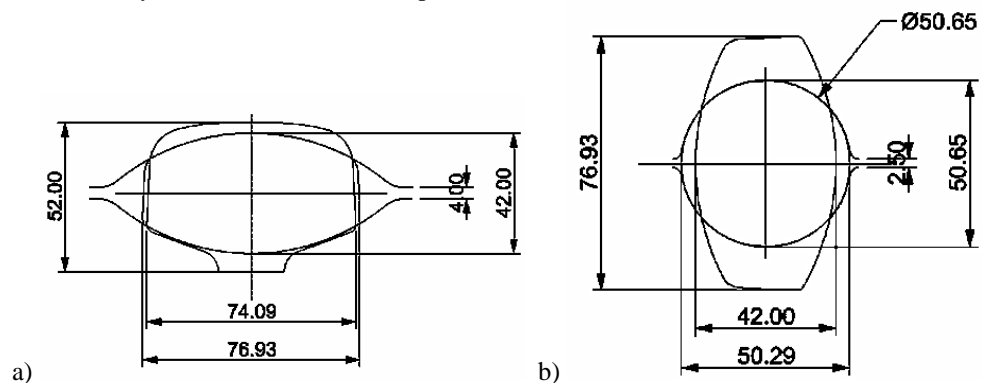


Figure 2. Shape and dimensions of the band obtained by numerical modeling of 50 mm round bars rolling from the scraped rail head S60 in the rolling mill D370: a) 1st pass, b) 2nd pass

Summary

By analyzing the results of numerical modeling of the process of rolling round bars with a diameter of 50 mm, it was found that the developed shape grooves provide the finished product in accordance with requirements of

acceptance. The use of modified shape grooves round - oval - round, it can see the difference in the diagonal round bar, which was only 0.36 mm [4]. Based on the results of numerical modeling it can be concluded that the developed rolls groove shape ensure stable operation a rolling process and provide to produce finished round bar with a 50 mm diameter product with no surface defects that fulfill of the receiving standards.

References

1. FORGE3® Reference Guide Release 6.2, Sophia-Antipolis, November (2002).
2. Danchenko V., Dyja H., Lesik L., Milenin A., *Technologia i modelowanie procesów walcowania w wykrojach*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002.
3. Dyja H. i in.: The report of a development project N R07 0012 06, pt.: „Opracowanie nowej technologii walcowania kul stalowych ze złomowanych szyn kolejowych.”, Częstochowa 2010, unpublished
4. Wierzbę A.: „Opracowanie technologii walcowania prętów okrągłych ze złomowanych szyn kolejowych” M. Sc. Thesis, Częstochowa 2011, unpublished.

J. WIESNER, M. GRAF

TU Bergakademie Freiberg, Germany

CLOSING OF INTERNAL CAVITIES IN STEEL INGOTS DURING OPEN-DIE FORGING

Introduction

Larger steel ingots contain internal cavities, which have to be eliminated by the means of forging, because they can be initials for failure. Until now numerical simulations that are used to predict the evolution of the internal cavities during open-die forging, are related to experimental investigations dealing with artificial cavities. However the criterion for the closing and bonding of the voids used in simulation is still a question, thus also the simulation results. In this paper the results of experimental investigations are shown. The aim of the study was to obtain natural cavities and to characterize the microstructure before and after forging.

State of the art

For the production of high-quality forging products, internal cavities due to casting have to be closed by the means of forging. This leads to improved mechanical properties.

Ingots contain three zones after solidification: In the outer areas exist small equiaxed grains, because of the rapid cooling at the mould. Then there is a zone with columnar grains, which are grown along a heat gradient into the center zone. In the middle of the ingot are larger equiaxed grains and also there are shrinkage cavities. Those cavities appear around 3% to 60% of the height of the ingot and 2% to 20% of the diameter [1, 2, 3, 4].

In the former studies on the closing of internal cavities, the closing of cylindrical drillings in samples was tested (e.g. [2, 5, 6]). The problem is that those artificial cavities have a circular cross-sectional area with a smooth surface. But natural cavities show an irregular surface with dendrites, wherefore the closing process on the microscopic scale has to be considered. To understand those processes, investigations were carried out. They included the casting of ingots with cavities and also cold and hot forging tests. The microstructure was then compared in the cast and forged samples to get to know the closing process on microscopic scale.

Experimental Investigation

Casting

For the casting experiments a steel mould was constructed and produced. The founded steel-grade was 1.0503. In the experiments several pouring temperatures and modifications of the mould were tried out to produce an ingot with cavities that are suitable for further investigations. A schematic draft of such a casted ingot is illustrated in figure 1. The dark grey parts symbolize the cavities. At typical parts of the cavity, samples for the metallographic characterization were taken out.

The microstructure contains ferrite (white parts) and pearlite, as shown in Fig. 2. The white ferrite parts are dendrites, which are grown along the heat gradient into the center zone of the block or into the cavities. So shown, natural voids have no smooth surface like artificial holes.

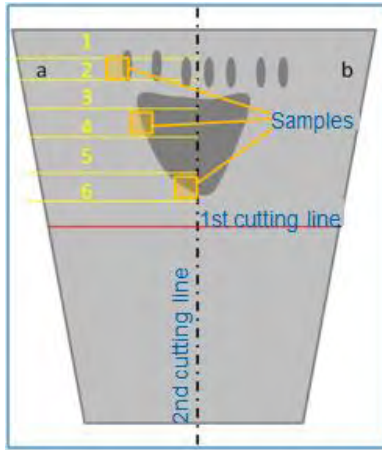


Figure 1. Schematic draft of the ingot

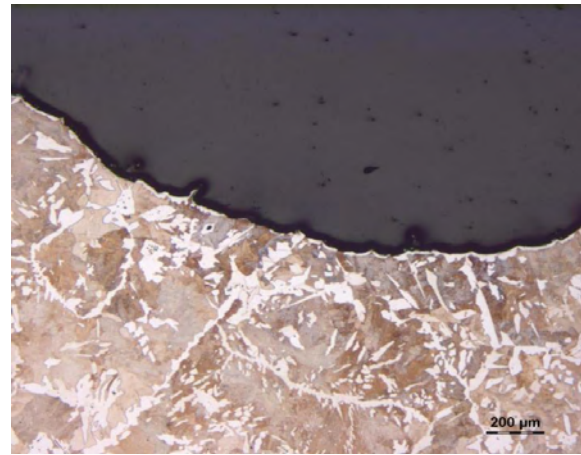


Figure 2. Microstructure of the ingot: dendritic surface of the cavities

Cold Forming

From the same ingot that was used for the characterization of the ingots after casting, a sample for a cold forging test was cut out. The cold forging test was done with a 36% reduction in height and afterwards metallographic samples were made. After cold forging different forms of cavities formed. That is because of the manifold structure of the cavity in cast structure and thus different local deformation degrees. One sample shows an elliptical form after forging as demonstrated in Fig. 3. The microstructure and also the cavity are elongated orthogonal to the forging direction.

At other positions of the ingot the former surfaces of the cavity came close together but they are not closed on the microscopic scale (Fig. 4). Also there are areas of the cavity, where dendrite arms bend into the cavity, but there are some retained cavities between them and also they are not closed on microscopic level.

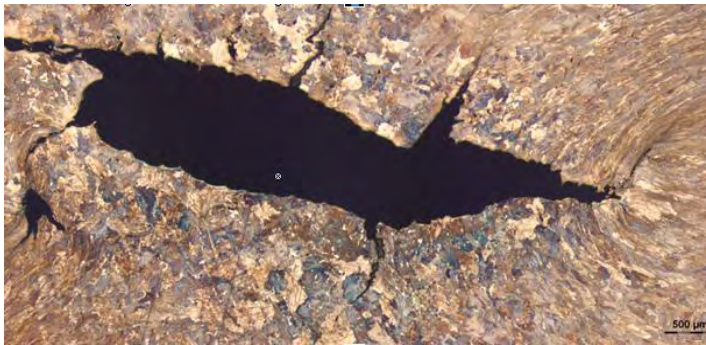


Figure 3. Cavity after forging

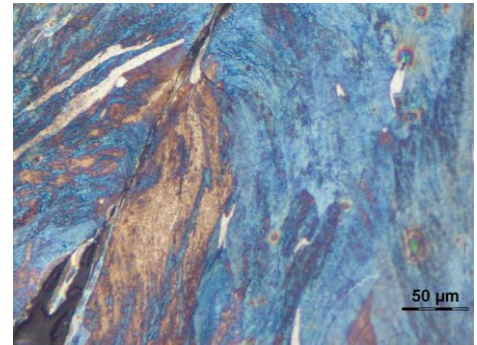


Figure 4. Former surface of the cavities after forging

Recrystallization

After cold forming the samples were recrystallized. In the metallographic pictures it is seen that areas at the cavity surface with larger and smaller new grains formed. The smaller grains are in areas with a high local deformation degree, so the dislocation density was higher than in the areas with a lower deformation degree where larger grains grew. So it can be assumed, that the cavity will close at first in the areas with smaller grains, because for closing a recrystallization and grain growth over the surface of the cavity is necessary

Hot Forming

Also hot forging experiments were undertaken. Therefore ingots with cavities were forged in one upset with a reduction rate of 36% under the 10 MN universal forging press at the Institute of Metal Forming in Freiberg/Germany (Fig. 5). The temperature of the oven was about 1200°C.

After forging a metallographic analysis was carried out. In the SEM picture (Fig. 6), there are grains at the place of the former cavity surface. This means recrystallization took place and granulation and grain growth over the former cavity surface occurred. Thus the cavity is closed not just on macroscopic but also on microscopic scale.



Figure 5. 10 MN universal forging press

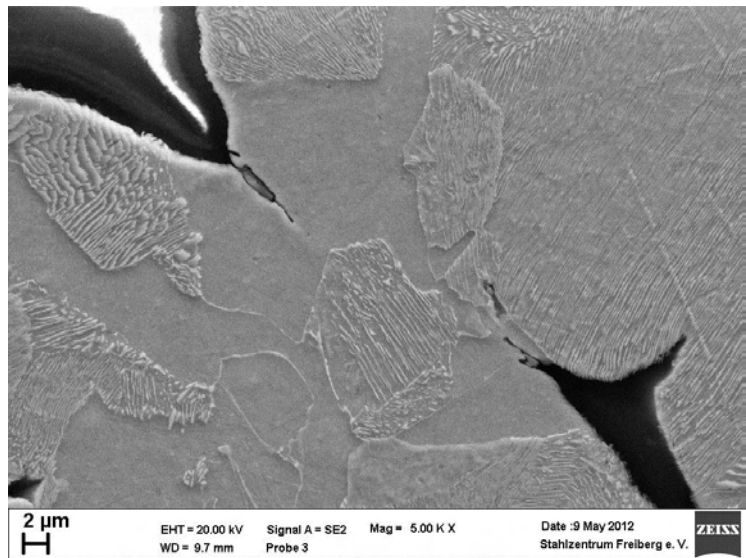


Figure 6. SEM picture of a former cavity surface after hot forming

Discussion of Results and Summary

Casted ingots contain cavities, which have to be eliminated by the means of forging. To compare the microstructure before and after forming, special casted ingots were at first metallographically analyzed after casting. Then cold and hot forging tests were carried out.

The microstructure after casting shows a lot of dendrites, which grew into the cavities. After cold forging, the cavities are closed on macroscopic scale but not on microscopic one. However after hot forming tests on the new 10 MN universal forging press at the Institute of Metal Forming, the cavities are closed also on microscopic scale. The reason therefore is that recrystallization, granulation and grain growth occurred.

References

1. Stenzhorn, F.: Beitrag zur empirisch-theoretischen Vorausplanung des Freiformschmiedens großer Blöcke mit Hohlräumen, Diss., RWTH Aachen, 1982.
2. Haverkamp, K. D.; Heil, H.-P.; Pillkahn, H.-B.: Umformbedingungen für das Dichtschmieden der Kernzone durch Recken, in Stahl und Eisen, Nr. 105/22, 1985, S. 104-111.
3. Kopp, R.; Ambaum, E.: Verhalten von inneren Hohlstellen im Schmiedestück beim Freiformschmieden, in Stahl und Eisen, Nr. 96/21, 1976, S. 1004-1009.
4. Schultes, T.: Zur theoretischen Analyse des Verhaltens von inneren Hohlstellen im Werkstück beim Freiformschmieden anhand von Geschwindigkeitsfeldern, Diss., RWTH Aachen, 1979.
5. Ambaum, E.: Untersuchungen über das Verhalten innerer Hohlstellen beim Freiformschmieden, Diss.; RWTH Aachen, 1979.
6. Lee, Y. S.; Lee, S. U.; Van Tyne, C. J. et al: Internal Void Closure during the Forging of Large Cast Ingots Using a Simulation Approach, in Journal of Materials Processing Technology, Nr. 211, 2011, S. 1136-1145.

В.Ф. БАЛАКИН, С.В. КАДИЛЬНИКОВ

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА БАУШИНГЕРА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОЛОЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

В настоящее время все более широкое применение получает использование вибрации при обработке металлов давлением. Работами отечественных и зарубежных исследователей доказана эффективность и целесообразность промышленного применения колебаний звукового и ультразвукового диапазонов при штамповке, волочении, прокатке, отделочно-упрочняющей обработке металла, а также сверлении, точении, резании материалов. Прерывистый характер деформирования при вибрации механизмов или обрабатываемого металла приводит к ряду положительных эффектов, таких как уменьшение сил контактного трения, снижение сопротивления деформации, эффективного значения деформирующей силы и работы деформации, дает возможность осуществить поочередное деформирование полосы несколькими инструментами, вибрирующими со сдвигом по фазе. Это создает реальные предпосылки для интенсификации процессов обработки давлением.

Целью настоящего исследования является создание конструкции волочильной установки, которая

обеспечивала бы при протягивании через волоку металла снижение сопротивления деформации металла, улучшение структурно чувствительных свойств металла, повышение качества поверхности металла.

Технический результат, ожидаемый при решении поставленной задачи, достигается применением двух последовательно установленных волок, которым сообщаются противофазные колебания. Решение задачи достигается путем усовершенствования конструкции двухволочного устройства на основе эффекта Баушингера.

За счёт применения эффекта Баушингера происходит разупрочнение металла; применение торсионного эффекта позволяет улучшить структуру металла за счёт измельчения зёрен; сглаживание шероховатости происходит за счёт сплющивания мелких дефектов поверхности в процессе вибрации.

Поставленная задача достигается тем, что при прохождении заготовки через волоку на неё воздействуют противофазными торсионными резонансными колебаниями посредством использования вибраторов, а проворачивание волок относительно друг друга осуществляют на угол $1 - 15^\circ$ в разные стороны поочерёдно с частотой периодических осцилляций пластического течения, определяемой для каждого конкретного металла по формуле:

$$v_0 = 1/T_0 = G/\eta$$

где T_0 – период осцилляции, с; G – модуль сдвига, Па; η – коэффициент внутреннего трения материала, который деформируется, Па·с.

Кроме того, применение торсионных колебаний приводит к увеличению доли простого сдвига в механизмах пластического деформирования, то есть, в дальнейшем использовании эффекта интенсивной пластической деформации [1] что, как известно, способствует формированию равномерной субмелкозернистой структуры. Последнее приводит к значительному увеличению структурно чувствительных свойств, таких как предел прочности σ_e , предел текучести σ_m при сохранении пластичности δ , относительного сужения Ψ , ударной вязкости α_k .

Кроме того, установлено, что применение виброрезонансного волочения позволяет уменьшить кривизну готовых изделий, а также снизить сопротивление деформации металла до 50% за счет использования того же эффекта Баушингера. Это связано с тем, что при упругих деформациях перемена знака внешнего усилия вызывает только изменение знака деформации, без изменения её абсолютной величины. Если же под действием внешних усилий в металле возникают дислокации, т.е. наступает режим пластической деформации, то упругие свойства изменяются и начинает сказываться влияние знака первоначальной деформации. Если металл подвергнуть слабой пластической деформации нагрузкой одного знака, то при перемене знака нагрузки обнаруживается понижение сопротивления начальным пластическим деформациям (эффект Баушингера). Возникающие при первичной деформации дислокации обуславливают появления в металле остаточных напряжений, которые, складываясь с рабочими напряжениями при перемене знака нагрузки, вызывают снижение предела пропорциональности, упругости и текучести материала. С увеличением начальных пластических деформаций величина снижения механических характеристик увеличивается [2].

Таким образом, при использовании предлагаемого способа вибрационного волочения технологический процесс осуществляется следующим образом. Две последовательно установленные волоки, которым сообщаются противофазные торсионные колебания за счёт использования электроэксцентриковых или любых других вибраторов, находятся на оси прохода заготовки. На рис. 1 показана динамическая схема вибрационного волочения металла.

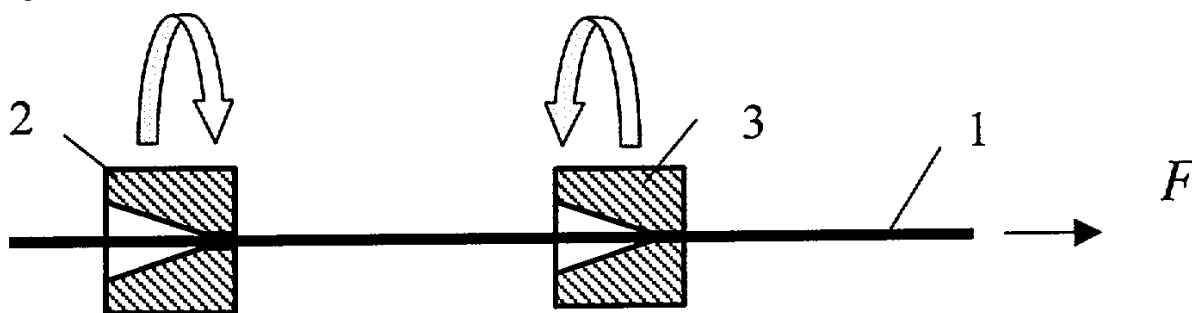


Рис.1. Динамическая схема вибрационного волочения металла (1 – заготовка, 2 – первая волока, 3 – вторая волока)

Вектор силы вибратора, приложенной к волокодержателям, направлен по касательной к оси волочения заготовки 1. Таким образом волоки 2 и 3 выполняют реверсивные круговые движения в противофазе. Если волока 2 поворачивается по часовой стрелке, то волока 3 – против нее. Обе волоки действуют синхронно.

Выводы

Применение вибрации двух волок в противоположных фазах способствует снижению усилия

волочения до 50 %, в результате чего становится возможным увеличение степени деформации за проход, что снижает цикличность производства, а также позволяет расширить марочный сортамент обрабатываемых сталей и сплавов.

Изменение структуры металла, происходящее при применении торсионного эффекта, приводит к тому, что готовое изделие выдерживает более высокие нагрузки на разрыв.

Улучшение качества поверхности, а именно, сглаживание шероховатости, происходит за счёт сплющивания мелких дефектов поверхности в процессе вибрации.

Литература

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. – 136 с.
2. Горин Ю.В. Указатель физических эффектов и явлений для использования при решении изобретательских задач.

Е.Е. ВЫЛУПКО, Н.В. ИГНАТОВ

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКУСКОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Производство окучкованных железорудных шихтовых материалов для металлургических технологий сегодня превратилось в целую подотрасль. Ведущими технологиями в производстве окучкованных материалов является агломерация и обжиг окатышей. По существу и характеру протекания процессов тепло - и массообмена эти технологии являются представителями обширного класса процессов термосинтеза и крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов. На металлургическом предприятии с полным циклом доля энергетических затрат при осуществлении этих технологий достигает 10-12 % [1].

В структуре энергетического баланса процесса агломерации и обжига окатышей значительное место занимает природный газ. При агломерации он обеспечивает зажигание технологического топлива в слое в начальном периоде процесса, обжиг окатышей осуществляется продуктами сжигания природного газа на протяжении всего периода обжига. Таким образом, расход природного газа при осуществлении этих технологий практически вдвое превышает аналогичный показатель зарубежных фабрик окучкования [2]. Агломерационное спекание в начальном периоде осуществляется в отсутствие верхней ступени теплообмена и ее имитирует внешний источник тепла в виде зажигательных устройств различных конструкций, восполняя дефицит теплоты. В этой связи снижение расхода природного газа в начальном периоде агломерации представляется возможным за счет совершенствования конструкции зажигательного устройства, режима его работы, а также способа подвода тепла к агломерируемому слою. Одним из возможных путей такого совершенствования при агломерации является замена дефицитного природного газа твердотопливной насадкой на поверхности слоя в комбинации с пусковым горелочным устройством щелевого типа [3], чем достигается наиболее совершенная имитация верхней ступени теплообмена. Твердотопливная насадка при получении окатышей реализуется путем их смешивания с твердым топливом, формированием твердотопливной подложки на колосниковой решетке перед укладкой окатышей. Воспламенение подложки пусковым горелочным устройством щелевого типа осуществляется в вакуумном режиме. Смесь окатышей с твердым топливом укладывают на горящую подложку и одновременно процесс обжига переводят в дутьевой режим. Таким образом, природный газ исключается практически полностью, и обжиг окатышей осуществляют в режиме агломерационного спекания.

В настоящих исследованиях экспериментально изучен начальный период агломерации в виде системы тепловых воздействий при нагреве слоевой системы в режиме фильтрации. Во второй части исследований изучено применение твердого топлива в виде твердотопливной насадки в слое окатышей и твердотопливной подложки в дутьевом режиме фильтрации теплоносителя.

Исследования проведены на агломерационной установке опытно экспериментального комплекса кафедры металлургии чугуна НМетАУ, состоящей из трех основных узлов: подготовки шихты, спекания и механических испытаний спека. В идентичных условиях шихтового, методического и аппаратурного обеспечения проведена серия спеканий в цилиндрической чаше, получены спеки, определены прочностные характеристики агломерата и показатели процесса спекания.

В первой серии опытов экспериментально изучали процесс спекания при комбинированном газотвердотопливном воспламенении топлива шихты. В ходе исследований реализован 5-и факторный план Хартли, варьировали массу твердотопливной засыпки и крупность топлива, расход топлива в шихту, продолжительность воспламенения топлива засыпки и разрежение при зажигании. Предлагаемая

газотвердотопливная технология зажигания и спекания агломерата повышенного качества осуществляется за счет укладки на поверхность шихты слоя твердого агломерационного топлива, тепловая мощность которого соответствует 30-40 % потребности в тепле для спекания 1/6-1/10 высоты спекаемого слоя в условиях аналогичных нижним слоям [4]. Это способствует выравниванию условий формирования структуры спека по всей высоте слоя агломерируемой шихты. Твердотопливная засыпка на поверхности шихты подвергается воспламенению в течение 20-30 с теплоносителем с температурой 1200-1250 °С из пускового горелочного устройства. Продолжительность воспламенения твердотопливной засыпки соответствовала длительности пребывания шихты в зоне предварительного нагрева длиной 0,4 м горнового устройства при скорости движения спекательных тележек 1,5-1,6 м/мин. Исследования проведены в поле реальных значений рецептурно-технологических параметров.

Спекания считали законченными при достижении максимальной температуры отходящего газа. Полученный спека взвешивали и один раз сбрасывали с высоты 2,0 м на стальную плиту. По выходу фракции +5 мм после сбрасывания определяли выход годного. Прочность годного агломерата определяли по ГОСТ 3200-95, удельная производительность установки рассчитывалась по выходу годного и продолжительности спекания.

Засыпка исключает потерю тепла излучением с поверхности спекаемого материала, аккумулирует в себе тепло излучения и обеспечивает возврат его в слоевую систему в режиме конвективного теплообмена.

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением массы твердотопливной засыпки на поверхности слоя изменение прочности на удар носит экстремальный характер. Максимальная прочность на удар достигается при массе топлива засыпки соответствующей 3,356 кг/м² аглоленты или 8,389 кг/паллету агломашины. Устойчивое повышение прочности агломерата на удар наблюдается при увеличении верхней границы крупности частиц твердого топлива насадки, что связано с увеличением длительности внешнего нагрева слоя и поступления теплоты в слой по верхней ступени теплообмена. Главный результат реализации энергосберегающей технологии зажигания топлива шихты и нагрева слоя состоит в том, что твердотопливная насадка на поверхности слоя позволяет в 3,5-4,5 раза сократить расход природного газа. Необходимо отметить, что общий расход твердого топлива на процесс не возрастает и остается в пределах расчетной величины.

Во второй серии экспериментов изучена технология обжига окатышей в виде слоевой системы из железорудных гранул в смеси с твердым топливом. В основу технологии обжига окатышей положен принцип раздельной подачи твердого топлива в объеме сыпучей слоевой системы и ее окускования на активной твердотопливной подложке в дутьевом режиме фильтрации теплоносителя в режиме агломерационного спекания. Слоеая система представляет собой шихтовую композицию железорудных гранул идентичного вещественного и химического составов в смеси с твердым топливом, уложенную на активную подложку из твердого топлива.

Активная твердотопливная подложка представляет собой слой коксовой мелочи фракции 0-10 мм, уложенный на колосниковую решетку. Подложка обеспечивает зажигание твердотопливной насадки в спекаемом слое и формируется на колосниковой решетке перед загрузкой окатышей. Воспламенение топлива собственно подложки осуществляется в вакуумном режиме фильтрации продуктами сгорания газообразного топлива из зажигательного устройства. Вакуумный режим фильтрации постепенно сменяется дутьевым с одновременной укладкой смеси окатышей и твердого топлива на горящую твердотопливную подложку. В дальнейшем процесс развивается в режиме зонального агломерационного спекания с образованием смеси отдельных окатышей и друзоподобных спеков.

Выход годного составил 90%. Как производительность - 100 т/ч, так и удельная производительность установки 0,8 – 1,0 т/м²ч соответствовали значениям реального производства окатышей на обжиговых машинах. В массе спеченного материала разрушенных окатышей не наблюдалось. Прочность окускованного материала на удар после испытаний (ГОСТ 3200-95) находилась на уровне 87,5%.

В обоих случаях доля газообразного топлива в энергетическом балансе изученных процессов окускования значительно снижена и в целом удельный расход природного газа составил 1 м³/т окускованного железорудного материала. Как твердотопливная засыпка на поверхности слоя, так и твердотопливная подложка в случае монодисперсной шихты позволяют значительно снизить затраты природного газа для зажигания топлива и обжига окатышей и получить регулярную упорядоченную структуру спека флуктационного типа в случае традиционной технологии агломерации и блочно-ячеистого строения при обжиге окатышей в дутьевом режиме.

Выводы

Рассмотрена структура энергетических балансов ведущих процессов получения окускованных железорудных материалов в отечественной и зарубежной практике. Установлено, что энергетический баланс процессов окускования в Украине характеризуется высокой долей природного газа. Предложена замена газообразного топлива альтернативным твердым как в агломерационном процессе, так и при обжиге окатышей. Экспериментально изучена возможность замены в поле варьирования реальными рецептурно-технологическими параметрами процесса. Показана возможность значительного сокращения расхода природного газа в 3,5-4,5 раза по сравнению с традиционной агломерацией, стабилизация прочностных характеристик спека по его высоте, получения окускованного сырья регулярной структуры блочно-ячеистого строения.

Литература

1. Nacamura N. Recent problems in iron-making technology. – Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan, 1981. – v.21 - № 2- p.75-91.
2. Энергопотребление при агломерации / Я.Л.Белоцерковский, В.И.Клейн., Л.И.Леонтьев, Г.М.Майзель, С.Г. Майзель. Екатеринбург: УрО РАН. 1998.57 с.
3. Авт. св. СССР // SU 1570444 А1, F 27 В 21/08. Горн агломерационной машины // В.Ф. Степаненко, Н.В. Игнатов, С.В. Смирнов, В.К. Перфильев и др. - опубл. 07.04.1988.
4. Патент на корисну модель // Спосіб спікання агломерату № 64944, Україна// Є.Є. Вилупко, С.Є. Суліменко, М.В. Ігнатов, О.Я. Ілюхин, В.І. Верещак - опубл. 25.11.2011. Бюл. №22.

Е.В. ДОРОГОЙ

Донбасский государственный технический университет, Украина

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРУПНЫХ И МЕЛКИХ ФРАКЦИЙ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ В ПРОСТРАНСТВЕ КОНУСНОГО ОКОМКОВАТЕЛЯ С ФРОНТАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ ПРИ ЕГО РАБОТЕ В РЕЦИРКУЛЯЦИОННОМ РЕЖИМЕ

В настоящее время на большинстве агломерационных фабрик СНГ в качестве аппаратов для окомкования шихты используются барабанные (цилиндрические) окомкователи. Они характеризуются высокой производительностью (порядка 150-1200 т/ч), низкими капитальными и эксплуатационными затратами, но, в то же время, вследствие малого энергетического воздействия на шихту не в состоянии обеспечить ее качественную подготовку к спеканию.

Проектной документацией большинства аглофабрик СНГ, построенных в конце 1950-х – 1960-е годы, предусматривалось наличие в агломерационной шихте большого количества грубозернистых составляющих (аглоруды, известняка). В настоящее время агломерационная шихта содержит до 70 % железорудного концентрата (тонкоизмельченного материала), что обуславливает несоответствие шихтовых условий проектным решениям и неспособность существующего оборудования (в том числе барабанных окомкователей) обеспечивать качественную подготовку шихты к спеканию.

Несмотря на неоднократные попытки совершенствования конструкции барабанного окомкователя, такие как установка подпорного кольца, желобчатых лопастей, лопаток и перегородок, «лифтеров», камерных кольцевых пластин и т.д., а также изменения линейных размеров, угла наклона и скорости вращения большинство процессов подготовки шихты к спеканию остаются незавершенными, что приводит к несоответствию шихты требованиям интенсивного ведения процесса агломерации [1]. Так, например, процесс усвоения шихтой воды является незавершенным, а режим увлажнения, применяемый на практике, чаще всего является струйный, в результате чего зародыши гранул, формирующиеся из тонкоизмельченного материала, являются пористыми и непрочными, что приводит к образованию механически неустойчивых к внешним нагрузкам гранул, степень гидратации и диспергирования извести составляет не более 60 %, что приводит к ее существенному перерасходу и т.д.

Одним из существенных недостатков барабанных окомкователей является то, что процессы гранулообразования и стабилизации гранул не разделены в пространстве и времени. Данного недостатка лишены тарельчатые [2] окомкователи, где возникновение зародышей происходит вблизи увлажняющих форсунок, а их рост – вблизи борта устройства. Но, в то же время, из-за своей низкой производительности они не получили распространения в агломерационном производстве.

В последнее время на некоторых аглофабриках появилось дополнительное оборудование, представленное интенсивными смесителями [3]. По уровню энергетического воздействия на материал они наиболее эффективны из всех известных аппаратов. Однако, применение интенсивных смесителей требует высокой культуры производства, пока недоступной на отечественных предприятиях.

Таким образом, в настоящее время оформилась необходимость создания новой технологии и

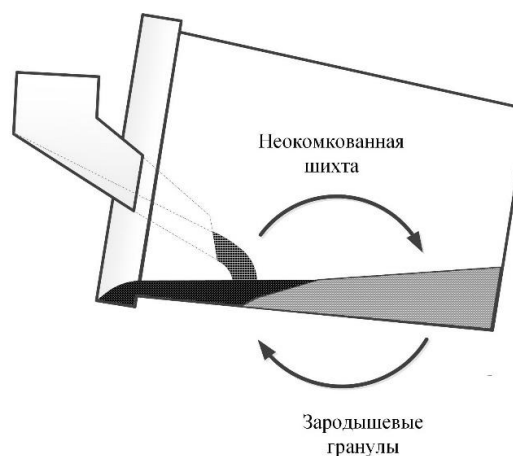


Рис. 1. Схема движения неокомкованной шихты и зародышевых гранул в пространстве окомкователя

аппаратурного оформления процесса окомкования агломерационной шихты, сочетающей в себе высокую производительность и качество получаемых гранул.

По мнению автора, использование конусного окомкователя агломерационной шихты с фронтальной загрузкой, работающего в рециркуляционном режиме, позволяет повысить качество окомкования агломерационной шихты, не снижая при этом производительность устройства. Это обусловлено эффектом противотока, при котором частицы неокомкованной шихты движутся от стороны загрузки к тыльной стороне окомкователя, а зародышевые гранулы им навстречу (рисунок 1). Такой режим работы, при условии «мокрого» [4] гранулирования (когда в окомкователь подают материал с влажностью, превышающей оптимальную, и некоторое количество сухого материала), в результате которого зародыши уплотняются (отдельные частички за счет взаимного перемещения укладываются более плотно, а избыточная влага выдавливается на поверхность зародыша) обеспечивает дальнейшее присоединение к зародышу сухих частичек.

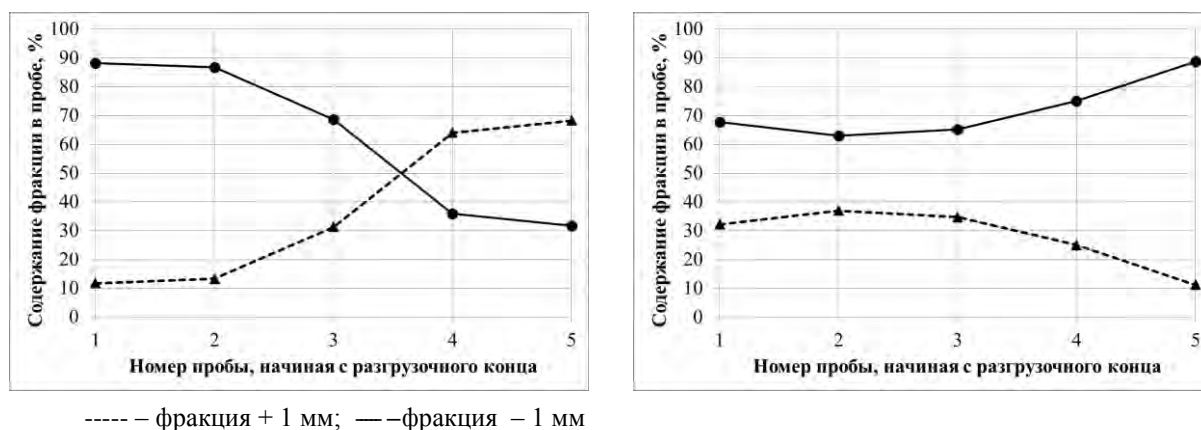


Рис. 2. Перераспределение крупных (+1) и мелких (-1) фракций агломерационной шихты в пространстве конусного окомкователя с фронтальной загрузкой при его работе в рециркуляционном режиме (а – распределение шихты после 10 секунд работы; б – распределение шихты после 240 секунд работы)

По мере приближения частичек друг к другу толщина пленок связанной воды становится все меньше, а прочность сцепления увеличивается. Характер движения частиц шихты в противотоке подтвержден экспериментально и представлен на рисунке 2.

При проведении данных исследований агломерационная шихта рассеивалась на крупные (+1) и мелкие (-1) фракции после чего в соотношении 30/70 фракция - 1 мм загружалась у разгрузочного конца, а фракция + 1 мм – у тыльной стороны окомкователя. Техническая характеристика конусного окомкователя с фронтальной загрузкой приведена в таблице 1.

Таблица 1
Техническая характеристика конусного окомкователя с фронтальной загрузкой

Параметр	Значение
Длина, м	0,54
Больший диаметр, м	0,74
Меньший диаметр, м	0,32
Высота кольцевой перегородки, м	0,01
Скорость вращения, об/мин	17
Угол наклона устройства, град	9
Угол раскрытия конуса, град	20

Через 10 и 240 секунд после начала работы на равном расстоянии друг от друга отбиралось 5 проб, начиная со стороны загрузки. Пробы рассеивались на сите с размером ячейки 1 мм.

Анализ графиков, представленных на рисунке 2, говорит о «переходе» мелких фракций к тыльной стороне окомкователя, а крупных – к стороне разгрузки, т.е. указывает на наличие противотока. Такой режим работы (при условии фронтальной загрузки) обеспечивает непрерывное поступление мелкой (комкующейся) фракции в переднюю часть устройства (со стороны разгрузки), где она двигаясь навстречу зародышевым гранулам, накатывается на них, обеспечивая их рост. При этом избыток мелких фракций попадает в заднюю часть окомкователя, где под действием локального переувлажнения превращается в зародышевые гранулы, движущиеся в сторону разгрузки.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтверждают теоретические предположения, высказанные выше, и говорят о возможности существенного повышения качества подготовки агломерационной шихты к спеканию без потери производительности путем использования конусного окомкователя с фронтальной загрузкой при его работе в рециркуляционном режиме.

Литература

- Исаенко, Г.Е. Совершенствование технологии комбинированного окомкования, загрузки, зажигания и спекания агломерационной шихты [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02/ Исаенко Георгий Евгеньевич. – Липецк, 2011. – 157 с.

2. Arino, S. Разработка технологии спекания аглошихты с высоким содержанием окатышей [Текст] / S. Arino // Тэцу то хаганэ. J. Iron and Steel Inst. Jap. – 1987. – v. 73. № 4. – С. 71.
3. Хадано, Я. Улучшение окомкования доменного сырья с использованием смесителя с высокоскоростной лопастной мешалкой на аглофабрике № 3 в Кокуре [Текст] / Я. Хадано // Ironmaking conference proceedings. – 1995. – №54. – С. 535-540.
4. Коротич, В.И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов [Текст] / В.И. Коротич // М.: Metallurgia. – 1966. – 152 с.

С.В. ЖУРАВЛЕВА, В.С. МАМЕШИН, А.С. ГРИЦЕНКО, Ю.С. ПАНИОТОВ
Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ (АКП)

Постановка проблемы

Для подавляющего большинства марок стали сера является вредной примесью, вызывающей красноломкость, поэтому ее стремятся удалить на всех стадиях металлургического передела, в том числе и при обработке металла на агрегате ковш-печь. Глубина удаления серы зависит от состава шлака, температуры обработки, площади контакта между металлом и шлаком и ограничена условиями равновесия. В производственных условиях равновесное распределение серы между металлом и шлаком обычно не достигается, но приближается к нему, поэтому крайне важно изучение термодинамических и кинетических закономерностей процесса десульфурации при концентрациях серы близких к равновесным.

Анализ последних достижений в данной области

Процесс десульфурации при обработке металла на агрегате ковш-печь является гетерогенным физико-химическим процессом, состоящим из нескольких стадий: [1–3]

- диффузия серы к поверхности раздела металл-шлак;
- химическая реакция на границе металл-шлак;
- диффузия серы от межфазной границы в объем шлака.

Согласно исследованиям ряда авторов [4] процесс удаления серы лимитируется внешней диффузией, то есть диффузией серы в шлаке. Другие исследователи [5] считают, что наиболее медленным звеном является внутренняя диффузия – серы в металле.

Лимитирующую стадию физико-химического процесса можно определить по перепадам концентраций, влиянию перемешивания на скорость процесса и по кажущейся энергии активации. Кажущаяся энергия активации ($E_a^{\text{каж}}$) представляет собой средневзвешенную величину, которая интегрально отражает все стадии гетерогенного процесса. Обычно считают, что если $E_a^{\text{каж}} > 400$ кДж/моль, то процесс находится в кинетической области и лимитируется скоростью химической реакции. Если $E_a^{\text{каж}} \leq 150$ кДж/моль, то наиболее медленной стадией является скорость диффузии. Когда $150 \leq E_a^{\text{каж}} < 400$ кДж/моль, то процесс протекает в смешанном режиме.

Постановка задачи

Целью работы являлось определение лимитирующего звена процесса десульфурации металла при обработке на агрегате ковш-печь.

Изложение основных материалов исследования

Было исследовано 50 опытных плавов спокойных марок сталей СтЗсп и Ст5сп, массой 60 тонн. В соответствии с принятой технологией, металл выплавляли в дуговой сталеплавильной печи (ДСП), выпускали в сталеразливочный ковш, а затем проводили его доводку на агрегате ковш-печь. На ковше-печи проводили раскисление металла в соответствии с заданной маркой стали и присаживали шлакообразующие – известь и плавиковый шпат, для наведения высокоосновного рафинировочного шлака, масса которого обычно составляет порядка 3 тонн. Во время обработки ведется продувка аргоном через две пробки, установленные в днище ковша и нагрев стали до заданной температуры. Температура металла после обработки составляла 1580 – 1620 °С.

Так как на скорость десульфурации оказывает сильное влияние начальное содержание серы в металле (рис. 1), то выборка данных была разбита на 6 массивов по начальной концентрации серы (таблица 1).

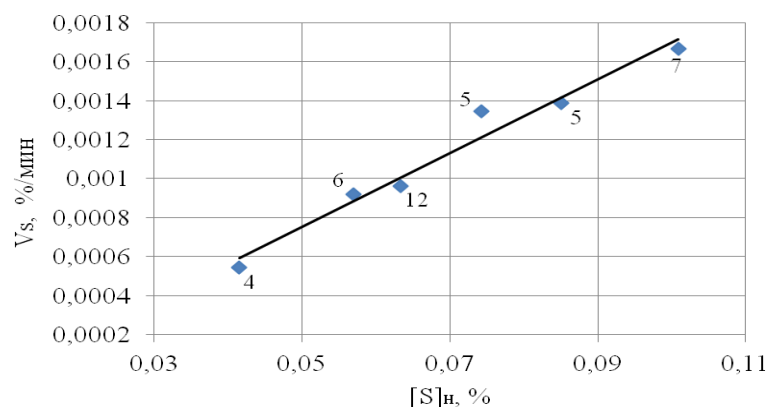


Рис. 1 График зависимости скорости от начального содержания серы [S]_н

Зависимость описывается уравнением регрессии (1):

$$V_s = 0,0189 [S]_н - 0,0002, \quad R^2 = 0,9687 \quad (1)$$

Согласно зависимости на рис. 1, с ростом начальной концентрации серы в металле увеличивается движущая сила физико-химического потенциала – разность концентраций, поэтому растет скорость десульфурации.

Таблица 1

Характеристика массивов						
Диапазон колебаний	Начальное содержание серы, [S] _н , %					
	≤ 0,05	0,05 – 0,06	0,06 – 0,07	0,07 – 0,08	0,08 – 0,09	≥ 0,09
Количество плавков	4	6	12	5	5	7

Поскольку скорость удаления серы можно представить в виде уравнения (2):

$$V_s = K \cdot F \varphi([S]), \quad (2)$$

где K – константа скорости физико-химического процесса; F – величина реакционной поверхности, м; $\varphi([S])$ – движущая сила физико-химического процесса, для кинетического режима – $\Delta\mu_i$, для диффузионного – ΔC_i . То, если записать константу скорости в форме уравнения Аррениуса и прологарифмировать уравнение (2), получим выражение:

$$\ln V_s = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + A, \quad (3)$$

Для каждой группы плавков были построены уравнения зависимостей $\ln V_s$ от $1/T$, и затем по экспериментальным данным и выражению (3) рассчитана кажущаяся энергия активации (таблица 2).

По результатам расчетов построен график (рис. 2) зависимости кажущейся энергии активации от начального содержания серы в металле при обработке на агрегате ковш-печь.

Таблица 2

Расчет кажущейся энергии активации		
[S] _н , %	Уравнение зависимости	E _а ^{каж} , Дж/моль
≤ 0,05	V _s = - 11964 1/T + 1,178	99420,8
0,05 – 0,06	V _s = - 8175,6 1/T + 2,641	67934,3
0,06 – 0,07	V _s = - 16604 1/T + 1,905	137979
0,07 – 0,08	V _s = - 38586 1/T + 13,911	320650
0,08 – 0,09	V _s = - 36608 1/T + 12,842	304212
≥ 0,09	V _s = - 39604 1/T + 14,816	329109

Согласно зависимости, представленной на рис. 2, при начальной концентрации серы свыше [S]_н ≥ 0,07 % процесс десульфурации протекает в переходной области и лимитируется как скоростью самой химической реакции, так и диффузией. При снижении концентрации серы происходит переход процесса удаления серы в диффузионную область, где наиболее медленным звеном является диффузия серы в шлаке. Предполагается, что при дальнейшем уменьшении содержания серы в металле на уровне 10⁻³ %, процесс десульфурации, станет протекать во внутридиффузионной области, где лимитирующим звеном является диффузия серы в металле.

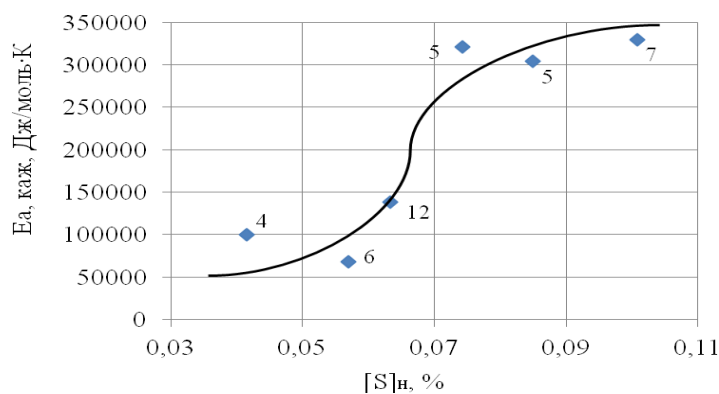


Рис. 2. График зависимости $E_a^{\text{каж}}$ от начального содержания серы $[S]_н$

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В работе рассмотрен механизм процесса удаления серы при обработке металла на агрегате ковш-печь. Дана оценка лимитирующего звена процесса десульфурации по величине кажущейся энергии активации. Показано, что при низких концентрациях серы в металле, скорость физико-химического процесса определяется диффузией.

Литература

1. Жуховицкий А.А., Белашенко Д.К., Бокштейн Б.С. и др. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. – М.: Metallurgy, 1973. – 312 с.
2. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая Химия. – М.: «Metallurgy», 1987. – 688 с.
3. Дюдкин Д.А., Бать С.Ю., Гринберг С.Е. Производство стали на агрегате ковш-печь. – Донецк: ООО «Юго-восток, Лтд», 2003. – 300 с.
4. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов. – К. – Д-цк: «Вища школа», 1986. – 280 с.
5. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов. – М.: «Metallurgy», 1986. – 464 с.
6. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали. – Дн-ск: Системные технологии, 2000. – 200 с.

А.С. КОВЕРЯ, Р.В. АЛТЫНИКОВ

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА КОКСА ПУТЁМ ЕГО ПОСЛЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ

Каменноугольный кокс является сырьем для многих производств черной и цветной металлургии, а также химической промышленности. Технология производства кокса нацелена на удовлетворение требований основного потребителя – доменного производства, для которого требуется кокс с высокой механической прочностью и относительно низкой реакционной способностью. Однако существует целый ряд потребителей кокса, которые выдвигают к его качеству свои требования. Поэтому получение кокса разного качества для широкого круга производственных процессов является важной задачей.

Качество кокса зависит от свойств угольного сырья, технологии подготовки шихты к коксованию, условий коксования, способов тушения кокса и его послепечной обработки. Наиболее эффективным путем улучшения качества кокса, без влияния на технологию его производства, является послепечная обработка.

Известные способы послепечной обработки кокса заключаются в его орошении водными растворами различных реагентов [1, 2] или в нанесении на поверхность предварительно увлажненного кокса пылевидных веществ, например, колошниковой пыли [3]. В случае орошения кокса реагентами его обработку рационально совмещать с процессом тушения.

В основе способов орошения водными растворами реагентов лежит идея воздействия на кокс веществ, способных при высоких температурах плавиться без разложения и испарения, растекаясь при этом по поверхности кокса. Проникая в поры и трещины тела кокса, эти вещества могут образовывать «защитный слой», стойкий к действию высоких температур и проявлять ингибирующее действие в реакциях с окислительными газами или же наоборот оказывать каталитическое действие.

Недостатком такого типа способов обработки кокса является то, что «защитный слой» при транспортировке будет разрушаться. Кроме того, в процессе разбрызгивания водного раствора реагентов не

все капли раствора, которые попадают на поверхность кокса, будут впитываться в его поры и трещины, учитывая гидрофобность кокса. Поэтому для лучшей смачиваемости необходимо использовать поверхностно-активные вещества.

Недостатком способов нанесения на поверхность кокса пыли, является то, что после высушивания и при перегрузках пыль из поверхности кокса будет удаляться, то есть эффективность обработки кусков кокса очень низкая.

Что касается направленного влияния на свойства кокса разных реагентов, то известно каталитическое действие на реакционную способность кокса оксидов щелочноземельных металлов Ba, Ca, Mg, щелочного металла Na, металлов Fe, Cu, V и серы. По активности оксиды этих металлов располагаются следующим образом: $\text{Na}_2\text{O} > \text{BaO} > \text{CaO} > \text{MgO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{CuO} > \text{V}_2\text{O}_5$. Оксиды B_2O_3 , TiO_2 и фторид AlF_3 снижают реакционную способность кокса [4].

Цель работы – разработка способа послепечной обработки кокса и проверка его эффективности с точки зрения влияния на качество кокса. При разработке способа учитывали тот факт, что внешняя поверхность кусков кокса составляет всего лишь около 2 % от доли внутренней, принимающей участие в окислительно-восстановительных процессах. При этом пористость кокса составляет 45-55 %. Следовательно, эффективность обработки кокса химическими реагентами будет выше, если затрагивать доступную внутреннюю поверхность кокса. Помимо этого, важным является изучение возможности обработки кокса реагентами, которые лучше всего отвечают технологическим особенностям соответствующих процессов, использующих кокс.

Исследования проводили в условиях опытно-экспериментального комплекса кафедры металлургического топлива и восстановителей НМетАУ. Был разработан способ обработки кокса, который заключается в создании разряжения в реакционном объеме, в котором находится кокс и водный раствор реагента. После создания вакуума относительно небольшой глубины, объем соединяют с атмосферой, в результате чего происходит выравнивание давления в объеме до атмосферного, а кокс при этом интенсивно впитывает реагент в поры и трещины.

Предлагаемым способом обрабатывали кокс крупностью 7-6 мм. В качестве реагентов были выбраны: 7 %-ный водный раствор тетрабората натрия (известна практика использования боратов для снижения реакционной способности коксов [2]), 5 %-ный водный раствор извести (известь является компонентом доменной загрузки) и 50 %-ный раствор красного шлама (является отходом глиноземного производства, содержит большое количество различных оксидов и имеет влажность более 50 %). Период обработки кокса реагентами составлял 10 минут. После чего кокс взвешивали, высушивали и снова взвешивали для определения прироста массы (табл. 1). Как показывают результаты, предлагаемый способ позволяет эффективно обрабатывать кокс. Следует отметить, что при разбрызгивании водных растворов реагентов прирост массы кокса составляет максимум 4 %.

Таблица 1

Результаты прироста массы кокса после обработки

Проба кокса	Прирост массы обработанного кокса, %	Прирост массы на сухое состояние, %
Кокс, обработанный водой	25	-
Кокс, обработанный известью	32	15
Кокс, обработанный красным шламом	74	38
Кокс, обработанный бурой	91	28

Для изучения влияния обработки на свойства кокса определяли его реакционную способность по отношению к кислороду воздуха (горючесть). По результатам определения горючести необработанного и обработанного коксов был построен график зависимости потери массы кокса от времени (рис. 1).

Во всех случаях потеря масса обработанного кокса снижается. Горючесть кокса, обработанного известью почти схожа с кривой начального кокса, особенно в первой части опыта. В целом, в случае с коксами, обработанными известью и красным шламом, такой ход кривых объясняется тем, что вместо углерода кокса в исследуемых пробах, по сути, находится определенное количество неорганических веществ, соответственно, 12 % и 38%. При обработке бурой потеря массы составила всего лишь 25 % от взятой навески кокса. Такой результат свидетельствует о том, что при обработке бурой на поверхности кокса, в его порах и трещинах образовался «защитный слой» соли, который значительно снизил реакционную способность кокса.

Таким образом, проведенные в работе исследования позволяют говорить об эффективности разработанного способа послепечной обработки кокса водными растворами реагентов с целью формирования его свойств. Способ можно применять как на стадии коксохимического производства после сортировки кокса, так и непосредственно перед его использованием в соответствующих процессах.

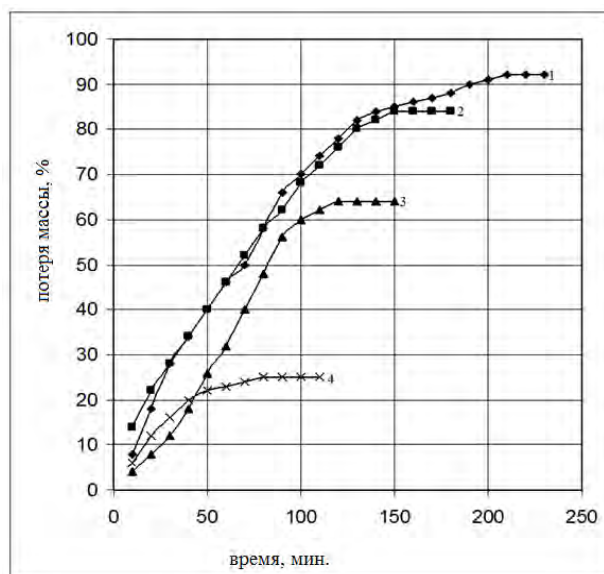


Рис. 1. Потеря массы проб коксов: 1 – исходный кокс; 2 – кокс, обработанный водным раствором извести; 3 – кокс, обработанный красным шламом; 4 – кокс, обработанный бурой

Литература

1. Бабанин В. И., Торяник Э. И., Сытенко И. В и др. О пылевыведении при реализации совмещенного процесса термической подготовки угольной шихты и сухого тушения кокса // Кокс и химия. 1991. № 6. С. 40, 41.
2. Пат № 31186. UA. C10 L9/00 Спосіб поліпшення якісних показників доменного коксу / В. О. Тамко, В. І. Саранчук, Є. І. Збиковський та ін. // Опубл. 25.03.2008, бюл. № 6. С. 8.
3. Динельт В. М., Страхов В. М., Холопенко Н. А. и др. Улучшение свойств кокса как углеродистого восстановителя нанесением колошниковой пыли // Кокс и химия. 1988. № 10. С. 21-23.
4. Catalytic effect research of minerals on coke reactivity / Lei Z., Wei-min W., Ping C. // The 5th International Congress on the Science and Technology of Ironmaking. October 20-22, 2009. Shanghai, China. Proceedings. P. 414-417.

Д.Ю. КУЗНЕЦОВ

Донбасский государственный технический университет, Украина

НОВЫЙ СПОСОБ ДЕСИЛИКОНИЗАЦИИ МАЛОКРЕМНИСТЫХ АВТОЛИСТОВЫХ СТАЛЕЙ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ

В последние годы с целью получения требуемого стандартами химического состава малокремнистых автолистовых сталей разрабатываются новые технологии рафинирования металла в агрегатах ковш-печь (АКП), в которых при проведении десульфурации и десиликонизации металла требуется создать противоположные термодинамические и кинетические условия. Достигнуть соблюдения технологических требований для одновременного удаления кремния и серы по ряду причин экономического, организационного и технического характера зачастую не удается [1].

Основными технологическими приемами, способствующими получению низкого содержания кремния в стали и предотвращающими его восстановление в процессе внепечной обработки и разливки, являются:

- отсечка шлака на выпуске металла из конвертера в сталеразливочный ковш;
- снижение окисленности конечного конвертерного шлака и исключение поступления в него сильных раскислителей при раскислении металла для десульфурации;
- связывание уже образовавшегося SiO_2 оксидом кальция в неактивные соединения;
- внепечная обработка стали под шлаком с повышенным (2-4%) содержанием (FeO);
- использование малокремнистых раскислителей и лигатур, магнезитовых огнеупоров для футеровки сталеразливочных и промежуточных ковшей;
- рациональный нагрев металла, значительно влияющий на процессы восстановления кремния из шлака;
- принудительное вторичное окисление кремния кислородом воздуха [2-4].

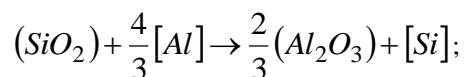
Однако, несмотря на наличие достаточно большого количества технологических схем, способствующих получению низкого содержания кремния в малокремнистых автолистовых сталях, все они имеют существенные недостатки:

- отсутствует возможность полной отсечки шлака перед выпуском стали;
- имеет место повышенный расход извести для связывания SiO_2 , который ухудшает жидкоподвижность шлака;
- ограничивается раскисление расплава алюминием, что приводит к снижению степени десульфурации;
- применение принудительного вторичного окисления кремния приводит к перерасходу алюминия и загрязнению металла алюминатами.

В связи с этим возникает необходимость усовершенствования технологии внепечной обработки стали для получения регламентированного содержания кремния в действующих производственных условиях и при минимальных затратах.

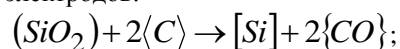
Для решения поставленной задачи автором были проведены теоретические и экспериментальные исследования поведения кремния в системе шлак-металл в сталеразливочном ковше во время доводки малокремнистых автолистовых сталей в АКП.

В частности, установлено, что повышение содержания кремния в металле обусловлено развитием процессов его восстановления из SiO_2 шлака. Термодинамические расчеты, проведенные для реальных условий системы металл-шлак в агрегате ковш-печь, показали, что при температурах расплава менее $\sim 1900^\circ C$ более сильным восстановителем кремния из кремнезема является алюминий, который вводится в металл при раскислении:



$$\Delta G_T = -266127 + 117,39 \cdot T, \text{ Дж/моль.}$$

При температурах выше $\sim 1900^\circ C$, характерных для области дугового разряда, более сильным по сравнению с алюминием восстановителем кремния становится углерод, присутствующий в системе в виде твердого углерода графитированных электродов:



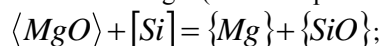
$$\Delta G_{1700-2000} = 709870 - 365,44 \cdot T, \text{ Дж/моль;}$$

$$\Delta G_{\gamma 2000} = 683470 - 352,42 \cdot T, \text{ Дж/моль.}$$

Таким образом, в качестве источников перехода кремния из шлака в металл следует рассматривать два процесса, которые протекают одновременно, – алюмино- и карботермии кремния из кремнезема рафинировочного шлака.

Лабораторные исследования процесса восстановления кремния показали, что при отсутствии дугового нагрева имеет место незначительный прирост содержания кремния в стали, обусловленный процессом алюминотермии кремния из кремнезема шлака. Наличие при обработке стали высокотемпературной области электрической дуги и твердого углерода электродов в качестве восстановителя обеспечивает протекание процесса карботермического восстановления кремния. Установлено, что количество кремния, восстанавливаемого из шлака процессом алюминотермии, составляет 7-13% от общего количества восстановленного кремния, а процессом карботермии – 87-93%.

Одним из наиболее эффективных путей решения задачи получения регламентированного содержания кремния в малокремнистой автолистовой стали является разработка технологии внепечной обработки, предусматривающей его удаление из металла в сталеразливочном ковше путем расходования кремния стали на реакции восстановления компонентов шлака кремневосстановительным процессом в условиях низкотемпературной плазмы дугового разряда АКП. В частности, предложено косвенное окисление кремния за счет восстановления магния из MgO (силикотермии магния):



$$\Delta G_T = 283195 + 30,8 \cdot T \cdot \lg(T) - 194,06 \cdot T, \text{ Дж/моль.}$$

По результатам термодинамического расчета, проведенного для реальных условий процесса, установлено, что температура начала процесса силикотермии магния составляет $2900-3300^\circ C$, следовательно, его протекание возможно только в высокотемпературной области на границе раздела металл-шлак вокруг дуг агрегата ковш-печь.

Для подтверждения гипотезы о протекании процесса силикотермии магния при вводе в высокотемпературную область работы электрической дуги АКП твердого оксида магния были проведены дополнительные исследования путем организации двухфакторного эксперимента в условиях действующего производства ПАО «Алчевский металлургический комбинат».

В качестве изучаемых факторов были выбраны массовый расход оксида магния M_{MgO} (кг) и

длительность дугового нагрева металла τ_H (мин.) после присадки MgO-содержащего материала. В качестве MgO-содержащего материала применялся плавный периклаз марки ППК-95 с содержанием MgO не менее 95% и крупностью 10-20 мм, что обусловлено большей плотностью периклаза (3800 кг/м³) по сравнению с плотностью конечного шлака АКП (3500 кг/м³) для обеспечения его поступления на границу раздела металла и шлака.

Значения переменных факторов согласно матрице планирования и результаты опытов представлены в табл. 1, где $\Delta[\text{Si}]$ – величина снижения содержания кремния в стали, %.

Таблица 1

Значения переменных факторов и результаты опытов

№ опыта	M_{MgO} , кг	τ_H , мин.	[Si], %		$\Delta[\text{Si}]$, %
			до	после	
1	50	3	0,0200	0,0191	0,0009
2	50	7	0,0245	0,0215	0,0030
3	150	3	0,0248	0,0213	0,0035
4	150	7	0,0284	0,0191	0,0093
5	29,3	5	0,0234	0,0222	0,0012
6	170,7	5	0,0248	0,0190	0,0058
7	100	2,2	0,0205	0,0193	0,0012
8	100	7,8	0,0287	0,0236	0,0051
9	100	5	0,0222	0,0178	0,0044

На всех опытных плавках было получено снижение содержания кремния в стали, удалось избежать превышения максимального предела по его содержанию. Таким образом, была экспериментально доказана промышленная эффективность способа силикотермии магния растворенным в металле кремнием при введении оксида магния в сталеразливочный ковш для десиликонизации стали.

По результатам эксперимента получена зависимость, имеющая вид

$$\Delta Si = -0,0025 + 1,1305 \cdot 10^{-5} \cdot M_{\text{MgO}} + 0,0009 \cdot \tau_H - 9,5208 \cdot 10^{-8} \cdot M_{\text{MgO}}^2 - 0,0001 \cdot \tau_H^2 + 9,25 \cdot 10^{-6} \cdot M_{\text{MgO}} \cdot \tau_H.$$

Использование данной зависимости при обработке автолистовых сталей в АКП позволяет получить регламентированное содержание кремния в готовом металле и исключить брак стали по химическому составу. Внедрение усовершенствованной технологии выпечки малоуглеродистой автолистовой стали в АКП ПАО «АМК» позволило исключить необходимость применения принудительного вторичного окисления кремния и, как следствие, сократить расход алюминия на 2,0 кг/т. Применение внедренной технологии в период с 01.01.2013 по 31.01.2013 позволило исключить отсортировку по содержанию кремния 2700 т непрерывнолитых заготовок, за счет которых выход годных слябов повысился на 3,24%, при этом экономический эффект составил \$38653.

Литература

1. Поживанов М.А. Выплавка стали для автолиста / М.А. Поживанов, Е.Х. Шахпазов, А.Г. Свяжин. – М.: Интерконтакт-Наука, 2006. – 165 с.
2. Валиахметов А.Х. Особенности изменения содержания кремния в малоуглеродистой стали во время ковшевой обработки / А.Х. Валиахметов // Сталь. – 2004. – № 7. – С. 22-23.
3. Тахаутдинов Р.С. Разработка и освоение технологии производства особомалоуглеродистой стали для автомобилестроения / Р.С. Тахаутдинов // Сталь. – 2003. – № 4. – С. 20-23.
4. Суханов Ю.Ф. Совершенствование технологии выплавки автолистовой стали / Ю.Ф. Суханов // Сталь. – 2005. – № 4. – С. 73-75.

А.С. МАКАРОВА

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА СВОЙСТВА МАТРИЧНОГО КОМПОНЕНТА И НИЗКОЦЕМЕНТНОГО КОРУНДОВОГО БЕТОНА

Введение

Существенные преимущества низкоцементных огнеупорных бетонов, в частности корундовых, обусловили расширение областей их применения в тепловых агрегатах черной металлургии и определили перспективу дальнейшего развития и совершенствования технологии их изготовления [1].

Тонкодисперсная составляющая бетонов – матрица, состоящая из тонкодисперсных фракций заполнителя – корунда и алюминаткальцевого цемента, добавок полифункционального действия, оказывает определяющее влияние на реологические свойства бетонов, кинетику твердения, процессы

структурообразования и их свойства.

Перспективным направлением в создании композиционных материалов с эффективной структурой и физико-механическими свойствами является механоактивация, позволяющая интенсифицировать процессы твердения, упрочнения контактной зоны между цементом и заполнителем, и спекания [1, 2].

Целью данной работы явилось исследование влияния механической активации электрокорунда и матричного компонента на изменение реакционной способности матрицы и свойства низкоцементного корундового бетона.

Экспериментальная часть

В качестве исходных материалов использовали электрокорунд следующего химического состава, %: Al_2O_3 – 94,38, SiO_2 – 0,69, Fe_2O_3 – 0,70, $\text{CaO} + \text{MgO}$ – 0,77, Na_2O – 0,61; цемент «Gorkal-70» (Al_2O_3 – 70,72 %, CaO – 28 %, SiO_2 – 0,32 %, Fe_2O_3 – 0,96 %) плотностью 3,34 г/см³ и площадью удельной поверхности 4205 см²/г.

Приготовление матрицы осуществлялось в вибрационной мельнице совместным помолом в течение 50 мин. цемента и электрокорунда, предварительно измельченного в течение 45 мин. и 90 мин. Определение плотности и площади удельной поверхности порошков после помола проводили с использованием приборов Ле-Шателье и Т-3 по стандартным методикам. Механоактивированные порошки исследовали методом рентгенофазового анализа (дифрактометр ДРОН-3) и электронной микроскопии (микроскоп "РЭМ-106И"). Сроки схватывания матрицы определяли на приборе Вика; pH водного раствора над осадком твердой части суспензий матрицы измеряли на ионометре «И-130». Бетонные смеси, содержащие 75 % электрокорунда фракции 6 – 0,063 мм и 25 % матрицы увлажняли водным раствором триполифосфата натрия (0,1 % от массы смеси). Из масс влажностью 5,2 – 5,6 % методом виброформования при частоте 60 Гц формовали образцы-кубы с ребром 50 мм, выдерживали на воздухе 2 суток и термообработывали при 110 °С (24 час) и 1550 °С (5 час). Определение показателей свойств бетонных образцов проводили в соответствии со стандартами Украины.

Повышение длительности помола корунда до 90 мин. сопровождалось увеличением плотности с 4,49 г/см³ до 4,51 г/см³ и площади удельной поверхности на 39 % (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики механоактивированного электрокорунда и матричного компонента

Материал, обозначение	Длительность помола, мин.		Плотность, г/см ³	Площадь удельной поверхности, см ² /г
	электрокорунд	матрица		
Электрокорунд (Э ₄₅)	45	-	4,49	1662
Электрокорунд (Э ₉₀)	90	-	4,51	2307
Матрица (М _{45/50})	45	50	4,08	5554
Матрица (М _{90/50})	90	50	4,02	6712

Использование в составе матрицы корунда Э₉₀, приводило к увеличению площади удельной поверхности на 1158 см²/г и снижению плотности на 0,06 г/см³, вследствие аморфизации и изменения морфологии поверхностной структуры частиц. Порошки матриц М_{45/50} и М_{90/50} представлены частицами корунда, равномерно окутанными слоем цемента. Частицы М_{90/50} отличаются многослойной кружевоподобной структурой поверхностного слоя (рис. 1).

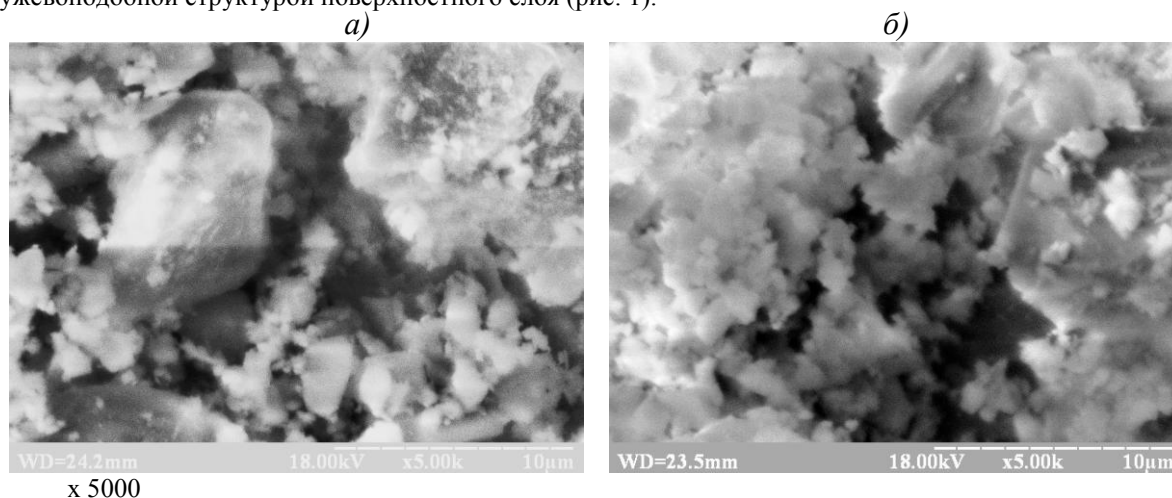


Рис. 1. Микрофотографии частиц матричного компонента: а) М_{45/50}; б) М_{90/50}

На дифрактограммах порошков электрокорунда Э₄₅ и Э₉₀ (рис. 2) характерные рефлексы d(Å): 3,44; 2,54; 2,36; 2,08; 1,73; 1,60; 1,54; 1,40; 1,37; 1,27 соответствуют кристаллической фазе α-Al₂O₃, а слабые рефлексы d(Å): 2,69; 2,51; 1,84; 1,69; 1,485; 1,452 указывают на присутствие незначительных количеств Fe₂O₃. На рентгенограмме порошка Э₉₀ (см. рис. 2, б) отмечено уширение пиков, что свидетельствует о более высокой степени аморфизации поверхностного слоя частиц вследствие повышения дефектности структуры. Некоторое снижение интенсивности характерного рефлекса α-Al₂O₃ (d(Å) 1,37) с 99 % до 57 %

обусловлено смещением угла отражения.

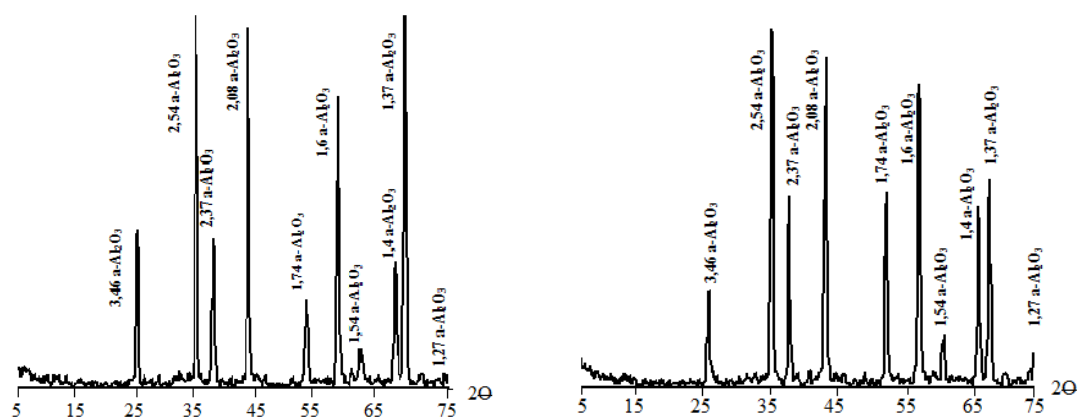


Рис. 2. Дифрактограммы электрокорунда: а) Э₄₅; б) Э₉₀

По результатам рентгенофазового анализа матричных компонентов M_{45/50} и M_{90/50} (рис. 3), фазовый состав материалов представлен α-Al₂O₃ (d(Å): 3,44; 2,54; 2,36; 2,08; 1,73; 1,60; 1,54; 1,40; 1,37; 1,27) и примесями железа, а также характерными для клинкерных минералов дифракционными пиками, соответствующих моноалюминату кальция – 2,94; 2,54; 2,37; 1,92; 1,54; 1,51 и диалюминату кальция – 2,71; 2,54; 2,08; 1,60; 1,54; 1,51).

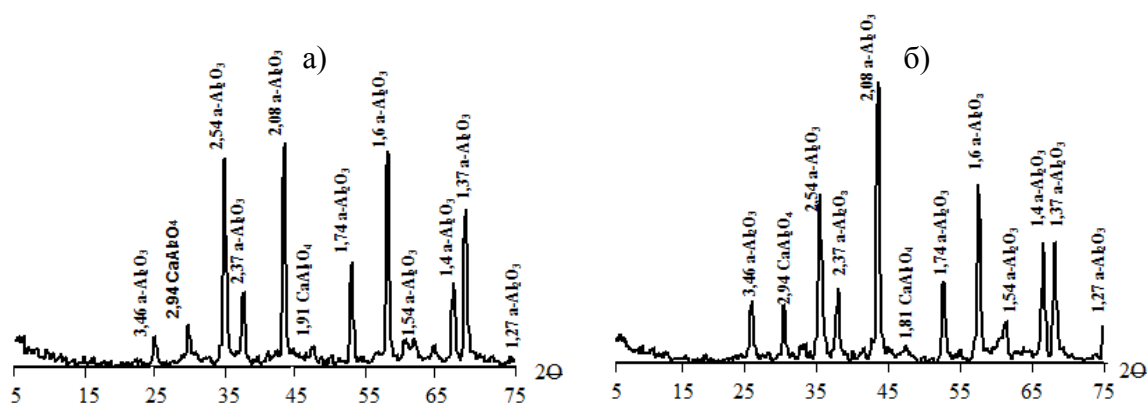


Рис. 3. Дифрактограммы матрицы: а) M_{45/50}; б) M_{90/50}

Отмечена более высокая интенсивность фазы α-Al₂O₃ (d(Å): 2,54; 2,37; 1,60; 1,37) в матрице M_{45/50}, содержащей предварительно активированный электрокорунд Э₄₅ (см. рис. 3, а), в то же время, ширина пиков матриц M_{45/50} и M_{90/50} сохраняется.

Сопоставительный анализ дифрактограмм электрокорунда (Э₄₅ и Э₉₀), матрицы M_{45/50} и M_{90/50} (см. рис. 2, 3), указывает на увеличение интенсивности и ширины характерных рефлексов d(Å): с 3,44 до 3,48 и с 3,44 до 3,47 соответственно, что свидетельствует об образовании большого количества активных центров на поверхности порошка.

Таблица 2

Материал	В/Т*	Сроки схватывания матричного компонента и рН суспензий							
		Сроки схватывания, час. – мин.		рН суспензий, час					
		начало	конец	0	3	6	9	12	15
Э ₄₅	2,0	–	–	8,68	–	–	–	–	–
Э ₉₀	2,0	–	–	9,60	–	–	–	–	–
M _{45/50}	0,2	1 – 13	4 – 47	–	–	–	–	–	–
	2,0	–	–	9,85	11,01	11,70	11,76	11,48	11,48
M _{90/50}	0,2	0 – 19	2 – 43	–	–	–	–	–	–
	2,0	–	–	10,05	11,22	11,90	10,74	10,74	10,75

* – водотвердое отношение

Увеличение длительности помола корунда сопровождается концентрацией дефектов и активных центров на поверхности частиц, что обуславливает более высокие значения рН (табл. 2) водной суспензии корунда Э₉₀ (9,60), по сравнению с рН суспензии Э₄₅ (8,68).

Существенный вклад в изменение кислотно-щелочного баланса суспензий корунда вносят катионы примесей металлов, концентрация которых на поверхности частиц повышается с увеличением времени помола. Совместный помол цемента и корунда сопровождается повышением блокирующего действия

частиц цемента, что подтверждается близкими значениями рН матриц $M_{45/50}$ (9,85) и $M_{90/50}$ (10,05). Ускорение процессов гидратации цемента, скорости образования гидрат-геля и коллоидизации цементной фазы, подтверждается кинетикой изменения рН и значительным снижением сроков схватывания матрицы $M_{90/50}$.

Более высокие значения пористости и низкая прочность бетона с матрицей $M_{90/50}$, после сушки свидетельствует о неоднозначном влиянии длительности активации корунда. В тоже время, помол корунда в течение 90 мин. способствует интенсификации процессов спекания и формирования микропористой механически прочной структуры бетона (табл. 3).

Таблица 3

Состав бетона		Показатели свойств корундового бетона		
		Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, г/см ³	Предел прочности при сжатии, Н/мм ²
Электрокорунд фр. 6-0,063 мм	Матрица ($M_{45/50}$)	<u>10,06</u> 13,39	<u>3,18</u> 3,28	<u>55,9</u> 105,6
	Матрица ($M_{90/50}$)	<u>11,91</u> 12,88	<u>3,19</u> 3,37	<u>39,5</u> 143,2

* – числитель – температура 110 °С; знаменатель – 1550 °С

Заключение

Проведенными исследованиями показано, что изменение активности заполнителя и матричного компонента путем оптимизации длительности активации позволяет направленно воздействовать на изменение кислотно-щелочной баланса, скорость процессов гидратации и спекания, формирование структуры и свойств корундовых бетонов.

Литература

1. Пивинский Ю.Е. Неформованные огнеупоры: справоч. изд. в двух томах. – Т.1. Общие вопросы технологии. – М.: Теплоэнергетик, 2005. – 448 с.
2. Болдырев В.В. Механохимия и механическая активация твердых веществ / В.В. Болдырев // Успехи химии. – 2006. – №75. – С. 203 – 216.

Л.С. МОЛЧАНОВ

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАГНИЯ ИЗ ОКСИДА НЕПОСРЕДСТВЕННО В ОБЪЁМЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА

Постановка задачи исследования

На современном этапе развития металлургического производства внепечная десульфурация чугуна является неотъемлемой операцией при производстве высококачественной стали [1 - 3]. Существует большое количество разнообразных вариантов обессеривания чугуна, среди которых наиболее действенной является технология с применением металлического магния [4]. Но применение для десульфурации активных реагентов (магния и других щелочных и щелочноземельных металлов) связано с рядом трудностей, среди которых наиболее значимыми можно считать бурное протекание процесса десульфурации и применение дорогих реагентов [5]. Выходом из сложившейся ситуации является реализация непосредственного восстановления магния из оксида в объёме жидкого чугуна. Известно о возможности алюмотермического восстановления магния из оксида непосредственно в объёме жидкого чугуна под действием тепла смежных термитных реакций [6]. Ввиду малой изученности данных процессов проведено исследование основных закономерностей и механизмов протекания процессов алюмотермического восстановления оксидов магния в составе экзотермической смеси непосредственно в объёме жидкого железоуглеродистого расплава.

Методика проведения исследований

Для проведения исследований применяли экзотермическую смесь, содержащую оксиды магния, кальция, железа и металлический алюминий, которая формовалась в цилиндрические брикеты (с диаметром 35 мм и высотой 50 мм) на жидкостекольной связке. Для ввода брикетов под уровень металлического расплава применяли экспериментальную установку (рис. 1).

Установка состоит из следующих конструктивных элементов, находящихся во взаимосвязи: печь Таммана (1), огнеупорная подставка (2), графитовый тигель с жидким чугуном (3), брикет из экзотермической смеси, содержащей оксид магния (4), механический захват (5), кронштейн (6) и термопара (7).

Для экспериментальных исследований применяли чугун, химический состав которого приведена в таблице 1, в количестве 1600 г. Его предварительно дробили до фракции 15 – 20 мм, загружали в графитовый тигель установленный в печи Таммана и нагревали до температуры 1350°C. Контроль температуры расплава осуществлялся по средству определения показаний термопары ВАР-5/ВР-20 подведённой ко дну тигля.

Режим нагрева печи Таммана был следующим: нагрев рабочего пространства осуществляли со скоростью 10 °С/ мин. до температуры 1350°C, после чего устанавливался стационарный режим, при котором за счёт подвода электроэнергии компенсировались только тепловые потери, а дальнейший нагрев расплава практически прекращался.

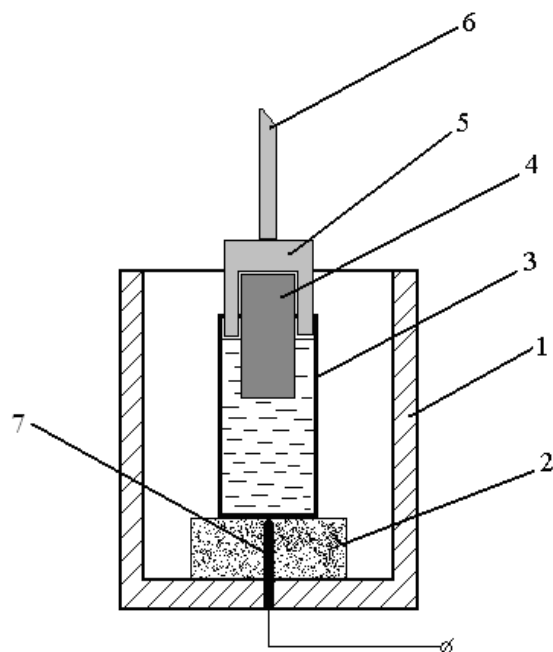


Рис. 1 Схема экспериментальной установки: 1 – печь Таммана; 2 – огнеупорная подставка; 3 – графитовый тигель с жидким чугуном; 4 – брикет из экзотермической смеси, содержащей оксид магния; 5 – механический захват; 6 – кронштейн; 7 – термопара ВАР-5/ВР-20

Таблица 1

Химический состав чугуна				
Содержание, %				
С	Mn	Si	S	P
4,38	0,55	0,87	0,032	0,148

Изготовлены пять одинаковых по массе экзотермических брикетов (весом 55 г каждый), которые последовательно погружали в расплавленный чугун и выдерживали в течение 5, 10, 20, 30 и 50 с, извлекали, охлаждали на воздухе и распиливали вдоль продольной оси с дальнейшим определением глубины разрушений при контакте с расплавом по средствам планиметрии.

Результаты исследования

Согласно теплофизической теории взаимодействия твёрдых тел с расплавами при вводе брикета из экзотермической магнийсодержащей смеси в объём жидкого чугуна протекают следующие процессы: 1) намораживание расплава; 2) плавление намороженной корки и 3) протекание фазовых и химических превращений в водимом материале при контакте с расплавом, приводящий к разрушению материала [7].

В течение 10 с выдержки протекает первая стадия, сопровождающаяся последовательным намораживанием металлического расплава на поверхности брикета толщиной 0,8 – 0,2 мм по истечению 5 с и 0,5 – 1,5 по истечению 10с.

При выдержке брикета под уровнем расплава на протяжении 20 с протекает совместно первая и вторая стадия. Таким образом в зоне брикета, находящейся вблизи газовой фазы продолжают протекать процессы намораживания расплава, а во всех остальных участках протекают процессы плавления намороженной корки расплава с последующим локальным разрушением поверхности. Прирост корки металлического расплава в зоне контакта брикета с газовой фазой составил 1,5 – 2 мм, а глубина поверхностного разрушения остальной поверхности брикета составляет 0,5 – 0 мм.

На протяжении 30 с выдержки брикета под уровнем расплава протекает третья стадия, сопровождающаяся процессом разрушения материала брикета. Таким образом, вся поверхность брикета подвержена разрушения, глубина которого находится в пределах 5 – 7 мм.

При выдержке брикета под уровнем расплава в течении 47 с протекает третья стадия, при которой имеет место объёмное разрушение брикета.

На каждом из промежуточных участков времени определена средняя глубина разрушения поверхности брикета и рассчитана его средняя скорость (таблица 2). Учитывая, что процесс взаимодействия подразделяется на этапы намораживания, плавления расплава и непосредственного взаимодействия экзотермической смеси с расплавом, то целесообразно определение скорости изменения геометрических параметров брикета подразделить на 2 этапа.

На первом этапе была определена скорость намораживания расплава на поверхность брикета. Максимального значения она достигает в диапазоне выдержки 5 – 10 с, что связано с интенсивными процессами теплоотвода к материалу брикета.

На втором этапе была оценена скорость разрушения материала экзотермического брикета при

контакте с металлическим расплавом. Наибольшая её значение наблюдается по достижению времени 47 с, что связано с интенсивным протеканием реакций термитного восстановления оксидов железа и восстановления оксидов магния.

Средняя скорость процесса намораживания расплава и разрушения экзотермического брикета составляют 0,083 мм/с и 0,215 мм/с соответственно.

Таблица 2

Средняя скорость и глубина разрушения брикета			
Продолжительность, с	Средние параметры разрушения		
	глубина, мм	скорость намораживания, мм/с	скорость разрушения, мм/с
0	0	0	—
5	+0,5	+0,1	—
10	+1	+0,1	—
20	+1	+0,05	—
30	-6	—	-0,2
47*	-11	—	-0,23
Среднее значение	—	0,083	0,215

* - объёмное разрушение брикета

Выводы

1. Определены физико-химические закономерности взаимодействия экзотермической смеси содержащей оксид магния с жидким чугуном.
2. Определены средняя скорость намораживания расплава (0,083 мм/с) и разрушения экзотермического брикета (0,215 мм/с) при контакте с жидким чугуном.

Литература

1. Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевский, Ю.Я. Готвянский Основы металлургийного виробництва металів і сплавів: Підручник. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
2. Шевченко А.Ф., Двоскин Б.В., Быков Л.В., Зотов А.В. Выбор рациональной технологии внепечной десульфурации чугуна в условиях современного металлургического производства / Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1999. - № 5. - С. 23 – 27.
3. Дюдкин Д.А., Гринберг С.Е., Маринцев С.Н. Сопоставление эффективности способов десульфурации чугуна / Сталь. - 2001. - №4. - С. 17 - 19.
4. О.Г. Величко, Б.М. Бойченко, О.М. Стоянов. Технології підвищення якості сталі: Підручник. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2009. – 234 с.
5. Воронова Н.А. Десульфурация чугуна магнием. – М.: Металлургия, 1980. – 240 с.
6. Бойченко Б.М., Низяев К.Г., Стоянов А.Н., Молчанов Л.С., Раевская Н.В. Технология обработки чугуна магнитосодержащими брикетами // Научно-техническая конференция “Инновационные технологии внепечной металлургии чугуна и стали”. Донецк, 25 – 26 октября 2011г. – Донецк – С. 38 – 41.
7. Коган В.Е., Зенин Г.С., Пенкин Н.В. Физическая химия. Часть 2. Химическая кинетика: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2005. – 226 с.

Е.В. СИНЕГИН

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МАКРОСТРУКТУРЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ СУСПЕНЗИОННОЙ РАЗЛИВКЕ

Постановка проблемы

Моделирование процессов, сопровождающих разливку и кристаллизацию стали, значительно упрощается и удешевляется, если вместо жидкой стали использовать легкоплавкие металлы.

Процессы формирования макроструктуры всех металлов и сплавов имеют одинаковую природу и могут быть описаны одними параметрами [1]. Первым такую попытку осуществил Б. Чалмерс [2], сформулировав критерий концентрационного переохлаждения, определяющий развитие зоны концентрационного переохлаждения перед фронтом кристаллизации. Этот критерий, зависит от условий охлаждения расплава и его свойств и поэтому описывает кристаллизацию любых металлических расплавов.

Позднее этот критерий был уточнён в работах Маллинза и Секерки [3].

Таким образом, процесс кристаллизации средне- и тугоплавких металлов можно имитировать на таких металлах, как свинец, олово, цинк и т.д. В работе [4], например, в качестве модельного материала выбраны сплавы Sn + 20% Bi, Sn + 10% Pb, Sn + 85% Pb. Результаты этих исследований хорошо согласуются с математическими моделями, приведенными авторами в той же работе.

Основные результаты исследования

Для имитации затвердевания стального слитка в работе [5] принимают подобие на модели и натуре числа Фурье $Fo = idem$ и произведение числа Био и критерия фазового перехода $Bi \cdot N = idem$. Те же безразмерные комплексы использованы в работе [6] для определения времени затвердевания металлических расплавов. Дополнительно для обеспечения подобия кристаллической структуры авторы вводят следующие числа подобия:

- 1) температурный симплекс

$$\Theta = \frac{t_{nep} - t_{cp}}{t_S - t_{cp}} = idem, \quad (1)$$

где t_{nep} , t_S , t_{cp} – температура соответственно перегретого металла, солидус, и охлаждающей среды, К;

- 2) безразмерный комплекс

$$A = \frac{a_L}{a_S} \cdot \frac{1}{1 + \frac{L}{c_L(t_L - t_S)}} = idem, \quad (2)$$

где a_L , a_S – коэффициенты температуропроводности соответственно жидкой и твёрдой фазы, м²/с; L – теплота кристаллизации, Дж/кг; c_L – теплоёмкость жидкого расплава, Дж/(кг·К); t_L – температура ликвидус, К;

- 3) симплекс теплопроводности

$$\Lambda = \frac{\lambda_L}{\lambda_S} = idem, \quad (3)$$

где λ_L , λ_S – коэффициенты теплопроводности соответственно жидкой и твёрдой фазы, Дж/(м·с·К);

- 4) симплекс объёмного расширения

$$B = \frac{\beta_L}{\beta_S} = idem, \quad (4)$$

где β_L , β_S – коэффициенты объёмного расширения соответственно жидкой и твёрдой фазы.

Однако по данным А. Оно [7] существенную роль в процессе кристаллизации играют также циркуляционные потоки, имеющие место в реальных условиях разлива стали. Наличие этих потоков способствует скалыванию ветвей растущих дендритов, которые в объёме кристаллизующегося металла служат зародышами новой фазы. Помимо этого наличие потоков вынужденной конвекции интенсифицирует удаление ликватов от фронта кристаллизации, что приводит к снижению концентрационного переохлаждения. В работе [8] Ефимов приводит зависимость вида $Re = f(Sc)$ для расчёта критической скорости, при которой ликваты будут смываться с фронта кристаллизации вглубь расплава.

Из сказанного выше получаем $n = 10$ размерных факторов, сказывающихся на формировании макроструктуры сплавов: α , ΔT , λ , ρ^1 , L , l , c , w , v и D . Раскрыв $Dж = кг \cdot м^2 / с^2$, получим $k = 4$ основных единиц: $кг$, $м$, $К$ и $с$. Тогда после преобразования получим $n - k = 10 - 4 = 6$ безразмерных комплексов. Приведение рассмотренных факторов и параметров к безразмерному виду показано в таблице 1. Нахождение показателей степеней величин в полученных безразмерных комплексах осуществлялось по методике [9] решением системы линейных уравнений в программе *Mathcad 2000 Professional*.

С целью увеличения числа степеней свободы и упрощения полученных комплексов преобразуем их путём взаимного перемножения.

Комплекс π_1 есть упомянутое выше число Био.

¹ Влияние этого параметра на рассматриваемый процесс приводится в работе [3]

Определение чисел подобия физического моделирования

Величина	Единица измерения	Масштабная единица	Безразмерный комплекс
α	кг/с ³ ·К	–	$\pi_1 = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$
ΔT	К	К	–
λ	кг·м/с ³ ·К	с	–
ρ	кг/м ³	кг	–
L	м ² /с ²	–	$\pi_2 = \frac{L \cdot \rho^{2/3} \cdot l^{2/3}}{\Delta T^{2/3} \cdot \lambda^{2/3}}$
l	м	м	–
D	м ² /с	–	$\pi_3 = \frac{D \cdot \rho^{1/3}}{l^{2/3} \cdot \Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}}$
c	м ² /с ² ·К	–	$\pi_4 = \frac{c \cdot \rho^{2/3} \cdot l^{2/3} \cdot \Delta T^{1/3}}{\lambda^{2/3}}$
w	м/с	–	$\pi_5 = \frac{w \cdot \rho^{1/3} \cdot l^{1/3}}{\Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}}$
ν	м ² /с	–	$\pi_6 = \frac{\nu \cdot \rho^{1/3} \cdot l^{1/3}}{\Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}}$

Разделив комплекс π_2 на π_4 , получим критерий фазового перехода N:

$$N = \frac{\pi_2}{\pi_4} = \frac{L \cdot \rho^{2/3} \cdot l^{2/3}}{\Delta T^{2/3} \cdot \lambda^{2/3}} \cdot \left(\frac{c \cdot \rho^{2/3} \cdot l^{2/3} \cdot \Delta T^{1/3}}{\lambda^{2/3}} \right)^{-1} = \frac{L}{c \cdot \Delta T}. \quad (5)$$

Разделив комплекс π_6 на π_3 , получим число Шмидта Sc:

$$Sc = \frac{\pi_6}{\pi_3} = \frac{\nu \cdot \rho^{1/3} \cdot l^{1/3}}{\Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}} \cdot \left(\frac{D \cdot \rho^{1/3}}{l^{2/3} \cdot \Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}} \right)^{-1} = \frac{\nu}{D}. \quad (6)$$

Умножив комплекс π_4 на π_5 , получим число Пекле Pe:

$$Pe = \pi_4 \cdot \pi_5 = \frac{c \cdot \rho^{2/3} \cdot l^{2/3} \cdot \Delta T^{1/3}}{\lambda^{2/3}} \cdot \frac{w \cdot \rho^{1/3} \cdot l^{1/3}}{\Delta T^{1/3} \cdot \lambda^{1/3}} = \frac{w \cdot \rho \cdot c \cdot l}{\lambda} = \frac{w \cdot l}{a}. \quad (7)$$

Роль функционального критерия играет безразмерный симплекс $R = \frac{\delta}{r}$, показывающий отношение

толщины δ макроструктурной зоны заготовки к её радиусу r .

Полученные в результате преобразования безразмерные комплексы включают в себя все величины, входящие в числа подобия (1)-(3). К ним следует добавить неучтённые в анализе симплексы (1) и (4).

Ввод в кристаллизующийся расплав инокулятора из материала матрицы сопровождается «намерзанием» на него тонкого слоя металла, который после нагрева до температуры кристаллизации плавится вместе с самим инокулятором, снимая переохлаждение расплава. Тогда при диаметре частицы меньше критического ($d < d_{кр}$) он будет полностью расплавляться, снижая перегрев расплава.

Нахождение искомого критического диаметра осуществляется из дифференциального уравнения, полученного в работе [10] при начальном условии $\tau = \tau_{затв}$ ($\tau_{затв}$ – время полного затвердевания заготовки). Для описания остаточного диаметра частички вводим линейный симплекс $\Delta = \frac{d}{d_{кр}}$.

Выводы

Проведен расчёт чисел подобия для моделирования процесса формирования макроструктуры непрерывнолитой заготовки при суспензионной разливке. Определяющими выбраны комплексы Био Bi, Шмидта Sc, Пекле Pe, критерий фазового перехода N, и симплексы линейный Δ , температурный Θ , объёмного расширения B.

Литература

1. Борисов В.Т., Виноградов В.В., Тяжелникова И.Л., Уразаев Р.А. Математическое описание кристаллизации слитка с учётом фазовых превращений // Непрерывное литьё стали: Тематический отраслевой сборник №3. – М.: Metallurgia, 1976. – С. 6-25.
2. Чалмерс Б. Физическое металловедение. Пер. с англ. В.А. Алексеева, В.К. Григоровича / Под ред. А.К. Натансона. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по чёрной и цветной металлургии, 1963. – 456 с.
3. Флемингс М. Процессы затвердевания. Пер. с англ. В.Н. Виноградова и др. – М.: Мир, 1977. – 424 с.
4. Борисов В.Т., Виноградов В.В., Духин А.И. – «Изв. АН СССР. Металлы», 1971, №6, С. 104-109.
5. Акименко А.Д., Скворцов А.А., Сидоров С.П. Исследование затвердевания стальных слитков на физических моделях // Непрерывное литьё стали: Тематический отраслевой сборник №3. – М.: Metallurgia, 1976. – С. 30-35.
6. Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче.– Ленинград-М.: Государственное энергетическое издательство, 1958. – 416 с.
7. Оно А. Затвердевание металлов. Пер. с англ. Э.В. Захарченко / Под ред. В.А. Ефимова. – М.: Metallurgia, 1980. – 152 с.
8. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали. – М.: Metallurgia, 1976.– 552 с.
9. Румянцев В.Д. Теория тепло- и массообмена: Учебное пособие. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 532 с.
10. Мочалов А.А., Гайша А.А., Шаповал Н.А. Математическая модель физических процессов кристаллизации слитков и сварных швов при наличии микрохолодильников // Сб. науч. трудов НУК. – Николаев: НУК, 2008. – №6. – С. 76-80.

О.А. СУЩИЦ, Т.А. ВАЛЕНТИНОВА, М.Г. ШЕМЯКИНА, С.О. МОЛОКОВИЧ

Белорусский национальный технический университет, филиал в г.Солигорск

АГЛОМЕРАЦИЯ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВЫПУСКАЕМЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЯ

При добыче сильвинитовой руды шахтным способом с применением комбайновой выемки пластов, на стадии дробления породы до флотационной крупности зерен сильвина и в процессе флотационного обогащения образуются тонкие фракции сильвина и галита, которые значительно влияют на качество готовой продукции. Наличие повышенного количества тонких (менее 0,2 мм) фракций ухудшает физико-механические свойства удобрений: уменьшается насыпная плотность, увеличивается угол естественного откоса, слеживаемость, снижается сыпучесть, повышается пылимость. В результате увеличиваются потери товарной продукции, ухудшаются санитарные условия труда людей, занятых в производстве и в сфере потребления удобрений, загрязняется окружающая среда. Агрохимическими исследованиями показано, что до 40 % таких мелкозернистых калийных удобрений вымывается грунтовыми водами и не используется сельскохозяйственными культурами [1].

Выпуск продукции в обеспыленном и непылящем виде является одной из наиболее важных задач калийного производства. К наиболее эффективным методам улучшения физических свойств калийных удобрений относится пневмокласификация мелкозернистого хлорида калия, полученного флотационным и/или галургическим способом, и последующая переработка пылевых фракций в товарный продукт.

Анализ существующих в настоящее время технологических приемов переработки пылевых фракций хлорида калия показывает, галургические фабрики растворяют их и возвращают растворы на стадию кристаллизации. Этот же способ применяют на обогатительных фабриках, которые работают по комбинированной схеме обогащения калийных руд, где процесс флотации дополнен галургическим переделом, так называемым галургическим «хвостом» [2], что повышает извлечение хлорида калия и качество выпускаемых удобрений.

На действующих флотационных фабриках по переработке калийных руд России и Беларуси пылевые фракции подмешивают в исходное питание грануляционных установок или в готовый продукт – мелкозернистый хлорид калия, соответствующий ГОСТ 4568-83. Такие способы переработки пылевых фракций хлорида калия приводят к ухудшению физико-химических свойств мелкозернистого удобрения и гранулята. С увеличением содержания тонких фракций (менее 0,1 мм) в мелкозернистом продукте ухудшается сыпучесть, увеличивается слеживаемость и уплотняемость при хранении, пылимость при погрузочно-разгрузочных работах и внесении удобрения в почву.

При производстве гранулированного хлорида калия основными факторами, влияющими на физико-

механические свойства продукта, является гранулометрический состав прессуемого материала, его температура и давление процесса прессования. Следовательно, при увеличении содержания тонких фракций в питании грануляционных установок из-за ухудшения сыпучести питания валковых прессов, затрудненного воздухоудаления, повышенного содержания остаточных аминов полученные гранулы обладают недостаточной прочностью и более низким качеством по содержанию основного вещества, снижается производительность валковых прессов [3]. Тем не менее, анализ известных в литературе способов утилизации пылевидных фракций хлорида калия, показал, что метод прессования пылевидного хлорида калия в условиях действующих обогатительных фабрик наиболее перспективен. Он может быть осуществлен без дополнительных значительных капитальных затрат с использованием имеющегося оборудования грануляционного отделения действующей фабрики. Особенно этот метод предпочтителен при условии получения непылящих или обеспыленных марок мелкозернистого хлорида калия на стадии сушки в сушилках «кипящего слоя».

С целью улучшения прессуемости, увеличения выхода спрессованного продукта содержание пылевых фракций в прессуемом материале необходимо снижать. Это достигается предварительной агломерацией тонкодисперсных фракций хлорида калия. Проведенными исследованиями [4-7] показано, что, несмотря на существование множества методов, до настоящего времени этот процесс изучен недостаточно: отсутствуют методики оценки способности различных веществ к агломерации, критерии выбора связующих и оборудования, обоснования параметров ведения процесса и др. В связи с тем, что агломерация пылевых фракций хлорида калия возможна при использовании различных схем, то критериями выбора схемы служат в первую очередь требования к качеству получаемых готовых продуктов, затем минимальный расход связующего вещества, простота аппаратного оформления, минимальные энергозатраты.

На рисунке 1 приведены варианты схем агломерации пылевых фракций хлорида калия, которые были исследованы в опытных условиях на пилотной установке.

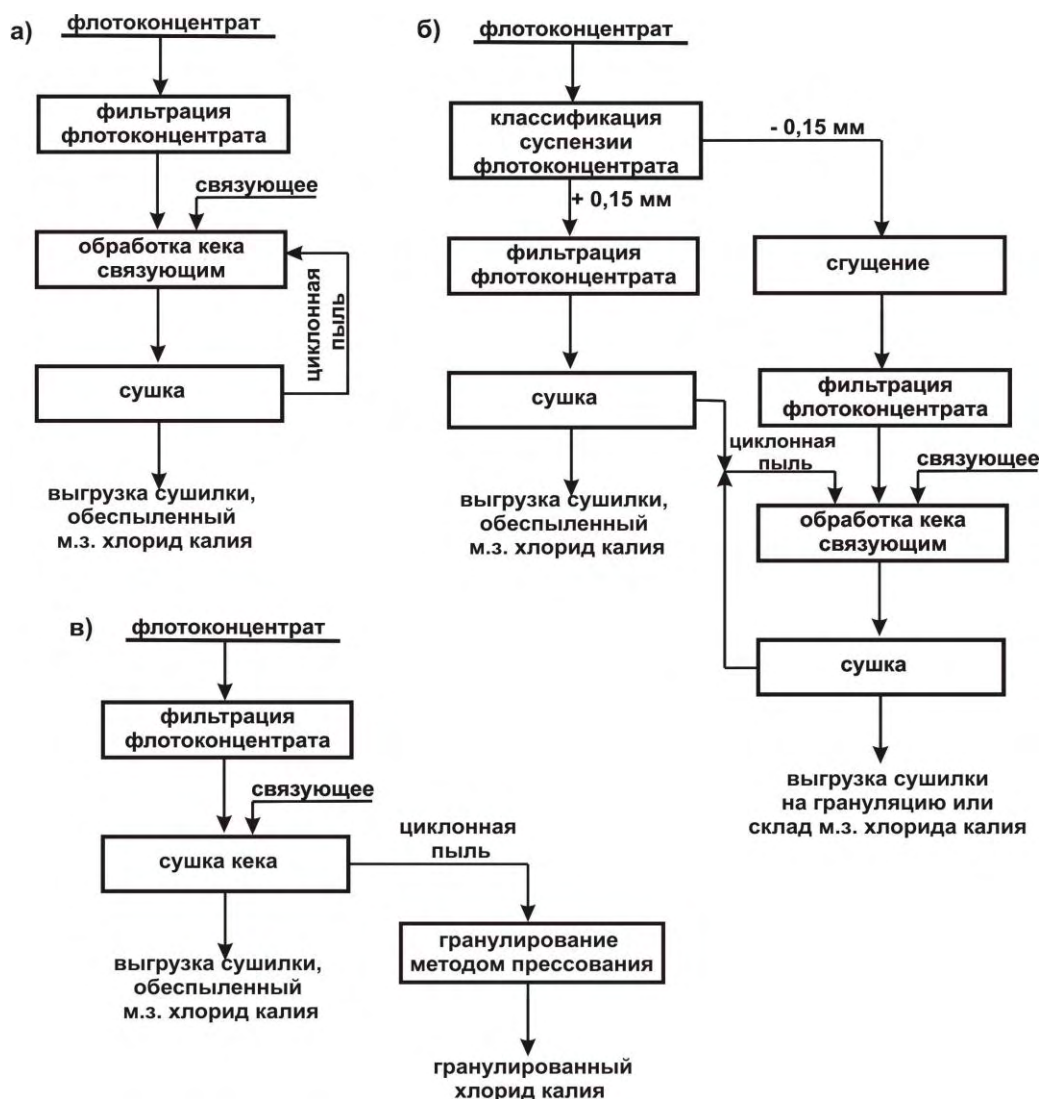


Рис. 1. Основные варианты схем агломерирования тонкодисперсных фракций хлорида калия с получением мелкозернистого обеспыленного и гранулированного продуктов

В состав пилотной установки входили: одновалковая лопастная горизонтальная мешалка для контактирования обрабатываемого материала со связующим веществом; пневматическая форсунка для нанесения связующего вещества на материал; сушилка типа БГС (барабанная грунлятор-сушилка) с диаметром барабана 0,3 м и длиной – 1,2 м, оборудованная электротенами для нагрева воздуха до температуры 200-220°С, используемого в качестве теплоносителя.

В качестве связующего вещества для процесса агломерации тонкодисперсного хлорида калия был исследован ряд веществ и их смеси: мочевино-формальдегидная смола (МФС), лигносульфонаты технические (ЛСТ), сульфитдрожжевая бражка (СДБ), мочевины и др.. Связующие вещества наносили на обрабатываемый продукт в виде струи, тонкодисперсных капель распылением через форсунку и в виде вспененного вещества, т.е. пены.

Результаты исследований оценивали по изменению гранулометрической характеристики обрабатываемого материала и, главным образом, по содержанию фракции 0,10-0,15 мм в исходном и обработанном продукте. Также немаловажным являлись цена и доступность реагента, хорошая растворимость его в воде, небольшой расход, отсутствие выделения токсичных веществ при воздействии высоких температур. В результате, для дальнейших опытных и опытно-промышленных исследований, был выбран вариант использования в качестве связующего при агломерации тонкодисперсного хлорида калия СДБ, модифицированная мочевиной при соотношении СДБ: мочевины = 1:1.

В таблице 1 приведены результаты лабораторных исследований характеристик хлорида калия до обработки связующим веществом и после. Данные показали, что обработка связующим веществом приводит к агломерации тонкодисперсных фракций хлорида калия, росту средневзвешенного диаметра частиц продукта, снижению угла естественного откоса и улучшению сыпучести. Эти параметры агломерированного хлорида калия играют значительную роль при дальнейшем использовании его в качестве готового продукта или исходного питания процесса гранулирования.

Таблица 1

Характеристики хлорида калия исходного и обработанного связующим веществом								
Наименование продукта	Массовая доля класса крупности, %						Скорость истечения продукта, г/с	Угол естественного откоса, градус
	+ 1,0 мм	(-1+0,5) мм	(-0,5+0,3) мм	(-0,3+0,2) мм	(-0,2+0,1) мм	-0,1мм		
Флотоконцентрат хлорида калия:								
выгрузка сушилки	1,70	25,60	26,90	14,90	21,40	9,40	50	30
циклонная пыль	-	-	6,15	10,75	32,45	50,65	8	39
Выгрузка сушилки, обработанная связующим								
в количестве 1 %	10,2	27,50	23,00	12,60	17,60	9,20	61	30
в количестве 3 %	19,89	27,93	20,13	10,19	15,14	6,93	56	30
в количестве 5 %	36,50	23,70	15,85	8,20	11,65	4,10	45	31
Циклонная пыль, обработанная связующим								
в количестве 3 %	2,60	5,10	9,40	11,70	31,50	39,70	19	28

Известно [8], что повышение содержания тонкодисперсных частиц затрудняет уплотнение материала. Это связано с тем, что при подаче такого материала в зону прессования из него выпрессовывается значительный объем воздуха, направленного вверх, навстречу просыпающемуся между валками материалу пресса. Образующийся «кипящий слой» материала препятствует подаче материала в зону прессования, что приводит к снижению производительности пресса, ухудшению качества спрессованной плитки низкой плотности и прочности. В конечном итоге, выход товарной фракции гранул невысокий, гранулы слабые и при хранении на складе и погрузке частично разрушаются.

Проведенные испытания в промышленных условиях РУ-3 ПО «Беларуськалий» схемы агломерации пылевых фракций хлорида калия в кипящем слое сушилки показали, что на выгрузке сушилки получен продукт, содержащий не более 3 % фракций менее 0,1 мм. Циклонная пыль при этом содержала на 50 % меньше фракций менее 0,1 мм и выход пыли из сушилки уменьшился примерно на 25 %.

В качестве связующего вещества был использован 20-30%-ный раствор технических

лигносульфонатов, модифицированных мочевиной в соотношении ЛСТ:мочевина = 1:0,1.

Для исследования влияния агломерации пылевых фракций на процесс прессования хлорида калия опытно-промышленные испытания схемы агломерации были проведены в масштабе всего сушильного отделения обогатительной фабрики РУ-3 ПО «Беларуськалий». Для этого была выполнена схема подачи раствора связующего в каждую из пяти сушилок КС-10 (тип «кипящего слоя»), каждая печь была оборудована пневматической форсункой, установленной над газораспределительной решеткой на высоте около 2 м в ближайшем к выгрузке сегменте аппарата.

Раствор связующего подавался в те сушилки, которые работали на выпуск мелкозернистого обеспыленного хлорида калия, в котором содержание фракций менее 0,1 мм регламентировано и не должно превышать 3 %.

В сушилки, которые работали на выпуск гранулированного хлорида калия, связующий раствор не подавали. Выгрузка этих сушилок, их циклонная пыль направлялись в отделение грануляции вместе с циклонной пылью тех сушилок, в которые подавали связующее. Результат экспериментальных исследований приведен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты экспериментальных исследований процесса гранулирования							
Режим работы, характеристики питания отделения грануляции	Характеристики гранулята					Динамическая прочность гранул, % (по ГОСТ 4568-83)	Производительность валкового пресса по готовому продукту, т/ч
	Массовая доля класса крупности, % (по ГОСТ 4568-83)			Содержание остаточных реагентов, кг/т			
	+ 4 мм	(-4+1) мм	- 1 мм	амины	связующее ЛСТ		
Режим 1. Питание отделения грануляции состояло только из циклонной пыли трех сушилок, в которые подавали связующее	4,40	94,40	1,20	0,138	0,649	82	15
Режим 2. Питание отделения грануляции состояло из циклонной пыли трех сушилок и выгрузки одной из этих сушилок. Во все три сушилки подавали связующее.	6,00	92,80	1,20	0,107	0,160	80	16
Режим 3. Питание отделения грануляции состояло из циклонной пыли трех сушилок, обработанной связующим и выгрузки одной печи вместе с ее циклонной пылью без обработки связующим	6,70	92,30	1,00	0,065	0,130	84	16

Характеристика гранулометрического состава питания отделения гранулирования представлена на рисунке 2.

Как видно из приведенных данных, при подаче связующего в надслоевое пространство печи, содержание фракций менее 0,1 мм в циклонной пыли снизилось вдвое по сравнению с циклонной пылью без обработки связующим. Содержание фракции менее 0,1 мм в питании отделения грануляции в режиме 1 составило 28,8 %, режим 2 – 11,7 % и в режиме 3 – 14,7 %. Во всех режимах получен гранулированный хлорид калия, товарные качества которого соответствовали требованиям ГОСТ 4568-83. Производительность валкового пресса фирмы ZEMAGZeitZ GmbH с гладкой поверхностью валков составила не менее 15 т/ч, что соответствовало контрактным данным на поставку грануляционных установок (производительность одной грануляционной линии, включающей 5 прессов – 75 т/ч готового продукта).

Важнейшим параметром, определяющим производительность прессов и затраты энергии на

уплотнение порошков до состояния ленты, является скорость прокатки [9], от которой зависит процесс удаления воздуха, выдавливаемого из пор порошка в процессе его прессования.

Установлено, что основным фактором, определяющим предельно-допустимую скорость прессования, является эквивалентный диаметр частиц порошка, поступающего на прессование. В целом процесс прессования изменяется с изменением хотя бы одного из ряда параметров, к которым относятся давление прессования; зазор между вальками; диаметр частиц уплотняемого слоя; заполнение межчастичного пространства газом (воздухом); увеличение плотности материала, поступающего на прессование и др. Постепенное изменение плотности порошкообразного материала от насыпной до плотности монолитной структуры, которая оказывает определяющее влияние на выход товарной фракции гранулированного хлорида калия, происходит в процессе непрерывного прессования и эффективность процесса характеризуется совокупностью показателей, важнейшим из которых является прочность прессата.

Прочность прессата зависит от плотности: с увеличением плотности прессата увеличивается прочность плитки, поступающей на дробление и рассев, увеличивается выход товарной фракции и выход готового гранулированного продукта. Отмечено, что увеличение содержания пылевидного хлорида калия в шихте, поступающей на прессование, приводит к уменьшению плотности и прочности прессата, уменьшению выхода товарной фракции гранулята и производительности грануляционной установки, увеличению ретурности процесса.

В связи с этим актуальной проблемой современного производства калийных удобрений является разработка технологии агломерации мелкодисперсной («циклонной») пыли хлорида калия, позволяющей повысить производительность грануляционных установок, получить калийные удобрения с требуемыми свойствами согласно действующему стандарту Союза производителей и экспортеров калия и соли (СТО СПЭКС 001-98). При агломерировании циклонной пыли хлорида калия необходимым условием является ограничение расхода балластных технологических связующих с целью сохранения качественных показателей по основному веществу (КС1).

Важным требованием при практическом использовании порошковых материалов, к которым относится мелкозернистый хлорид калия, является сохранение постоянства зернового состава. При хранении, транспортировании, внесении в почву важно, чтобы продукция не сегрегировала, не слеживалась, хорошо высыпалась из бункеров, вагонов. Все эти качества наиболее присущи порошковым материалам с наиболее однородными размерами зерен, т.е. когда разрыв между верхней и нижней границами крупности составляет не более 2,5 раза. Флотоконцентрат хлорида калия нельзя отнести к таким порошкам – разрыв между верхней и нижней границами крупности составляет более чем 100 раз. Агломерация позволяет сократить этот разрыв более чем в 10 раз, и тем самым уменьшить существенно расфракционирование мелкозернистого хлорида калия, улучшить сыпучесть, угол естественного откоса и, с точки зрения охраны окружающей среды, резко снизить пылимость продукции.

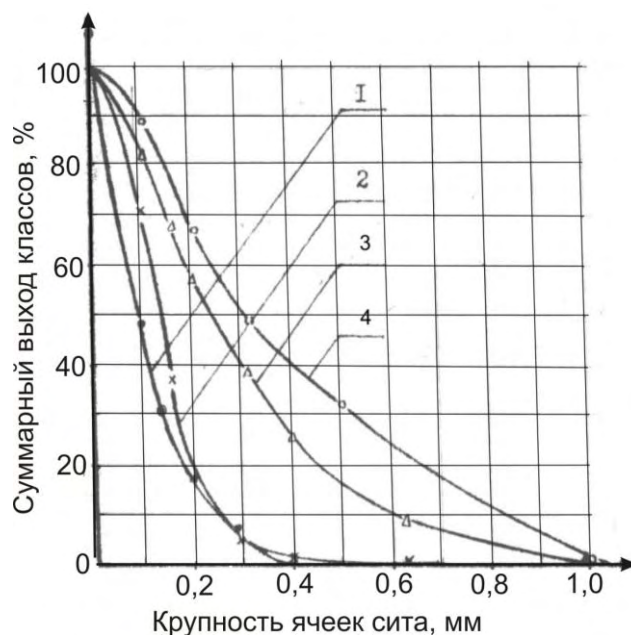


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика питания отделения грануляции в зависимости от режимов сушки флотоконцентрата (1 – циклонная пыль, выделенная на стадии сушки флотационного концентрата в сушилках КС; 2 – циклонная пыль сушилок КС 1, 2, 3 при подаче в сушилки связующего ЛСТ; 3 – циклонная пыль сушилок КС 1, 2, 3 и выгрузка КС-1 при подаче в сушилки связующего ЛСТ; 4 – циклонная пыль сушилок КС 2, 3, 4 при подаче в сушилки связующего ЛСТ и выгрузка с циклонной пылью сушилки КС-1 без обработки связующим в процессе сушки)

Литература

1. Авилов В.Н., Шемякина М.Г., Хвастухин Ю.И., Шестаков А.Б. Экологические проблемы и особенности систем пылегазоочистки при производстве обеспыленных калийных удобрений. / Тезисы докладов, ч. 2. Науч.-практ. конференция 1-5 октября «Очистка газовых выбросов промышленных предприятий». Тольятти, 1990, с. 46-47.
2. Махлянкин И.Б., Подлесная З.С. и др. Технология получения высококачественных удобрений по

схеме с отдельной переработкой крупных и тонких зерен. В кн. «Повышение качества калийных удобрений»: Л., 1978. С. 88-94.

3. Закономерности процесса прессования калийных удобрений / Шестаков В.И., Турко М.Р., Петренко М.Л., Бояринов Н.А. – Исследования процессов грануляции калийных удобрений. Сб. науч. трудов ВНИИГ, Л., 1983, с. 43-55.

4. Гержберг Ю.И., Дерябин П.А. Агломерация как способ улучшения физико-химических свойств хлорида калия // Актуальные вопросы добычи и переработки природных солей: Сб. науч. тр. / ВНИИГ – СПб, : ЛИК, 2001. – Т.2. – с.70-75.

5. Пат. 2213078 РФ, МПК⁷С05D 1/02, С01D 3/04. Способ получения агломерированного хлорида калия. / Букша Ю.В., Перминов Л.М., Дерябин П.А., Фролов С.Б., Гержберг Ю.И. Заявитель и патентообладатель ОАО «Сильвинит» №2001124027/12; заявл. 29.08.2001; опубл. 27.09.2003, Бюлл. №23 (II ч.).

6. Пат. CN 1769248 Китай, МПК⁷С05G 5/00. Granulepotassiumchlorideproductionmethod / Chem. C.W.; Заявитель и патентообладатель CHANGHAI CHEMICAL ACADEMY. - № CN 20041067909; заявл. 05.11.2004; опубл. 10.05.2006, Бюлл. № 23 (II ч.). – 2с.

7. Пат. 2004133699/06 РФ, МПК F26B 7/00. Способ сушки-агломерации дисперсных материалов. / Симачев А.В. - Заявл. 27.04.2006.

8. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование – М., Химия, 1991. – 240 с.

9. Шомин И.П., Классен П.В., Кувшинников И.М. Порошковая металлургия, 1976, № 10. с. 14-18.

В.В. ТКАЧ, Е.Н. КИЩЕНКО

Криворожский национальный университет, Украина

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 110Г13Л

Актуальность проблемы и ее связь с научными и практическими задачами

При производстве стали Гадфильда [1] приходится решать ряд моментов, отрицательно влияющих как на технологические, литейные, так и эксплуатационные свойства отливок: а) при эксплуатации стали 110Г13Л в условиях высоких абразивных и низких динамических нагрузок, не успевает образоваться упрочнённый поверхностный слой, что ведёт к быстрому выходу деталей из строя; б) высокое содержание фосфора, вносимого в сталь со средне- и высокоуглеродистым ферромарганцем, и как следствие – выделение фосфидной эвтектики по границам зерен; в) выделение карбидов по границам зерна; г) высокое содержание в металле газов и неметаллических включений при высокой закиси марганца в шлаке; д) склонность к росту дендритов при высокой температуре заливки.

Актуальной задачей на сегодняшний день для металлургических предприятий остается обработка металла, для улучшения его физических свойств. Одним из перспективных способов воздействия на структуру и свойства литейных сплавов является обработка расплава электрическим током в процессе кристаллизации. Электрическая обработка материалов представляет самостоятельное интенсивно развивающееся направление направленного регулирования свойств металлов [2]. Наложение на жидкий и кристаллизующийся металл электрического и магнитного полей позволяет эффективно управлять движением расплава, процессами тепломассопереноса, структурой и свойствами отливок [3].

Известно, что движение ионов в жидком сплаве хаотичное. Направленную диффузию ионов можно создать, изменив градиент концентрации их в расплаве, что достигается либо изменением парциального давления над металлом, направленным движением неметаллических включений при адсорбции их флюсами, путем воздействия на жидкий металл например, постоянного тока.

Постановка задачи

Обработка жидкого расплава электрическим током создает условия для направленной кристаллизации в межэлектродном пространстве, что позволяет управлять процессом кристаллизации отливок. Механизмы воздействия постоянного тока основаны на возникновении и развитии, эффект Пельтье, жидкой и твердой фазой, используемого при зонном плавлении [4].

Наряду с этим, ток, являясь внутренним источником энергии, дополнительно прогревает отливку, стабилизируя температурное поле по времени и в ее объеме. Поэтому использование тока в процессе формирования отливки уменьшает вероятность возникновения недоливов металла в форме, что особенно важно при получении тонкостенных литых изделий.

Ране были проведены исследования по изучению влияния электровоздействия на кристаллизацию медных и алюминиевых. С целью улучшения эксплуатационных свойств износостойких сталей, снижения энергоемкости и материалоемкости процесс необходимо проведение комплекса исследования по применению электровоздействия.

Изложение основных материалов статьи и результаты

В условиях литейного цеха ООО «Зодчие» была испытана технология получения опытной партии отливок из металлического сплава 110Г13Л, включающая обработку электрическим током в процессе кристаллизации. С целью обеспечения соответствия химического состава получаемых сплавов требованиям ГОСТ 1583-93, шихта рассчитывалась, добавки предварительно дробились и взвешивались. Экспериментальные плавки проводили в индукционной печи. Контроль температуры осуществляли платиново-родиевой термопарой, входящей в состав измерительного комплекса в качестве первичного датчика. Заливку проб и образцов осуществляли при температуре - 1490 °С в песчаную форму методом литья по выжигаемым моделям. В работе исследовали воздействие постоянного электрического тока на кристаллизацию и свойства литейных сплавов.

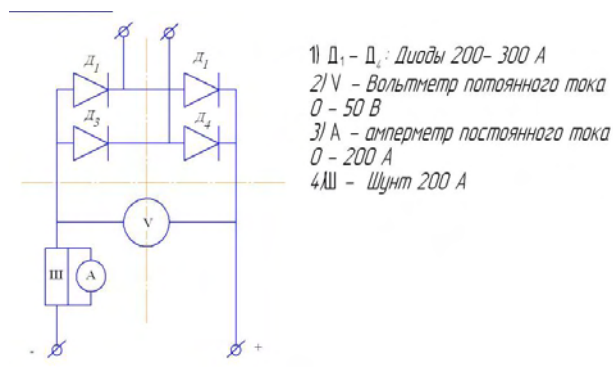


Рис. 1. Схема устройства

Обработку расплава электрическим током в процессе кристаллизации осуществляли с помощью устройства, общая схема которого приведена на рисунке 1. Устройство содержит шунт 200 А (Ш), амперметр постоянного тока 0 – 200А (А), вольтметр постоянного тока 0 – 50 В (В), диоды 200 – 300 А ($D_1 - D_2$), токопроводящие элементы 1, подведенные к электродам.

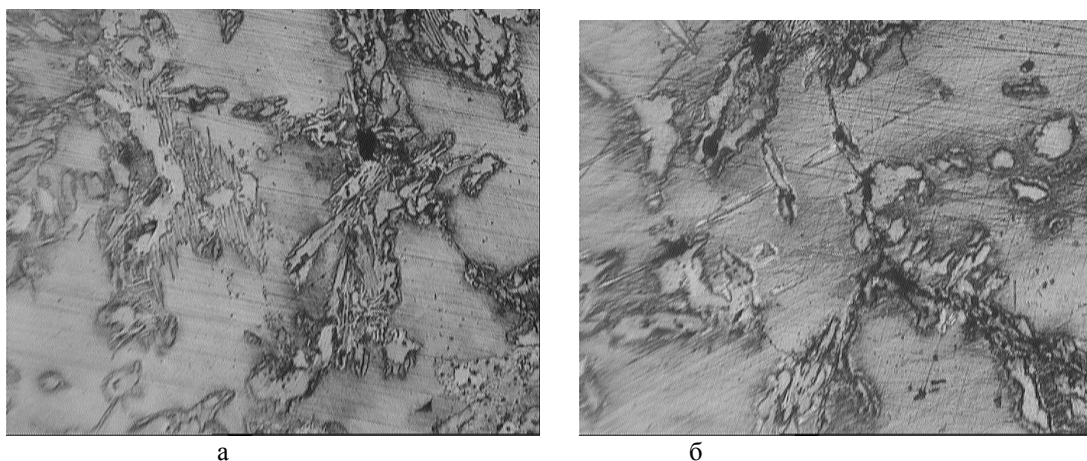


Рис. 2. Микроструктура сплава 110Г13Л x 100 (а – исходный сплав; б – сплав, обработанный электрическим током)

Обработку отливок электрическим током проводили с начала заливки металла в форму до окончания кристаллизации. Использовался постоянный ток (напряжение 25-55В) плотностью 4-5 А/см². Как показал анализ микроструктуры образцов полученного сплава на кристаллизацию металла электрический ток оказывает модифицирующее действие. Измельчается первичное зерно металлической основы (рис.2). При обработке отливок электрическим током количество неметаллических включений уменьшается 1,4-2,5 раза. Обработанный электрическим током сплав имеет более высокие литейные технологические свойства, обладает лучшей способностью заполнять форму и кристаллизуется с меньшей усадкой. Обработка электрическим током регулируют размер и количество отдельных структурных составляющих сплавов, приводит к измельчению зерна (рис.3)

Воздействие электрического тока высокой плотности на кристаллизацию позволяет обратимо изменять количество твердой и жидкой фаз. Ток, разогревая локальные области и микрообъемы материала, обеспечивает перевод его из твердого состояния в жидкое. Это дает возможность регулировать время перехода из жидкого состояния в твердое, то есть поддерживать существование агрегатного состояния материала.

Выводы

Обработка расплава током во много раз повышает скорость растворения металлических примесей и других компонентов в расплаве, являющихся центрами кристаллизации, что обеспечивает не только мелкокристаллическую структуру, но и повышает однородность металла отливки. Временное сопротивление разрыву повысилось на 10...20 %. Повышение механических свойств является следствием измельчения составляющих микроструктуры. Обработка электрическим током оказывает благоприятное влияние на процесс кристаллизации расплавов металлов при литье, что существенно улучшает структуру слитка и его механические свойства.

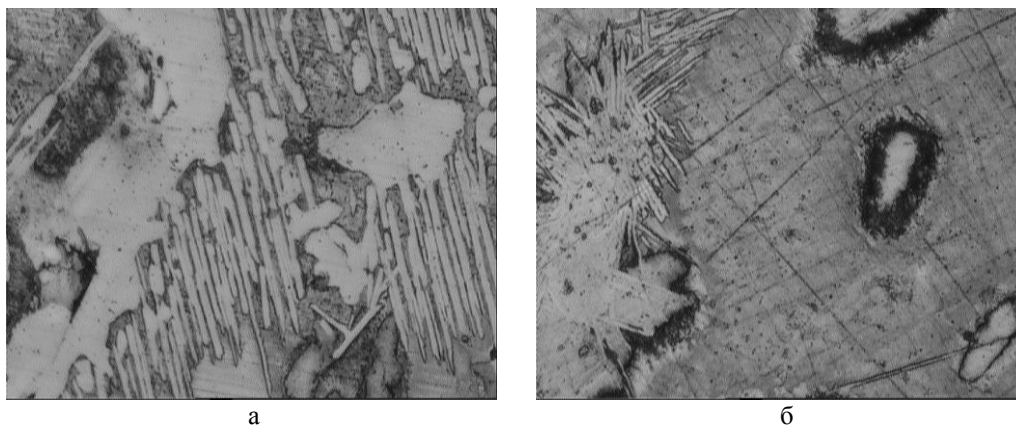


Рис. 3. Микроструктура сплава 110Г13Л x 500 (а – исходный сплав; б – сплав, обработанный электрическим током)

Литература

1. Зимокос Г.Н., Адаменко Л.А., Иванова Л.Х. Влияние химического состава на свойства высокомарганцевой стали в отливках брони конусных дробилок. «Металлургия и горнорудная промышленность» Москва 2011
2. Кищенко О.М., Ткач В. В., Орел Т. В Улучшение качества отливок электрическим током в процессе кристаллизации. Сборник конференций ПИТ Кривой Рог 2010.- Вып.10.-С.25
3. Кищенко Е.Н., Ткач В.В. «Behandlung von flüssigem Metall elektrischen Strom» Вестник ГВУЗ «Национальный горный институт» Днепропетровск 2012 р
4. Башмакова Н.В. Особенности кристаллизации алюминиевых сплавов, выплавленных на основе вторичных шихтовых материалов// V региональная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Доклады аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк, 2005. С.28-50

Г.Н. ТРЕГУБЕНКО, А.А. КАТРИЧ, Д.В. ЛЕЛЕКО

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ КАРБОНИТРИДНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЛИТЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Главным резервом повышения долговечности и надежности продукции машиностроения, в т.ч. и для нефтегазового комплекса является применение сталей, обладающих как в литом, так и в деформированных состояниях комплексом высоких технологических и эксплуатационных свойств – прочностью, вязкостью, сопротивлением усталостному разрушению, свариваемостью, хладо- и коррозионной стойкостью, теплоустойчивостью при повышенных температурах и др.

Основным направлением решения этой задачи в мировой практике является увеличение степени легированности стали, что далеко не всегда обеспечивает их конкурентоспособность в связи с резким ростом стоимости металлопродукции [1]. Именно по этой причине существенно ограничивается область и объемы применения перспективных сталей с карбонитридным упрочнением, в которые вводят не только относительно недорогие марганец и кремний, а и дорогостоящие хром, никель и, как правило, ванадий и /или ниобий. Независимо от степени легирования сталей этого класса основной вклад в обеспечение комплекса перечисленных выше требований вносят карбонитриды ванадия и/или ниобия, регулирующие зеренную микроструктуру металла [2,3]. Нами предложена замена дорогостоящего и дефицитного ванадия и/или ниобия в азотсодержащих литых низколегированных сталях титаном в комплексе с алюминием, что принципиально меняет механизм формирования микроструктуры, так как нитриды титана образуются уже при кристаллизации и регулируют рост зерна литого металла (рис. 1).

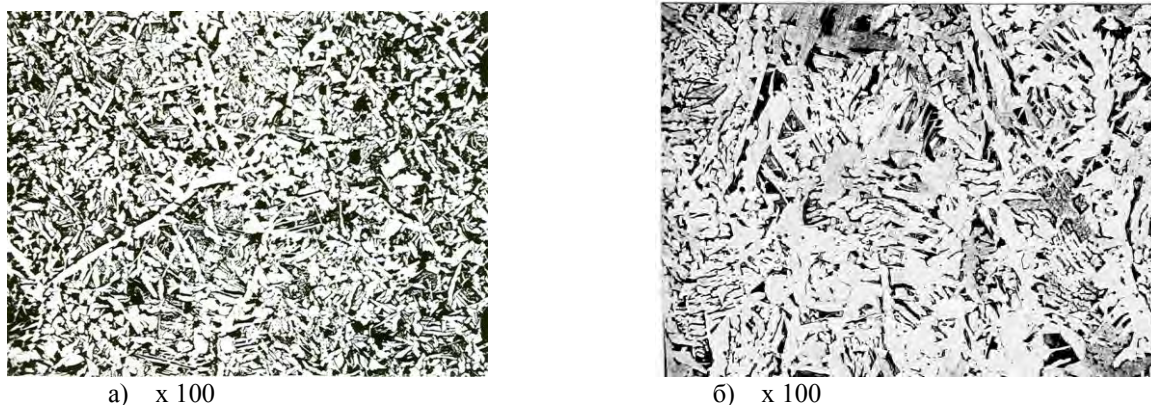


Рис. 1. Влияние титана на микроструктуру стали 20ГСЛ в литом состоянии (а) - 0,016% Ti; б) - 0,003% Ti)

Распределение содержащегося в стали азота между раствором и нитридной фазой определяется равновесием реакции:



где [Me] – сильный нитридообразующий элемент (титан, алюминий, ванадий или ниобий).

Термодинамические расчеты, выполненные с использованием табличных данных, показывают, что из перечисленных металлов только титан образует нитриды, устойчивые при температурах жидкой стали. При этом равновесная концентрация азота в стали описывается уравнением

$$\lg [N] = - \frac{19772}{T} + 6,4 - 0,13 [C] - 0,047 [Si] + 0,02 [Mn] + 0,028 [Al] + 0,047 [Cr] + 0,53 [Ti] - \lg [Ti] \quad (2)$$

Результаты расчетов по уравнению (2) для стали (15-20)ГСЛ, свидетельствуют, что при $\geq 0,005\%$ титана и реальных содержаниях азота в сталях с карбонитридным упрочнением равновесие реакции (1) сдвигается в сторону образования нитридной фазы. В то же время образование нитрида алюминия возможно только при его содержании в ванне более нескольких процентов. В еще большей мере это относится к нитридам ванадия или ниобия. Эти нитриды образуются (или диссоциируют) только в твердом состоянии при различных термовременных воздействиях на металл (охлаждение литья, термическая обработка).

Жидкофазный характер образования твердых нитридов титана и определяет их преимущественное внутризеренное расположение. Выступая центрами кристаллизации, эти нитриды выполняют функции инокуляторов второго рода и обеспечивают измельчение первичной литой структуры, что исключается при модифицировании другими нитридообразующими элементами.

Влияние концентрации титана в стали типа (15-20)ГСЛ с азотом 0,012-0,014% на плотность (ед./см²) и размер оптически наблюдаемых (x 1000) карбонитридов представлено на рис.2. В интервале 0,005-0,020% титана наблюдается максимальное увеличение количества относительно мелких (до 2 мкм) карбонитридных частиц. С повышением титана до 0,030% прирост плотности снижается и происходит перераспределение количества крупных и мелких включений в сторону уменьшения последних.

Наличие нанодисперсных фаз и их вещественный состав определены рентгеноэлектронномикроскопическими исследованиями с увеличением до $\times 8 \cdot 10^5$. Показано, что нанокарбонитриды титана в достаточно больших количествах (до 320 ед. в одном зерне феррита) образуются в интервале его концентрации 0,010-0,020%. В то же время общее количество нановключений при суммарном содержании азота в стали 0,012-0,014% уже при увеличении титана от 0,003% до 0,016% снижается более чем в 2,5 раза за счет уменьшения количества нанонитридов алюминия (40-200 нм), что определяется уменьшением количества растворенного азота после кристаллизации.

Таким образом, при микролегировании литых низколегированных сталей титаном и алюминием первый определяет уровень растворимости азота в жидком металле и формирование карбонитридных включений в расплаве, а также, выполняя функцию инокулятора второго рода, выступает в качестве регулятора величины первичного литого зерна.

Алюминий, нитриды которого формируются в твердом металле, является ответственным за зеренную структуру стали после нагревов под термическую обработку.

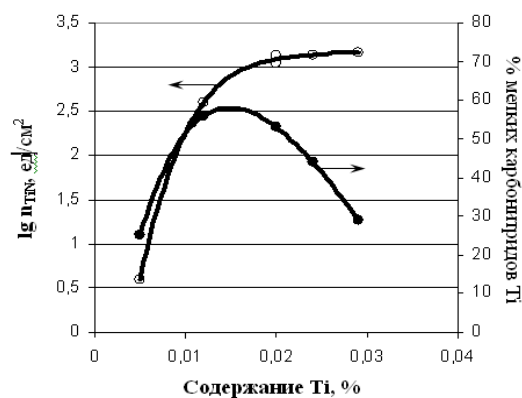


Рис. 2. Влияние титана на количество и размер его карбонитридов в стали (15-20)ГСЛ с азотом 0,012-0,014%

Наиболее предпочтительна замена ванадия или ниобия титаном в комплексе с алюминием при производстве высокопрочных литых низколегированных сталей с очень высокой концентрацией азота ($\geq 0,015\%$). Указанный уровень азота обеспечивает существенное повышение механических и эксплуатационных свойств металлопродукции, благодаря образованию большого числа карбонитридов. Однако при кристаллизации таких сталей, содержащих ванадий и/или ниобий, протекает газозвтектическое превращение $\text{Ж} \rightarrow \delta\text{-Fe} + \{\text{N}_2\}$ [4] и происходит большая пораженность отливок пузырями. В то же время при наличии в жидком металле титана при кристаллизации происходит связывание значительной доли избыточного азота в его карбонитриды непосредственно при образовании δ -феррита тем самым исключается образование газовой пористости. Для того, чтобы исключить процессы старения должно обеспечиваться максимальное связывание азота в нитриды, что достигается при выполнении условия:

$$0,52[\text{Al}] + 0,29[\text{Ti}] \geq [\text{N}], \quad (3)$$

где, 0,52 и 0,29 – стехиометрические коэффициенты нитридов алюминия и титана, %.

На основании вышеизложенного рекомендовано оптимальное содержание титана в литых низколегированных азотсодержащих сталях 0,015 - 0,030%, а алюминия – 0,020-0,060%.

В условиях ОАО «Армпро» в промышленных масштабах подтверждена возможность производства низколегированных сталей с карбонитридным упрочнением для литых изделий повышенной прочности для нефтегазового комплекса. Установлено, что литые низколегированные стали, комплексно микролегированные азотом, титаном и алюминием (типа АТЮ), обладают уникальным комплексом свойств, превосходящим отечественные и зарубежные аналоги. Например, сталь 15ГСАТЮЛ имеет $\sigma_T \geq 400$ МПа, $\text{KCV}^{-60} \geq 29,4$ Дж/см при углеродном эквиваленте не более 0,43. При этом высокие значения прочности и ударной вязкости обеспечивают эксплуатационную надежность как в экстремальных условиях крайнего Севера, так и при повышенных температурах. Низкий углеродный эквивалент литых сталей типа АТЮ позволяет проводить сварные работы (например, варку запорной литой арматуры в трубопровод) в «полевых» условиях, исключая подогрев с последующей термообработкой.

Литература

1. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
2. Бабаскин Ю.З., Шипицин С.Я., Кирчу И.Ф.. Конструкционные и специальные стали с нитридной фазой. – К.: Наукова думка, 2005. – 371 с.
3. Корчинский М. Передовые металлические конструкционные материалы и новая роль микролегированных сталей. – Сталь. – 2005. - №6. – с. 124 – 130.
4. Трегубенко Г.Н., Рабинович А.В. / Газозвтектическое превращение при кристаллизации высокоазотистой стали в неравновесных условиях // Теория и практика металлургии. – 2000г. - № 5. – С. 13-15.

Ф.А. ВАСИЛЬЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОБЖИГ ТРУДНООБОГАТИМОЙ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ РУДЫ

Сокращение запасов кондиционных медных руд и увеличение объемов руд со сложными структурами в отвалах требуют изыскания альтернативных технологических решений по их использованию. Биологический метод является одним из перспективных в области переработки бедных руд, отвалов, хвостов обогатительных фабрик и других отходов производства, содержащих цветные металлы.

При использовании предварительной обработки руд биорастворами, возможно добиваться снижения энергетических затрат в процессах дальнейшей их переработки, например при доизмельчении отвалных руд.

Объектом исследования в данной работе являлась исходная труднообогатимая забалансовая сульфидная медно-молибденовая руда и руда, прошедшая биообработку. Исследовалось влияние предварительной биообработки руды на процессы, протекающие при дальнейшей термической обработке этих руд.

Предварительная биообработка позволяет уже при 400 °С отделить от основного материала максимальное количество (до 12% от массы навески) магнитной фракции методом магнитной сепарации, что может способствовать обогащению руды. Эксперимент показал, что материал можно обжигать при 400°С, добиваясь удовлетворительных результатов, что дает существенную экономию в затратах на нагрев материала.

Научный руководитель доц. Салтыкова С.Н.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВОЙ СУЛЬФИДНОЙ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ РУДЫ

В работе представлен метод вовлечения вторичного сырья в существующие технологические схемы производства меди, позволяющего существенно расширить сырьевую базу медного производства. Задачами нашего исследования является: повышение степени извлечения полезного компонента за счет переработки отвального сырья; разработка метода вовлечения вторичного сырья в существующие технологические схемы производства меди, позволяющего существенно расширить сырьевую базу медного производства. По результатам исследований были сделаны следующие выводы: по предварительно проведенным исследованиям установлено, что медь распределяется между твердой фазой и раствором. На сегодняшний момент проводится анализ жидкой фазы; предварительные исследования проб методом электронной микроскопии подтверждают наличие меди в полученном осадке; учитывая тот факт, что медь в твердом осадке, то предварительная обработка позволяет улучшать вскрываемость халькопирита.

Научный руководитель: доцент С.Н. Салтыкова

И.И. МАРДАРЬ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СЕЛЕНА И РЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ РУД

В работе показаны особенности технологического поведения рения, радиогенного осмия и селена, определены продукты концентраторы редких микрокомпонентов и намечены методы их извлечения при переработке сульфидных медных руд.

В процессе пирометаллургической переработки ренийсодержащих медных концентратов благодаря высокой летучести кислородных соединений рений и в меньшей степени селен возгоняются и переходят в газовую фазу. При мокрой очистке конвертерных и электропечных газов, поступающих в сернокислотное производство, металлы неравномерно распределяются между промывной кислотой и сернокислотным шламом. Повышение сквозного извлечения рения и селена из промывной кислоты может быть достигнуто за счет переработки сульфатных растворов, образующихся при переработке продуктов экстракционного передела.

В работе представлены результаты исследований сорбционного метода выделения рения из сернокислых хромсодержащих растворов, получаемых при гидрометаллургической переработке «черных осадков», ориентированной на получение товарных осмиевых продуктов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Г.В.Петров

Н.О. ТИХОНОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД СТЕПНОГО И КОРБАЛИХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В работе подробным образом описывается методология тестирования разрушаемости рудных материалов, включающего определение энергетических параметров процессов дробления и измельчения. Представлены результаты исследования полиметаллических руд Степного и Корбалихинского месторождений, расположенных на юге Алтайского края.

Описывается энергетических подход к процессу разрушения рудных материалов, на основе которого формируется способ выбора и расчета рудоподготовительного оборудования.

На основе лабораторных данных произведен выбор и расчет мельничного оборудования, позволяющего обеспечить увеличение производительности на Рубцовской ОФ с 400 тыс. до 1,26 млн. тонн в год, связанное с вовлечением в переработку руд Корбалихинского месторождения.

Расчет мельниц произведен с помощью предлагаемого в работе метода, основанного на сравнительном анализе полезной мощностей, развиваемой измельчительным агрегатом, и потребной

мощности, определяемой исходя из условия раскрытия сростков и получения требуемой тонины помола.
Научный руководитель: д.т.н., профессор А.П. Господариков

С.С. ФЕДОРОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА- СЫРЦА ДЛЯ МОРСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В работе предлагается аппаратурно-технологическая оптимизация стадии предварительной ректификации получения метанола-сырца для морских комплексов. Целью оптимизации представляется обеспечение рентабельности освоения средних и малых газовых месторождений в Баренцевом море на основе переработки на месте добываемого сырья в товарный метанол, а также развитие наукоемкого промышленного производства в области морской нефтехимии.

Основой для моделирования послужила традиционная четырехколонная схема ректификации метанола. Моделирование стадии предварительной ректификации проводилось в программном комплексе Aspen Hysys с применением термодинамического пакета Wilson. В качестве контактных устройств предложены высокоэффективные насадки ГИПХ РНЦ «Прикладная химия». Для уменьшения ускорений при качке принято решение сделать колонну разрезной, полностью помещаемой в подпалубное пространство.

Результатом работы стало уменьшение энергетики процесса в 2 раза, снижение стадийности процесса, уменьшение потерь метанола в потоке, направленном для сжигания примесей, обеспечение качества метанола, необходимого для основной стадии ректификации.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.С. Леонтьев

Е.А. ЧЕРЕМИСИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ТЕРМОДИНАМИКА СОРБЦИИ ГАЛЛИЯ ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ НА АНИОНИТАХ

Изучена сорбция галлия на различных ионообменных смолах: слабоосновных макропористых анионитах - D 406 FG, D 407 FG, ЭДЭ-10П, АН-9Ф, АН-31, D-403 и сильноосновных анионитах: АВ-17-8, АВ-17-8 ЧС. Полученные значения полной динамической обменной емкости (ПДОЕ) для большинства анионообменных смол составили менее 3 г/кг, что характеризует нецелесообразность их использования. В качестве нового сорбента галлат-ионов предложено использовать макропористый полистирольный слабоосновный анионит D-403. Определенная величина ПДОЕ для анионита АН-31 составила 0,391 моль галлия на 1 кг сухой смолы, для анионита D-403 – 0,379 моль на 1 кг смолы.

Получена изотерма сорбции галлат-иона на анионитах D-403 и АН-31 при температуре 298 К. Проведено термодинамическое описание изотермы сорбции галлат-ионов путем линеаризации закона действующих масс, решением которого являются значения предельных сорбций, кажущихся констант ионного обмена и дифференциальных энергий Гиббса для возможных ионных форм галлия в твердой фазе анионита при сорбции из щелочных растворов: $[Ga(OH)_6]^{3-}$, $[Ga_2(OH)_8]^{2-}$, $[Ga(OH)_4]^-$.

Полученные значения предельной сорбции трехзарядного иона $[Ga(OH)_6]^{3-}$ на ионообменных смолах согласуются со значениями полной статической обменной емкости анионитов по гидроксоионам и значением емкости анионита по сертификату, что доказывает существование ионной формы галлат-иона $[Ga(OH)_6]^{3-}$ в твердой фазе анионита.

По рассчитанным значениям дифференциальных энергий Гиббса ионного обмена галлат-аниона и ряда анионов: GeO_3^{2-} , $[Pb(OH)_3]^-$, $[Zn(OH)_4]^{2-}$ получен ряд сорбируемости на поверхности твердой фазы анионита D-403. На основании рассчитанного коэффициента разделения ионов $[Al(OH)_5]^{2-}$ и $[Ga(OH)_6]^{3-}$ между сорбентом и раствором и значений энергий Гиббса ионного обмена сделан вывод о менее прочной связи алюминат-ионов с ионогенными группами смолы, что приведет практически к полному вытеснению ионов алюминия галлат-ионами $[Ga(OH)_6]^{3-}$ с поверхности анионита.

Научный руководитель: д.х.н., проф. Д.Э. Чиркст

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕЗИНТЕГРАЦИИ НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ БОКСИТОВЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Дезинтеграция минерального сырья является основной технологической операцией в процессе рудоподготовки.

Мировая тенденция использования полезных ископаемых такова: потребление металлов неуклонно растет, а качество руд постоянно падает. Как следствие, рентабельность эксплуатации бедных месторождений достигается при увеличении объемов переработки. Целью разработки схемы обогащения являются огромные запасы забалансовых бокситовых руд на территории России (в частности Тиманское и Северо-Онежское месторождения).

Для определения возможности использования классификации или тонкого грохочения для повышения кремниевого модуля сырья был проведен химический анализ. Анализ грансостава, в том числе и по тонким фракциям, показал, что для руды наблюдается уменьшение кремниевого модуля с уменьшением крупности, но выход данного класса значительный, что вряд ли может представить практическую значимость.

Однако, в работе предлагается интенсифицировать предварительную ультразвуковую обработку как подготовительную операцию при обогащении низкокачественных бокситовых руд. Проведены исследования на дробленых до крупности -1 мм продуктах бокситовых руд Северо-Онежского месторождения. Результаты экспериментов показали, что при увеличении времени ультразвуковой обработки исходного материала наблюдается закономерное увеличение кремниевого модуля.

Научный руководитель: к.т.н., ассистент Н.В. Николаева

UTILISATION OF TRANSPORT CORRIDORS FOR LOGISTICS OF MINERAL RESOURCES

Introduction

From the logistics perspective mineral resources are considered as bulk products with large volumes. These products require very efficient logistics systems. Such a transportation system is highly dependent on the location of mines and the markets of the products. Geographical locations of these elements determine specific character of the whole logistics system. Outland transportation system with regular mineral resources flows is realised by sea whereas inland one is based on rail transportation. The whole supply chain is dependent on many stakeholders' investments, e.g. mining company, infrastructure administration, logistic operators, sea ports, port operators, ship owners.

Markets, including financial markets, define the mining business environment and where it is profitable to open and operate a mine. Cost-effective and reliable logistics and transport infrastructure are essential for efficient transport of raw materials, concentrates and products from and to mines and mills and to customers. Industrial jobs, externalities and economic value are important justifications as far as the funding for transportation corridor investments is concerned.

Corridor concepts have a significant role in the development of multimodal transportation. A corridor is frequently a combination of transport volumes and infrastructure related development needs with a common target. Corridors united in the Trans-European Transport Networks (TENs) are considered to be crucial for European territorial development, integration of policies on infrastructure, urbanisation and economic development [3].

In this paper projects of three main megacorridors – Transport Corridor “Europe-Caucasus-Asia”, East-West Transport Corridor and Central Europe Transport Corridor ROUTE65 – are presented. These routes are supposed to have a significant meaning for logistics of mineral resources [1, 7].

Transport Corridor “Europe-Caucasus-Asia”

Transport Corridor “Europe-Caucasus-Asia” is a main part of TRACECA Program created as an intergovernmental program financed by the European Commission program for Community of Independent States. Fundamental assumptions of the Transport Corridor “Europe-Caucasus-Asia” were: developing transport communication in the regions of Europe, the Black Sea, the Caucasus, the Caspian Sea and Asia, creating equal conditions of competition between different types of transport, ensuring traffic safety, security of goods and environmental protection [9].

Nowadays the TRACECA route comprises the transport system of the 13 countries: Azerbaijan, Armenia, Georgia, Iran, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Romania, Tajikistan, Turkey, Ukraine and Uzbekistan [9].

East-West Transport Corridor

The development of mining sector and the locations of refining plants and mines need to be supported by well-functioning logistics network. The value of European logistics markets was estimated to 930 billion EUR in the year 2010, therefore the East West Transport Corridor (EWTC) is considered to become an important East-West trade route between Europe, Russia, Belarus and Far East as testified by fast growing freight volumes in the corridor. The East West Transport Corridor links Minsk, Vilnius, Klaipeda/Kaliningrad with Denmark (Esbjerg) via south Sweden and with Germany via port of Sassnitz. The transport corridor includes several TEN-T ports, road and railway links, parts of the Nordic Triangle and Corridor IX B/D in Lithuania/Kaliningrad region. The EWTC is also part of the Northern Transport Axis [5].

An innovative aspect of the EWTC is its functioning as a so called “green transport corridor” described in the EU “Freight Logistics Action Plan”. In the framework of the project a durable network of stakeholders, so called EWTC Association, will be developed. Furthermore, the project has an intention to unlock some rail and maritime transport investments based on studies and designs envisaged in the project lifetime [3].

EWTC II plans to secure political support for the process towards the green corridor status and that the whole EWTC should become a part of the TEN-T network extended to Russia (Northern Axis) and Belarus. The EWTC will also strive to be included in the EU strategy/action plan for the Baltic Sea region. The partnership coming from Sweden, Germany, Denmark, Lithuania, and Belarus reflects a cross-sector approach with strong commitment from national, regional and local authorities, ports, universities and private stakeholders. Russian partners from Kaliningrad Oblast are integrated in the project partly funded by some ERDF funds [3].

Central Europe Transport Corridor ROUTE65

The Interregional Agreement on establishing the Central European Transport Corridor (CETC-ROUTE65) was an initiative of local authorities: Skåne Region (Kingdom of Sweden), Zachodniopomorskie, Lubuskie,

Dolnośląskie and Opolskie Regions (Republic of Poland), Hradec Králové Region (Czech Republic), Bratislava and Trnava Regions (Republic of Slovakia), Vas, Zala and Győr-Ménfőcsanak Counties (Republic of Hungary) and Varaždin, Koprivničko-krizevačka, City of Zagreb, Zagrebacka, Karlovačka, Primorsko-goranska Counties (Croatia). The initiative's aim is to develop a system of multi-modal infrastructure and economic links, allowing sustainable growth and increasing the competitiveness of this region [7].

CETC-ROUTE65 is supposed to be crucial for transport south mineral resources from Norway and Sweden, since the corridor covers an area of approximately 230 005 km² and its route runs from Skåne (Southern Sweden), through the Baltic Sea (Motorways of the Sea Świnoujście – Ystad project), Central Europe, to the Adriatic Sea. The Corridor includes important economic centres, communication nodes, transport routes connecting Europe with the Middle East and Central Asia. The axis of the Corridor is the international route E65, which starts in Malmö in Sweden and ends in Chaniá in Crete. The CETC-ROUTE65, gives a tremendous opportunity to strengthen interregional contacts (even among distant regions) and to adapt the methods of spatial planning and management [7].

Concluding remarks

A transport corridor is rather a converging concept than a real transportation route; therefore the corridor itself cannot solve logistic problems. A key feature of the corridor is including existing transport systems (e.g. shuttle rail transport services from Sweden to Central Europe and main sea transport routes) in order to develop an authentic logistic connection combining various geographic areas in a cost-effective and environmentally responsible network.

From the mining industry perspective logistics has a crucial role in the whole supply chain. For example thanks to TEN-T network there will be a connection between Scandinavian “resource bank” and important industrial centres of the European Union. For transportation of mineral resources significant meaning have not only corridors through Northern Germany and Poland, Nordic Triangle, but also Motorways of the Seas. Nordic Triangle connects Scandinavia and Russia in west-east axis; however south-north links to Central Europe's industrial concentration are still needed. From the logistics perspective a crucial success factor of mineral resources transportation is integration via transport corridors between Scandinavia, Russia and Central Europe. However, it should be taken into consideration, that these transport corridors are not planned for bulk transportation system. This is a significant point of view at the corridor development level, because mining industry produce mainly bulk, and also products of refining industry form huge transport flows with specific transport solutions instead of general cargo based Motorways of the Seas concepts between selected sea ports [7, 1, 5].

The development of corridors is in a remarkable role as the basis for conceptual thinking and approaches. It has a strong future orientation and it focuses on the improvement of transport infrastructure, and in this case also on energy supply and on resource source approaches.

References

1. Bujak A., Miller R., Koncepcja utworzenia środkowoeuropejskiego korytarza transportowego „CCT_CETC Route 65” w aspekcie rozwoju Dolnego Śląska, [in:] TLM 2012. Total Logistic Management: XVI konferencja logistyki stosowanej: Zakopane, 6–8 grudnia 2012. Materiały konferencyjne, Komitet Transportu Polskiej Akademii Nauk, Warsaw 2012, p. 1–11.
2. Carter, C.R., Easton P.L., Sustainable supply chain management: evolution and future directions, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2011, No. 41, p. 46–62.
3. Lumiste R., Prause G., Baltic States Logistics and the East-West Transport Corridor, available at: http://www.wi.hs-wismar.de/documents/wismar_er_diskussionspapiere/2011/1110_LumistePrause.pdf [Access: February 20, 2013].
4. Pyś J., Trasa E-30 (CETC), available at The Inland Shipping Yesterday, Today, Tomorrow official website: http://www.zegluga.wroclaw.pl/articles.php?article_id=163 [Access: February 20, 2013].
5. Rantala J., Eckhardt J., Hietajärvi A.-M., Mäkelä T., Kallionpää E., Rantasila K., Permalu A., Lehtinen J., Mining industry in Finland and Sweden – New boost for European industrial future, available at: <http://www.bothniangreen.se/wp-content/uploads/2012/12/%E2%80%93New-boost-for-European-industrial-future.pdf> [Access: February 20, 2013].
6. Steg, L., Gifford R., Sustainable transportation and quality of life, *Journal of Transport Geography*, 2005, No. 13, p. 59–69.
7. The Central European Transport Corridor official website: <http://cetc.pl/index.php?lang=pl&mod=oporozumieniu> [Access: February 20, 2013].
8. The Ministry of Regional Development of the Republic of Poland official website: www.mrr.gov.pl [Access: February 20, 2013].
9. The TRACECA Program official website: <http://www.traceca-org.org/en/traceca/> [Access: February 20, 2013].

USING AN EXPERT SYSTEM AS A MANAGEMENT TOOL TO IDENTIFY ALTERNATIVE SOLUTIONS THAT SUPPORT THE DEVELOPMENT OF ARTISANAL AND SMALL-SCALE MINING

When dealing with the topic of mining, large scale industrial mining projects are associated with it. State of the art technology and fully mechanized complex processes are applied to explore, plan, excavate and process rich mineral deposits. Besides these activities the small-scale mining sector (SSM) and specifically artisanal and small-scale mining (ASM) co-exists. This specific type of mining has the same target but a completely different constellation. ASM employs worldwide around 100 million people. These specific mining activities are mainly carried out within an illegal or informal background and are mainly found in developing countries on the three continents of Middle and South America, Africa and Asia. ASM is characterized by being labor-intensive and capital-, mechanization- and technology-poor [1]. Problems of the sector are the lack of economic, environmental, legal, health and safety as well as social laws and standards. Also characteristic are primitive and manual mining techniques that are comparable to mining activities of industrialized countries from about 500 years back. Figure 1 sums up and illustrates the most important definition criteria of ASM in developing countries through contrasting them with SSM in industrialized countries. At the same time this chart also reveals the specific ASM category this research project is focusing on as well as pointing out potential stages of future developments for this mining sector.

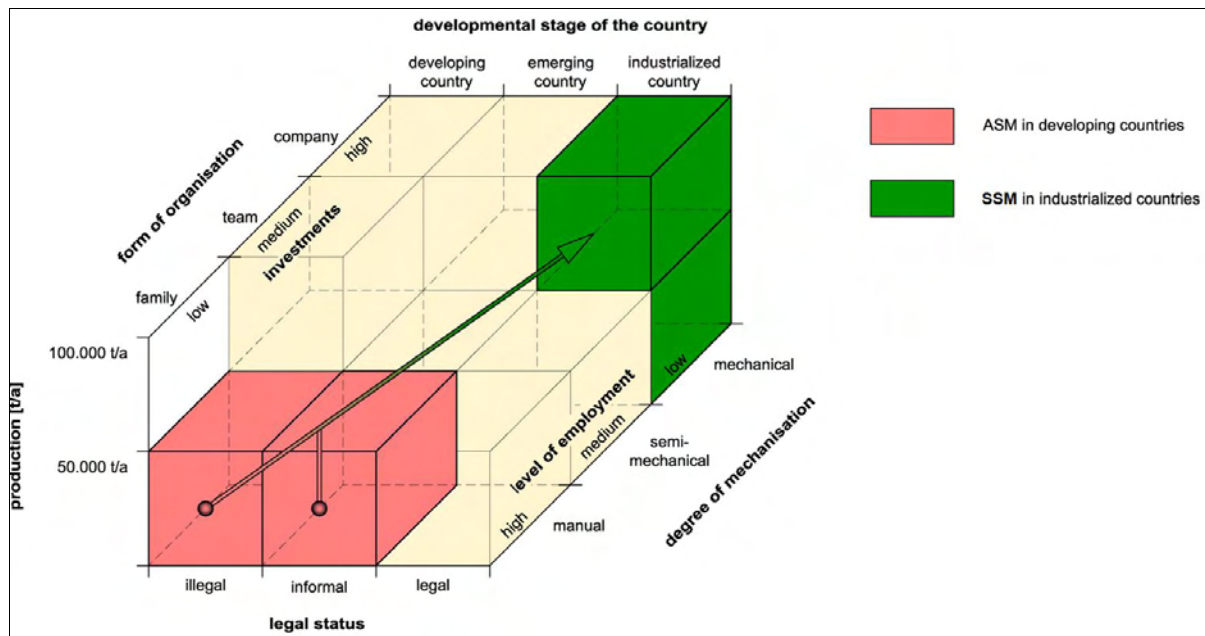


Figure 1. Definition of the research background

So far scientists have worked on the ASM topic by enumerating and describing the different influencing aspects involved, which mainly are politics, law, economy, environment, technology, society as well as health and safety. *Priester* et al. undertook investigations on a holistic picture that enumerates and describes all in of these aspects [2]. He developed an overview of them and proved his findings through international case studies. *Hilson* elaborated on the combined socio-economic aspect of ASM in developing countries [3]. His works are a descriptive comparison of the situation at different African countries. He identifies 'good practices' and gives recommendations on how specific countries should work together by exchanging ASM project experiences regarding defaults and successes. *Wall* et al. developed a number of approaches and tools on how ASM operators can cooperate mutually beneficial with large-scale mining companies, e.g. regarding production management [1]. Furthermore, studies on ASM have been focused on a specific country and its local problems connected to this sector. Approaches and possible solutions were developed and put into practice via actual projects that improve the problematic local mining situation. Authors in this context are mostly international development organizations. The *Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC)* focuses for instance on projects in Mongolia that establish processing plants and organize mining operations. The *World Wild Fund for Nature (WWF)* fights in *French Guiana* for the legalizations of ASM activities and the introduction of national environmental protection measures. The *Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR)* launched projects inter alia in Bolivia, Colombia or Peru on environmental and technological improvements by promoting retort systems as a cleaner processing method.

The main objective of this research project is in contrast to reveal how environmental friendly and socially

helpful this sector can be, considering the fact that it is mainly needed as an economic force. In difference to these earlier works this project correlates three important facts to generate an applicable result. First, all seven aspects mentioned above that make up the issue of ASM will be investigated and associated regarding their links and synergy effects within a logical computer-based system (XPS). Second, the output of this system will create user specific choices of action. Third, definition data from international development organizations and specialists is programmed and put into relation. Therefore, already applied solution methods, which have been tested in reality regarding their efficiency and where necessary modified in order to be more effective to solve ASM aspects, will be integrated.

Regarding the research methods of this project literature and media research as well as interviews with topical experts in order to identify the current state of knowledge, were carried out. Furthermore, four research trips to the ASM case study countries Bolivia, Ghana, Afghanistan and Mongolia have been undertaken. The main focus groups at the sample countries were legal authorities and ASM miners. They have been interviewed by using two different standardized questionnaires.

All gathered data is used as input for the computer-based XPS. A programme or software system is referred to as an XPS if it is capable of generating solutions for problems based on a specific limited field, known as the knowledge domain. The overall quality of these solutions can be compared to or even outdo a human specialist (expert knowledge). The XPS within this research project is ought to function as a consulting system. Based on the entered data and values it is supposed to generate alternative choices of action for the user. The software “*d3web*”, which was developed by the professorship of Computer Science at the University of Wurzburg/Germany, will be applied. The development of this software started in the 1980s under the lead of Prof. Dr. Puppe and has been constantly updated. The core system consists of two modules. This is on the one hand the visual knowledge modelling environment “*d3web.KnowME*” that provides setup, evaluation and management of the knowledge base and on the other hand the web-based dialog “*d3web.Dialog2*” through which the knowledge base is used [4].

The expected results of this research project is to develop a prototype XPS. It will consist of two parts, which are aimed at two different user groups. These are state governments and private investors. The user is guided through a consecutive question network, which adapts to the specific ASM country case. The initial step and first part of the expert system is aimed at the user group of state governments. The user is guided via questions through the programme towards tailor-made alternative choices of action that evolve from the problems connected to the seven identified influencing aspects of ASM.

Possible solution scenarios for the user group of state governments can generally be initiated at different stages of the mining activities. It could be introduced through the application process of obtaining a mining license, during ongoing exploitation activities or after all mining activities have been finished. There are two ways of introducing obligatory regulations to miners, the ‘carrot’ and the ‘stick’ method. The ‘carrot’ method functions through encouraging the miners to work legally based on incentives, such as training courses, financial aid, supply of new tools and equipment or providing a state organized and finance field

mapping for mineral occurrences and the distribution of ASM mining blocks. The ‘stick’ method implies to call in security forces, which ban the mining equipment, banish the miners and take legal action against them. Both methods can also be applied in combination.

The consecutive step and second part of the expert system is aimed at private investors. Specifically, these are German small and medium sized engineering/mining companies or individuals, who are interested in international small-scale mining projects. By using the XPS they are given general and mining related country information based on their country choice and are guided along a decision tree via questions related to the relevant ASM aspects. Delivered are general project requirements and alternative choices of action for them to apply. Private investors would need to develop adequate and tailored measures for the mining site, based on the established national regulations and laws as well as on the deposit situation.

The combined efforts of the three stakeholders involved (government, private investor, miners) have a realistic chance to improve the current problematic situation of ASM in developing countries through the application of this type of an interactive XPS management tool.

References

1. Wall, E. et al. (2010), “Working Together: How large scale mining can engage with artisanal and small scale miners”, published by World Bank Group, 1 pp.
2. Priester, M.; Hentschel, T.; Hruschka, F. (2003) “Artisanal and Small-Scale Mining – Challenges and Opportunities”, Published by iied, London, UK 48 pp.
3. Hilson, G. (2003) “The socio-economic impacts of artisanal and small-scale mining in developing countries”, published by iied, Geneva, Switzerland.
4. Seidel, Prof. Dr. H. (2008) “Wissensbasierte Diagnosesysteme”, Script WS 2008, Westsächsische Hochschule Zwickau, Germany, 22 pp.

INTERCULTURAL COMMUNICATION IN INTERNATIONAL MINING COMPANIES

Only through communication one is able to share beliefs, values, ideas, and feelings with others and, therefore, communication is “the heart of all human contact” (Samovar, Porter, & McDaniel, 2010, p. 14). “Every single act of social behavior involves communication” (Jandt, 2010, p. 37) or as Watzlawick’s first axiom on communication states “one cannot not communicate” (Watzlawick, Beavin Bavelas, & Jackson, 1967, p. 51). Communication is, thus, fundamental to human life. But, because communication is so elementary, people often take it for granted. Consequently, there is also the misleading assumption that communicating is easy since every individual communicates continually. However, communication is very multi-faceted and there are many possibilities for misunderstandings. Especially in today’s globalized world, a comprehensive understanding of basic communicational aspects and intercultural differences are fundamental for international success. Although business practices around the world have become highly standardized, national traditions, beliefs, and attitudes still remain diverse and profoundly influence how people think, communicate, behave and how things are done.

The differences in communication styles and cultural patterns are often underestimated by managers and employees of firms. As a result, there is a high probability of unnecessary risks, opportunities are not fully recognized and realized, or joint projects or ventures even fail. Mainly, managers and employees assume that cultural differences do not intervene in daily work life and that business practices are very similar in a globalized world. Furthermore, since the language English is commonly used in international settings, it might lead people to the wrong assumption that business practices are also globalized and, therefore, that there are no differences. However, even when both interlocutors speak English or another common language, there is no guarantee for a successful communication because both partners bring also their influencing culture into the communication exchange.

The mining sector is an industry strongly affected by globalization. Modern-day resource and mining companies are international and often large enterprises where people from different backgrounds and cultures work closely together. Especially mines, i.e. all opencast, underground, and fluid mining, are distinct undertakings where it is of crucial importance that there are no misunderstandings among the employees and participating parties, not only for safety reasons, but also in order to exploit the resources efficiently and in the highest quality possible. But also externally, mining companies have to communicate with a number of very different stakeholders to conduct their business such as, for instance, local authorities, local residents, and local competing or subcontracting firms. Each of these stakeholders has different goals and concerns. These could be, for instance, additional tax income, fear of losing or crowding out traditional jobs, environmental protection, etc. just to mention a few.

In the following, a basic overview on communication, culture, the cultural dimensions of Edward T. Hall and Geert Hofstede as examples how national cultures may differ, stakeholders affected by intercultural communication in multinational mining companies, and intercultural competence as a key factor for successful communication in international settings will be given.

In very simple terms, communication is “the exchange of meanings between individuals through a common system of symbols” (Encyclopædia Britannica, 2011, para. 1). This basic explanation already contains a possible hidden barrier to successful communication: In order to be successful, communicational encounters need to have a common system of symbols between the communicating parties. Especially in international settings, but also within a company or locally within one country or region, this might not always be the case.

Interpersonal communication usually contains a verbal, a non-verbal, a para-verbal, and an extra-verbal component, each both in oral and also in written communication. Verbal communication refers to the lexical or syntax conveying of meaning into language, whereas non-verbal communication refers to body-language, gestures, or facial expressions or, in written communication, the use of pictures, diagrams, etc. Para-verbal elements could be volume, laughing, or pausing while speaking as well as style of writing or typographic elements in written communication. Extra-verbal communications refers to time, place, or overall context of a meeting in oral communication as well as, for instance, quality of the paper or preference on how a flyer is folded in written communication (Bolten, 2007). Furthermore, communication may occur between individuals, between groups as well as between individuals and groups (Button & Rossera, 1990). Due to the possible numerous influencing elements to each communication interaction, there is essentially a high possibility for communication failures or misunderstandings. These failures or barriers to successful communication may occur, amongst others, due to language differences, availability, quality and familiarity with technology, geographical distance, cultural background, personal relationships and trust, or education of the involved parties (Button & Rossera, 1990). Furthermore, ambiguity of words or phrases might also cause misunderstandings, i.e. individuals may apply a different meaning to a certain word or phrase. Such ambiguity may increase when people not use their native language (Kruse, 2011).

Cultural factors may also be a major influencing factor for communicational misunderstandings. In general, “culture is the coherent, learned, shared view of a group of people about life’s concerns” (Varner & Beamer, 2011,

p. 10). A culture gives its members values and attitudes about what behavior and settings are appropriate for them. Culture is visible and invisible as well as openly known to the members of a culture, but also unconsciously for them. Additionally, culture is dynamic and adapts to changes, but there are also differences or even contractions among the individual members of a culture due to their different upbringings and experiences within their main culture.

For intercultural communication research and especially in international business, the findings of Edward T. Hall (1959, 1981, 1989) and Geert Hofstede (1980) are the most prominent and cited ones. Edward T. Hall coined the term and research field intercultural communication, whereas Geert Hofstede is famous for extensive empirical studies in the 1970s at IBM (Moosmüller, 2004). In cross-cultural management research, often so-called national cultures are distinguished and applied when researching activities of firms across borders. According to the national culture approach, cultures of countries are distinguished, i.e. culture is based on the (political) borders of countries. The national culture of an individual influences the interaction between individuals of different national cultures, but a national culture also influences the corporate culture of a firm.

Hall (1959, 1981, 1989) uses the four dimensions proxemics (space), time, context, and information flow to distinguish between cultures. The most important of these four are time and context. With context, cultures may be classified by the amount of information included in the setting or the context of the communication itself. High-context cultures use high-context messages in which most of the meaning is either understood by the physical setting or presumed to be part of the individual's internalized beliefs, values, and norms. Very little of the information is in the explicit message. Therefore, the meaning is not necessarily stated in words. Information is, moreover, provided through non-verbal language, i.e., for instance, gestures or the use of space. Individuals in high-context cultures tend to be more aware of surroundings and environment and are, therefore, able to communicate their information without words (Hall, 1981). Meaning is conveyed through status, i.e., for instance, age, gender, education, family background, title, or affiliations, i.e. also through the network of an individual (Samovar, Porter, & McDaniel, 2010). Low-context cultures, in contrast, use low-context messages, i.e. the majority of the information is included in the verbal message. Communication in low-context cultures, therefore, tends to be direct and explicit, i.e. all or most aspects of the message will be stated explicitly (Hall, 1981).

The use of time is another distinguishing aspect between cultures. According to Hall (1989), there are monochronic and polychronic time cultures. Polychronic cultures do many things at a time whereas monochronic cultures do only one thing at once. In monochronic cultures, the use of time determines and coordinates the people's life, and scheduling is very crucial.

Hall's dimension proxemics deals with the measurable distances between people when they interact (Hall, 1959) and his dimension information flow refers to "the structure and speed of messages between individuals and / or organizations" (Gannon, 2004, p. 8).

Hofstede, on the other hand, created the following six dimensions of culture: Power Distance, Uncertainty Avoidance, Individualism and Collectivism, Masculinity and Femininity, Long- versus Short-Term Orientation, and Indulgence versus Restraint (Hofstede, 2001; Hofstede, Hofstede, & Minkov, 2010). The first four are the most often used ones to distinguish between national cultures. Power distance refers to how societies handle human inequality such as prestige, wealth, or power and how status inconsistencies in these areas are handled. Societies with a high power distance expect and accept the unequal distribution of power, i.e. people believe in hierarchies, whereas in societies with a low power distance, people agree that inequality in societies should be minimized. Uncertainty avoidance refers to the uncertainty of the future that people feel to cope with through technology, law, religion, rules, or rituals. Cultures with a high uncertainty avoidance score tend to be active, security seeking, and intolerant as well as work hard at the workplace with a need for rules, structure and punctuality, whereas cultures with low uncertainty avoidance tend to be contemplative, relaxed, and accept personal risks relatively tolerantly with a lesser need for rules, precision, and punctuality at the workplace (Jandt, 2010). Individualism and collectivism explain the priorities within cultures: In individualistic cultures, people are expected to look after themselves and their immediate family only whereas in collectivist cultures, the goals of the group are placed above the interest of an individual. Also, in individualistic cultures, individuals are assessed according to their accomplishments whereas in collectivist cultures, people are placed according to their relationships in a society (Jandt, 2010). The dimension masculinity versus femininity refers to gender roles, i.e. in feminine cultures, people are rather modest and concerned with quality of life (Hofstede, 2001) whereas in masculine cultures, people are rather ambitious and competitive (Jandt, 2010). The dimension long-term orientation refers to future rewards, i.e. in societies with long-term orientation, thrift, perseverance towards results, and a willingness to subordinate oneself for a purpose is associated. Short-term orientation, on the other hand, is linked to spending to keep up with social pressure, fewer savings, and a preference for quick results (Jandt, 2010). The last dimension indulgence versus restraint refers to fact that indulgent societies place a higher importance on leisure and friends as well as have a generally positive attitude. Restrained societies feel rather helplessness about what happens to them in life and are generally tight societies (Hofstede, Hofstede, & Minkov, 2010).

There is numerous other research on how to differentiate between national cultures, but all of them are equally limiting to the individual influencing characteristics of the single members of societies, i.e. basically cultural dimensions stereotype. Critics agree that it is unfitting to distinguish only through national cultures because political borders do not define cultural entities (Haas, 2009; Jandt, 2010; McSweeney, 2002). However, it has also been researched that the named dimensions are to some extent true, see exemplary Søndergaard (1994), who analyzed 61

replications of Hofstede's study with the result that "the differences predicted by Hofstede's dimensions were largely confirmed" (Søndergaard, 1994, p. 451) as well as national cultures are used due to a lack of other useable theories for international management (Tsui, Nifadkar, & Yi Ou, 2007). Therefore, even though national cultures stereotype the characteristics of the members of a culture, they also give clear hints on the (possible) differences between people and help to find strategies for successful intercultural communication.

For international resource firms, there are at least three different types of culture that may affect the daily business: the national culture of the host country, the corporate culture of the parent company, and the various microcultures of the involved individuals and stakeholders. International managers and employees in international teams need to negotiate and interact with numerous different parties from diverse backgrounds such as customers, suppliers, labor unions, government officials, headquarters or subsidiary personnel, joint venture partners, supervisors, and even journalists or bloggers, especially when it comes to environmental protection or interactions with indigenous people. As a result, international interpersonal skills and intercultural competence, i.e. an awareness, understanding, and last but not least also simple acceptance for the different behavior and values of colleagues and business partners from a different cultural background is highly important to work effectively and appropriately in an international mining firm.

References

1. Bolten, J. (2007). Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
2. Button, K. & Rossera, F. (1990). Barriers to communication, a literature review. *The Annals of Regional Science*, Vol. 24, pp. 337-357.
3. Encyclopædia Britannica (2011). Communication. Retrieved on March 20, 2011 from <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/129024/communication>
4. Gannon, M. J. (2004). Understanding global cultures: metaphorical journeys through 28 nations, clusters of nations, and continents. 3rd Ed., Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
5. Haas, H. (2009). Das interkulturelle Paradigma. Verlag Karl Stutz.
6. Hall, E.T. (1959). *The silent language*. New York: Anchor Books.
7. Hall, E.T. (1981). *Beyond culture*. New York: Anchor Books.
8. Hall, E. T. (1989). *The dance of life: the other dimension of time*. New York: Anchor Books.
9. Hofstede, G. (2001). *Culture's Consequences – Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations*. 2nd Ed., Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, London, New Delhi.
10. Hofstede, G., Hofstede, G., & Minkov, M. (2010). *Cultures and Organizations: software of the mind*. Revised and Expanded 3rd Edition. McGraw-Hill Companies.
11. Jandt, F. E. (2010). *An Introduction to Intercultural Communication. Identities in a Global Community*. 6th Edition. Sage Los Angeles, London, New Delhi.
12. Kruse, J. (2011). *Reader: Einführung in die Qualitative Interviewforschung (Version Oktober 2011)*. Freiburg.
13. McSweeney, B. (2002). Hofstede's model of national cultural differences and their consequences: A triumph of faith - a failure of analysis. *Human Relations* 2002; Vol. 55 (1), pp. 89-118.
14. Moosmüller, A. (2004). Das Kulturkonzept in der interkulturellen Kommunikation aus ethnologischer Sicht (pp. 45-67). In: *Konzepte der Interkulturellen Kommunikation. Theorieansätze und Praxisbezüge in interdisziplinärer Perspektive*, H.J. Lüsebrink (Ed.). Röhrig Universitätsverlag GmbH, St. Ingbert.
15. Samovar, L. A., Porter, R. E., & McDaniel, E.R. (2010). *Communication Between Cultures*. Seventh Ed., Wadsworth, Boston, MA.
16. Søndergaard, N. (1994). Research Note: Hofstede's Consequences: A Study of Reviews, Citations and Replications (pp. 447-456). *Organization Studies*, May 1994, Vol. 15, No. 3
17. Tsui, A. S., Nifadkar, S. S., & Yi Ou, A. (2007). Cross-National, Cross-Cultural Organizational Behavior Research: Advances, Gaps, and Recommendations. *Journal of Management*, Vol. 33 No. 3, June 2007, pp. 426-478.
18. Varner, I. & Beamer, L. (2011). *Intercultural Communication in the Global Workplace*. 5th Edition. International Edition 2011. McGraw-Hill.
19. Watzlawick, P., Beavin Bavelas, J., & Jackson, D. D. (1967). *Pragmatics of Human Communication. A Study of interactional patterns, pathologies, and paradoxes*. WW Norton & Company, New York, London.

CORPORATE CULTURE OF THE SERVICE FIRM: EXTERNAL AND INTERNAL PERSPECTIVES

Introduction

A firm's corporate culture that is customer-oriented is central to superior performance in the market (Parasuraman 1987). A more recent study has shown the positive relationship between the service orientation of corporate culture and business performance of manufacturing firms (Gebauer, Edvardsson, Bjurko 2010). Especially for service firms, corporate culture plays a major role (Parasuraman 1987). The reason for this can be found in the special characteristics of service firms, i.e. heterogeneity, intangibility, perishability, and inseparability of production and consumption (Zeithaml, Parasuraman, Berry 1985). Heterogeneity refers to the potential variability in the actual performance of the service, i.e. that the quality of the service may vary in each different encounter. Intangibility means that services cannot be seen or touched such as goods because services are performances. Perishability refers to the fact that services cannot be stored, which makes it difficult to synchronize supply and demand. Finally, inseparability of production and consumption means the simultaneous production and consumption of numerous services where the customer has to be present (Zeithaml, Parasuraman, Berry 1985). Thus, the customer is always co-producer of the service and co-creator of value. This view has been termed "service-dominant logic" (Vargo, Lusch 2004; Lusch, Vargo 2006).

Literature review

Marketing scholars have extended the 4 Ps of the traditional marketing mix, i.e. product, promotion, price and place, to 7Ps in the case of services. The three additional Ps are mentioned as people, processes and physical surroundings (Booms, Bitner 1981). With people as one of the central elements of the services marketing mix, the internal focus on employees becomes evident. The importance of processes further contributes to the emphasis on internal aspects. Hence, services marketing should not only have an external focus on customers, but also an internal focus on employees (Booms, Bitner 1981).

Scholars define culture as "unwritten policies and guidelines which provide employees with behavioural norms, to the importance the organization as a whole places on the marketing function, and to the manner in which marketing activities are executed" (Webster 1995). Webster (1995) states the following reasons for research interest in a firm's culture:

- Culture can serve as the basis for employee behaviour (Gregory 1983)
- Managers may rely on culture to direct the course of their firm (Smircich 1983)
- Culture can positively influence productivity in terms of coping with factors of the external environment of the firm (Schneider, Arnon Reichers 1983)
- Culture enhances the understanding of interviewee characteristics who are performing well in the firm (Downey 1987)
- Culture provides the basis for employee behaviour that is desired and not desired (Harrison 1972)

Corporate culture becomes manifest in employee beliefs, norms and values. It influences employee behaviour and the informal communication towards the customer. Especially the actions of frontline employees who have direct contact with the customer are regarded as important (Wilson 2001). Wilson (2001) notes that "the service personnel are the face of the organisation, and a company's effective use of that face is dependent on understanding organisational culture". Thus, it is crucial for management to reduce potential gaps between corporate identity based on corporate culture and corporate image of the firm as perceived by the customers. The internal perspective shaped by the employees and the external perspective shaped by the customers should be accommodated (Balmer, Greyser 2002).

Methodology

The methodology chosen for the empirical investigation was case study research according to Yin (2003). A case study can be defined as "an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context [...]" (Yin 2003). Case study research involves many more variables of interest than data points and is based in multiple sources of evidence. Thus, case study research is an all-encompassing method. A case study can rely on quantitative and qualitative evidence (Yin 2003). This study takes a single-case design, i.e. it includes a holistic case and a single unit of analysis (Yin 2003). The survey was conducted in 2012 in an Austrian service firm. Questionnaires were distributed among employees and customers of the firm likewise. Furthermore, observations were made.

Results

The analysis of the internal employee perceptions of the service firm and its culture reveals several positive aspects. Employees perceived a corporate culture that emphasizes excellent services and collaboration within the firm. Therefore, the service firm was viewed as successful and dynamic. Employees characterized themselves as diligent, competent, honest, conscientious, and friendly. They highlighted the way complaints are handled, i.e. that complaints are taken seriously. Employees also stated that they are attentive towards the customers, and they felt a climate of trust in the firm. Finally, employees mentioned the training they receive and actions that are rapid and

unbureaucratic. Room for improvement was seen in chaotic operations at peak times and being able to put oneself in the position of the customer. The analysis of the external customer view reveals that the quality of the service, the competence of the employees and the scope of services fully met the expectations of the customers. Room for improvement was seen in the information regarding the expected costs of the service, the time of submitting an offer and the time of order procedure. The vast majority of customers participating in the case study felt that they were given full attention. This refers to personal inquiries in the firm however; inquiries on the phone were not rated as positively. The vast majority of customers perceived a very good working climate among the employees. Furthermore, the stated that complaints had been handled to their full satisfaction.

Conclusion

The results of the empirical study show that the corporate culture of the analysed service firm is perceived to a large extent similarly by employees and customers, e.g. regarding the competence of the employees or the handling of complaints. Gaps in the perceptions of customers and employees can be found in the attention towards the customer on the phone, the time of order procedure and the information regarding the expected costs. The findings highlight the central role of frontline service employees whose actions shape the customer perceptions of the service firm. Internal and external perspectives turned out to be largely accommodated which was regarded as crucial in the literature. This case study may serve as a starting point for a large-scale survey that goes into more detail and allows generalization of results. Thus, further research should include more service firms from a broad range of industries.

Acknowledgements

The author thanks Janine Heinzle for the support in the data collection.

References

1. Balmer, J. M. T., Greyser, S. A. (2002): *Managing the Multiple Identities of the Corporation*. California Management Review 44(3), 72-86.
2. Booms, B. H., Bitner, M. J. (1981): *Marketing strategies and organizational structures for service firms*. In: Donnelley, J., George, W. (Eds.): *Marketing of Services*, Chicago: American Marketing Association, 47-51.
3. Downey, S.M. (1987): *The relationship between corporate culture and corporate identity*. Public Relations Quarterly, Winter, 7-12.
4. Gebauer, H., Edvardsson, B., Bjurko, M. (2010): *The impact of service orientation in corporate culture on business performance in manufacturing companies*. Journal of Service Management 21(2), 237-259.
5. Gregory, K.L. (1983): *Native view paradigms: multiple cultures and culture conflicts in organizations*. Administrative Science Quarterly 28 (September), 359-76.
6. Harrison, R. (1972): *Understanding your organization's character*. Harvard Business Review 50 (May-June), 119-28.
7. Lusch, R. F., Vargo, S. L. (2006): *Service-dominant logic: reactions, reflections and refinements*. Marketing Theory 6(3), 281-288.
8. Parasuraman, A. (1987): *Customer-oriented corporate cultures are crucial to services marketing success*. Journal of Services Marketing 1(1), 39-46.
9. Schneider, B. and Arnon Reichers, E. (1983): *On the etiology of climates*. Personnel Psychology 36 (1), 19-39.
10. Smircich, L. (1983): *Concepts of culture and organizational analysis*. Administrative Science Quarterly 28 (September), 339-58.
11. Vargo, S. L., Lusch, R. F. (2004): *Evolving to a New Dominant Logic of Marketing*. Journal of Marketing 68(1), 1-17.
12. Webster, C. (1995): *Marketing culture and marketing effectiveness in service firms*. Journal of Services Marketing 9(2), 6-21.
13. Wilson, A. M. (2001): *Understanding organisational culture and the implications for corporate marketing*. European Journal of Marketing 36(3/4), 353-367.
14. Yin, R. K. (2003): *Case Study Research*. Applied Social Research Methods Series Vol.5, third edition. Thousand Oaks: Sage.
15. Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., Berry, L. L. (1985): *Problems and Strategies in Services Marketing*. Journal of Marketing 49 (Spring), 33-46.

A. KALITA

Wroclaw University of Environmental and Life Science, Poland

CONVENTIONAL ENERGY SOURCES IN POLAND

The structure of conventional energy production in Poland

“Fossil fuels are nonrenewable, but not all nonrenewable energy sources are fossil fuels”.

The group of conventional energy sources is one of the three main type of energy sources.

Non-renewable resources are energy sources that have a finite quantity are not able to be replenished. This definition includes petroleum and shale oils, uranium, coal, and natural gas, the main sources of energy for human technology. Some limited resources, such as metals and timber, are not considered non-renewable, because trees can be re-harvested with proper management and metals can be recycled for further use.

It is possible to run out of these things, they do not remain permanently unavailable, and require responsible resource management.

Poland has no possibility to become independent from fossil fuel exporters. However, it is possible to run of these things, thanks to the European Union. Opportunity to solve this problem efficiently through enlargement of renewable energy resources in economy. The research range concerns the sources and the structure of conventional energy both in Poland and in the world.

Aim, range and methods of the research

This elaboration presents size and structure of electricity and heat from non-renewable resources. The data concerned Polish in 2009 – 2011. The main aim is to present Poland as a producer and a consumer of energy and simultaneously placing it in the world energetic balance. During the research documentary method has been used [1]. The results have been presented in the form of descriptions, tables and diagrams. The source data come from Mały rocznik statystyczny 2012r.GUS [2].

The results

In Poland electricity from non- renewable sources is produce from: petroleum, shale oils, uranium, coal and natural gas. Scale production of electricity from these sources in the years 2009 – 2011 are presented in Table 1. On based of data, we can observe that in Poland the meaning of alternative resources in electricity production grew up about 4,6 % in analyzed time (from the level **70,864GWh** in 2009 to almost **75,526** GWh in year 2011). The main part in this production has hard coal, and lowest part in electricity production has natural gas in liquid or gas state (Table 1). Within this time the hard coal raised proportional as well (about 5%). The lower meaning has natural gas in liquid or gas state also in electricity production (Table 1). Similar to production level, the structure of non-renewable energy sources was change in analyzed time.

Table 1

Production of electricity from non- renewable energy sources in Poland in 2009-2011 [GWh]			
Products	2009	2010	2011
Total	70,864	72,462	75,526
Hard Coal	43,014	45,479	47,235
Lignite	25,137	24,462	25,464
Natural gas in liquid or gas state	2,713	2,521	2,767

Source: Mały rocznik statystyczny 2012 r. GUS, Warszawa 2012, s. 359 [2].

The structure of the electricity produced from non-renewable sources is shown in diagram 1. It can be observed on diagram that from years 2009 - 2011 electricity from hard coal has more than 80% share in total amount of non- renewable energy sources. In next years the bigger shares came in similar way.

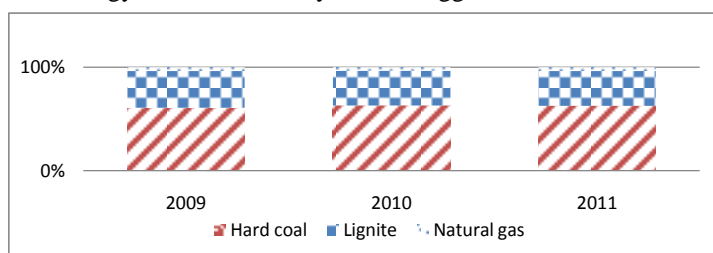


Figure 1. The structure of electric non – renewable energy sources in Poland in 2009 – 2011

Source: own preparation based on [2, s.359]

In based of data from years 2009-2011 the consume of non-renewable resources energy increased in Poland (table 2). The lowest part in electricity has natural gas.(Table 2). Exact consume of non-renewable resources energy in Poland (years 2009-2011) presented on table 2.

Table 2

Consume of non – renewable resources energy in 2009-2011				
Consume energy [GJ]	2009	2010	2011	Dynamic 2010/2011
Hard coal	39249	42934	42658	99,36%
Lignite	56926	55695	61769	110,91%
Natural gas	36339	37436	40578	108,40%

Source: Mały rocznik statystyczny 2012r. GUS, Warszawa 2012, s.140.

The structure of consume non- sources renewable energy in Poland in 2009 – 2011 is shown in diagram 2.

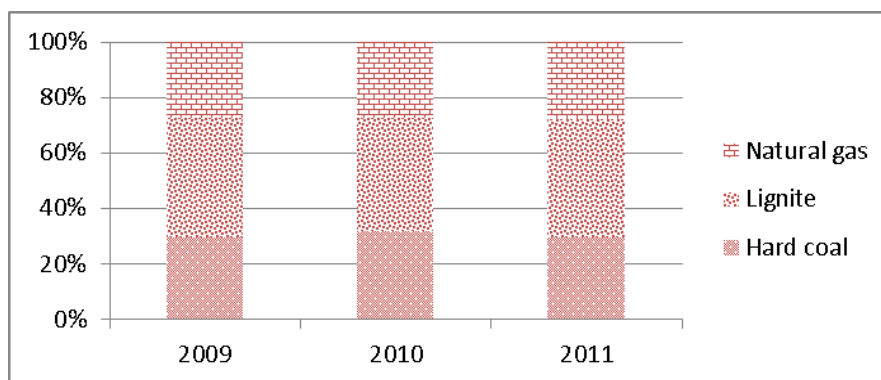


Figure 2. The structure of consume non- sources renewable energy in Poland in 2009 – 2011
Source: own preparation based on [2,s.140].

Production of electric energy from non – renewable sources in 2009 – 2011 presented table 3.

In 2009 there were produced 39249 GJ energy , in 2010 more than 42900 GJ of electric energy which were produced mainly from hard coal . Till year 2009 the main part in this production has lignite energy. From 2009 the electric energy production start be made from lignite, but this level wasn't relevant

Table 3

Production of electric energy from non – renewable sources in 2009 – 2011 [GJ]

Production of the electric energy	2009	2010	2011	Dynamic 2010/2011
Hard coal	32 363	34871	35325	101,3%
Natural gas	25322	28050	28261	110,77%

Exact research results consume to the production of electric energy from non- renewable sources in Poland presented in figure 3.

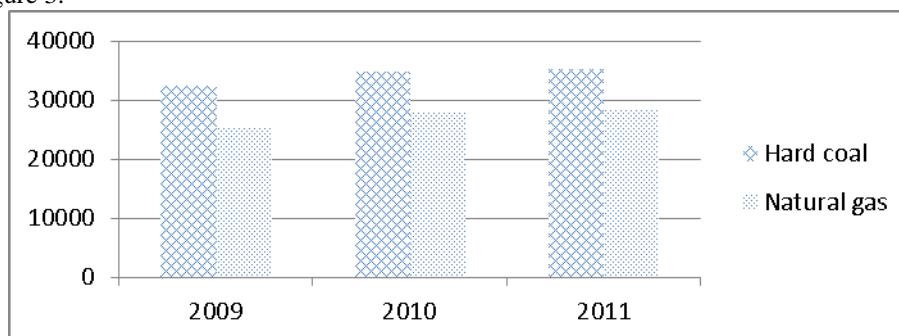


Figure 3. The structure of electric energy from non – renewable sources in 2009 – 2011

Conclusion

The structure of conventional energy production in Poland in analyzed 3 years times was change. From 2009 to 2011 the participation of electricity coming from hard coal decreased in a favor lignite. For production of conventional electricity essential meanings had the following resources: hard coal, lignite, natural gas in liquid or gas state. The lowest meanings during consume the production of electric energy from non- renewable sources in Poland had natural gas because there is mainly uses in car transport. It is worth mentioning that because of Polish membership in European Union the meanings of non- renewable resources in a heat and electricity productions should increase in next decade.

References

1. Staszak., 2012: Energia z nieodnawialnych źródeł energii.
2. Mały rocznik statystyczny 2012r. GUS, Warszawa 2012.

THE ANTICOMMONS AND THE MINING PROPERTY RIGHTS IN TRANSITION. THE CASE OF ALBANIA

Introduction

The research defines a framework for anticommons analysis as concerning the fragmentation of property rights in Albania with regards to the mining sector and the coastal areas (however this paper concentrates on the mining sector example). It describes the challenges a transition economy faces moving from a closed to an open market economy in the absence of an accurate legislation and accountable enforcing institutions. Ever since in an unfriendly environment for establishing accurate property rights the economic value of a resource will be challenged, the case of Albania shows that though being rich in minerals (mainly copper, nickel and chrome), the Albanian exports in the sector are short (much shorter than under the socialist regime).

Therefore the low efficiency of the Albanian mining sector throughout the post-communist transition has become an important concern for its economy. The reforms held and the newly introduced mining legislation during the 90s failed to direct the mining works into the hands of the proper investors. The privatization process mostly aimed attenuates the economic disadvantages of the remote areas. Therefore, it distributed most of the mineral rights to individuals (often locals) with no or little skills, missing technical know-how, as well financial support in recovering the already outdated mining sector. Moreover the fragmentation of both big and moderate to small mines brought the Albanian mining industry as unattractive to foreign investors. For the ones operating in the country, the biggest challenge has been the consolidation of their property.

In this concern the research explains how the existence of multiple rights of exclusion unbundled from the rights of use has created anticommons that has impeded transactions in the mining sector.

One more relevant hold-up factor is the presence of illegality and its effects in essential aspects of the economy such as taxation, rents, and transferring of titles. Hence the study also considers its implication in the mining areas under an unclear and ineffective legislation and weak legal authorities entitled to enforcing property rights in mining claims.

Finally, this research shows that the course of moving towards privatization of national resources should be a careful process associated with establishing a proper Legislation that guaranties private property rights but not to the extent of being harmful for the efficient exploration of natural resources. Therefore the legal framework, addressing the importance of law's content regarding property rights, should address the fragmentation; hence exclusion and high transition costs to be avoided.

It also should provide accountable public administration in enforcing those rights and being capable of addressing illegal occupation of land and buildings, expropriation, and adequate compensation taking into account the public interest.

The importance of property rights and the anticommons concept

The importance of the property rights on economic progress has been widely discussed for decades, stressing the significance of the private property to the market economy. However Heller (1989) saw a problem relevant to private property rights which could also (lead to a tragedy (the opposite of the commons tragedy). Naming it anticommons, it explains the case of many people owning property rights over the same belongings and having the veto to prohibit each other in using it. Taking the case of post-communist Russia, Heller explains how the main front stores in Russia remained empty, meanwhile Kiosks where flourishing because of the difficulty to obtain permission from several agents able to apply the right to exclude. Another case of anticommons is when a property is divided in many tiny pieces which when separated are not economically efficient hence putting them together is a very costly and time consuming process. In this case, it is dealt with underuse of resources which is also a tragedy per se. This tragedy could be only avoided by enforcing laws which prohibit the division of properties in small unproductive pieces of land.

In the contexts of the developing world, as stressed by De Soto, the role of law plays a crucial role in hindering another danger for economic prosperity, the illegality. It regulates transactions for an efficient economy, therefore secures consistent property rights and provides fair opportunities for all in using the contract system.

The matter of privatization and distribution of property titles and its impact on the private sector development has been a crucial element for inciting the private economy of post - communist countries. The countries which had to face a sore process of privatization are still dealing with issues of economic inefficiencies because of overlapping property rights, unproductive privatization process, improper transfer of property rights and illegality. This is also the case of Albania, a post - communist country situated in the western Balkans. The incomplete legislation on land property, overlapping and often conflicting responsibilities among responsible institution on enforcing the law caused a high presence of illegality and within this illegality conflicting interests related to anticommons and illegality are present. This makes the importance of law and its enforcement even more crucial as it should prevent underuse as a result of anticommons and "misuse" or "chaotic" use as a result of illegality. These examples are easily to find among valuable recourse mostly promoted by the Albanian government as in the mining sector.

Research question and the novelty of the study

Within this context the study deals with responding to the following research question: how has the law on property rights influenced the development of the Albanian mining sector during the post-communist transition (1993-2011)?

The research is aimed to prove the importance of the property law and enforcement institutions in regulating the property rights in transition economies. The crucial role it has in developing real estate and the decisive function on the economic development of a country. It deals with commons, anticommons within an illegal environment of property right and shows how much more complex these concepts can be in the transitional world. In view of the analyses of the illegal private property and its impact on the economic development, the study gives a contribution to the developing economics as well.

Once more the research is an innovation per se as it attempts to provide the importance of law to the transitional process from a centralized state property (often referred as common and resulting in tragedy) to too much of ownership leading to an anticommons tragedy, in what respect little research has been done, and moreover it regards the realities of transition economies and the presence of illegality - a quite fresh prospective.

Methodology

The study conduces an analysis on the development of the property law in Albania after the decline of the communist regime and the development of the mining sector. All changes in the relevant legislation during this period (1991-2011) are to be commented step by step. Moreover empirical data relevant to the change in the performance of the mining sector shall be provided with real examples.

The methods employed in collecting the data are: Primary Data², Secondary Data³ and Case studies. For interpreting data collected descriptive statistics will also be used.

Achieved performance

So far the legal framework on property rights in Albania has been scrutinised. There are covered topics as the Property rights and extra-legality in Albania providing a snapshot of the territorial development after the fall of communism in the country. Economic transactions of the property among illegal owners, illegal and legal owners or partly legal owners are introduced. Involvement of the corruptive affairs in transferring property titles to domestic and foreign investor by the national authorities is illustrated. A guide in formation of the Real estate property as: informal, illegal building and extensions and the corruptive affairs involving the governing bodies is provided.

The jungle in the Mining and Oil sector is also described and the poor legislation is commented. The last considerable changes in legislation since the Albanian government sold the biggest and only refinery with its rights to research and dig in the whole country and the insights for unfair tenders are shed into light.

References

1. Heller, M. (2010). *Commons and Anticommons (Economic Approaches to Law)*. M.
2. Soto, H. d. (1989). *The other path*. New York: Harper and Row Publishers.

M. KUBIENIEC, P. BOGACZ

AGH University of Science and Technology, Poland

RISKS AND PROBLEMS OF RUNNING OWN BUSINESS BY STUDENT ON THE INQEL MARCIN KUBIENIEC COMPANY CASE

This article describes problems and risks of running a company during studies. Paper shows problems arising from a need to split time between university classes and work in an own enterprise, lack of experience and a possibility of encountering formal – legal traps. Every case in this lecture is based on the author's own, more than two years experience.

Introduction

Despite the economic crisis that we have been facing for the past three years, more and more people decide to start their own business and the most enthusiastic group to run their own enterprise are students. Threats and problems that may be encountered by young, studying businessmen or businesswomen at the beginning of their own business careers were described on the example of the author's own experience of running a business and full-

² Interviews with responsible officials in key positions of mining privatization process, Albanian Ministry of Economy, Trade and Energy. As well as direct interviews with other important actors in the process, lawyers carrying out property rights conflicts, owners (domestic and foreign investors) of the mining in the study area, actors involved in conflicting interests. Direct observation on the field.

³ Official document, other relevant studies and analyses conducted, collect the results of relevant projects dealing with territory management.

time studying two faculties simultaneously. Some useful information and advice to be used by the young entrepreneurs can be found in this article.

Economic environment

Although, the present socio-economic conditions do not help running an own business still the number of new enterprises grow systematically every year (figure 1). Among students in Poland 55% declare the will to start a business during their studies or in a year after the graduation. 3% of them will establish new companies, which shows that only 2 students will set up a completely new enterprise (figure 2). The most depressing, however, is the ratio indicating the survival of newly launched companies, which constitutes just 31,4%. Theoretically, the first and the most difficult year will be outlived only by one company. The reasoning may be followed on figure 3. The major problems that those small enterprises have to struggle are increasingly demanding market, competition from more experienced both Polish and foreign companies, bureaucracy and complicated system of legal regulations and laws introduced as well by the European Union as Polish government.

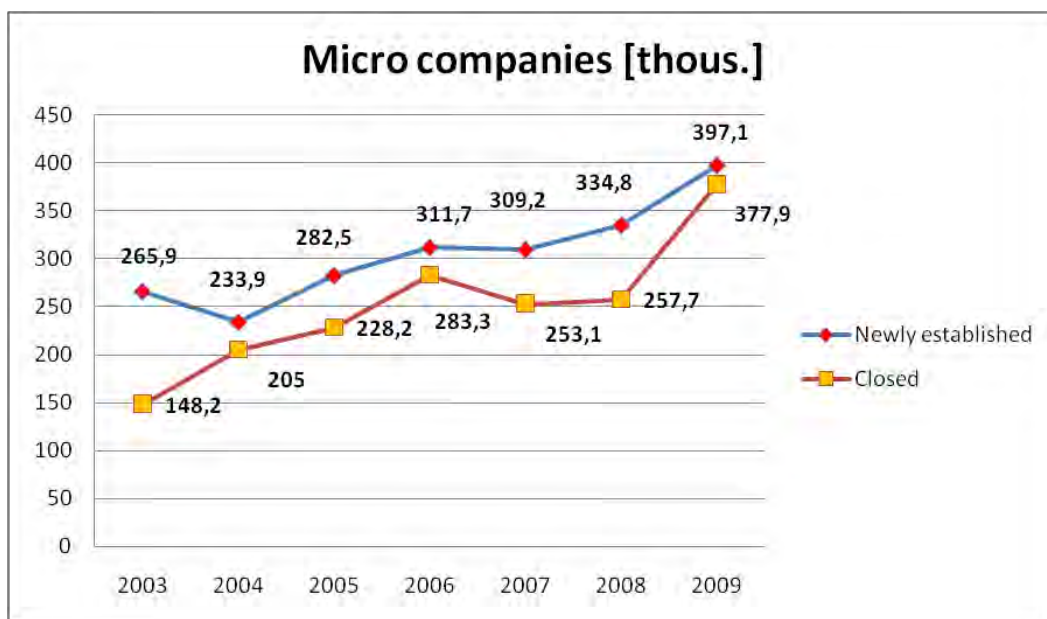


Figure 1. The number of newly established and closed enterprises of micro – business sector in 2003 – 2009 in Poland (source www.parp.pl)

The decisive factors driving the establishment of a new business are the most of all, according to the author, trading expertise and experience. The “new” people in business (students especially) very rarely take the risk of investing big amount of money into capital-intensive enterprises which most often also do not know very well. Students rather opt for the activity in less capital demanding services sector.

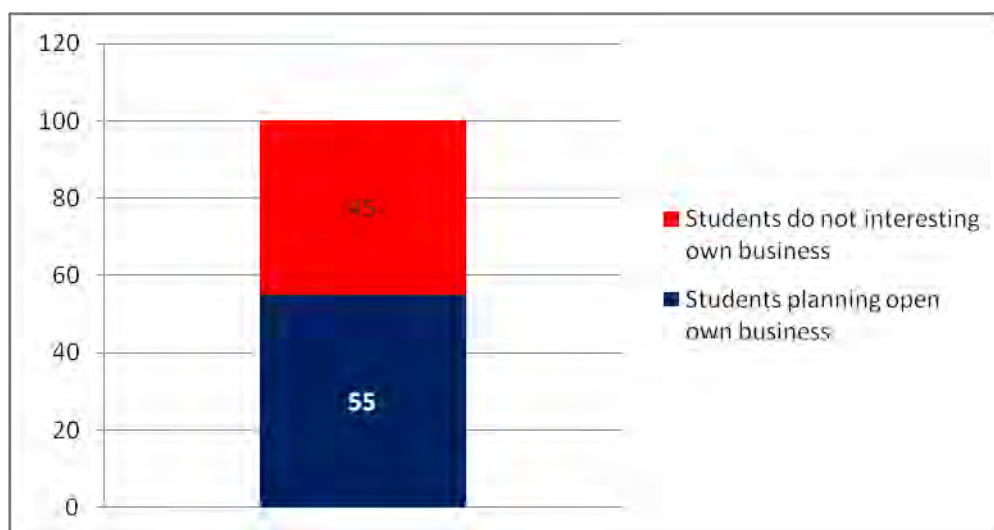


Figure 2. Problems and threats a student encounters while running business (source: www.perspektywy.pl)

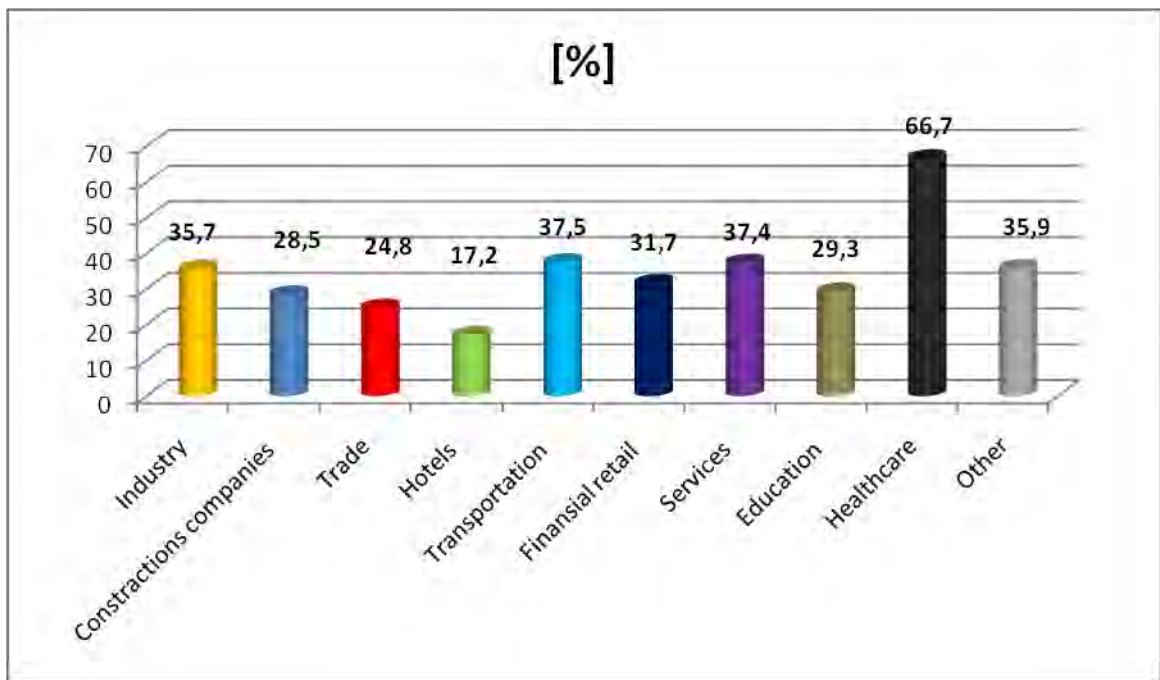


Figure 3. The survival of newly established companies index. Data from Poland, up till 2010. (source: www.parp.pl)

Student – Entrepreneur

In this part of the article we present some of the obstacles that young entrepreneurs may face at the beginning of their business career.

For young people who are deciding to start an enterprise the most important challenges to face are those connected with the personal character, call of duty, reliability, lack of knowledge and experience. Having just the knowledge based only on education and no experience in a given sector, many people do not realize how hard putting principles and assumptions into life may be. The InQelcompany, for example, went into hard bituminous coal - eco pea sector. The venture's objectives were to base the production on domestic resources that would come from one of Silesian coalmines. Having gone through the potential market and establishing a few prospective clients, who guaranteed to collect the goods, three months later the situation changed dramatically and the whole enterprise turned out to be much more complicated. The reason for a such situation was insufficient expertise of the particular trade and the unpredictable market. That is why it is much useful to confront our assumptions with the economic reality by benchmarking - comparing our ideas and principles with other companies in the same trade.

The lack of money is one of the most frequently declared reasons why young people do not start their own businesses. Recently only a few organizations aim at promoting young and creative businessmen, who do not have proper financial resources to set up their companies have been established. For an example of such an institution, the “Business Angels” may serve. It is a kind of investment found, which specializes in so called “start-up’s” which stands for promotion and launch of new companies with probable high return of investment. The main problem is not the lack of ability to obtain funds but lack of knowledge about the initiatives and how to reach them. It is therefore extremely important to educate and carry promotional activities in this area. Public and educational institutions should inform about a variety of opportunities to raise capital to start which in the author's opinion can contribute significantly to the development of entrepreneurship among young people.

Other difficulty to solve at the beginning is also reaching clients when our brand is not recognizable in the market. It takes a lot of time for the company to matter in the market. As a consequence, the prior lack of trust of potential customers results in the lack of contracts for the company. According to the author, this problem may be solved by using an Internet as a tool for gaining first customers. Creating professional website and presence in so called “social media” appears to be very useful in this case. But, as the author claims, the most important factor that could decide on the company's success is finding the receiver of goods or services even before the business is established. The young or new businessman should gain a reliable and solid client who would help the company to survive during the first and the most difficult period. Apart from the demand, clearance of the bank accounts by customers is of the greatest matter. The analysis conducted during the recent economic crisis indicates that the problems with financial liquidity are the greatest reason for which companies disappear from the market.

Conclusions

Running the own business may be very exhausting for a young student. Dividing time between work and education is a great task for the people who want to be financially independent as soon as possible. It takes a certain amount of self-discipline and strength to give up enjoying free time and devote it for a company. The result is that only 3% of students decide to establish their companies. Despite now we must sacrifice pleasures, in future we will

benefit more than only financially. Nevertheless, before achieving success, the businessman must confront his ideas and imagination with reality.

In author's opinion, the essence of running the own business is establishing the Polish brand, exploring the possibility to develop it and to create new jobs. The author finds it patriotic and is proud to be given the chance to contribute to the country and society.

M.J. LUBRYKA

Association of Mining Engineers and Technicians, Poland

J.K. LUBRYKA

KOPEX – Electric Systems S.A., Poland

A.M. LUBRYKA

Educational school named after Jerzy Kukuczka, Poland

COKING COAL PRODUCTION AND SALES BY JASTRZĘBSKA SPÓŁKA WĘGLOWA SA AGAINST THE BACKGROUND OF GLOBAL COKING COAL MARKET

Introduction

Thermal coal and coal with coking properties are two vastly different mining products. Despite the similar misleading names, they serve completely different purposes.

98% of thermal coal in Poland is used for the generation of various forms of energy, the remaining 2% is subjected to chemical processing. All of the coking coal is used for the manufacture of coke, which is indispensable in the manufacture of steel products. This difference should induce taking another approach when studying coking coal market situation.

Situation in the global coking coal market

About 38% of coking coal produced in the world enters international markets. This is the surplus over home demand, mainly from coke manufacturers. The highest coke deficit is in Asia and Western Europe, while Australia and North America have coke surplus. The largest importer is the Asian market, where nearly 50% of overall world coke turnover takes place, with Korea, India and Taiwan, in addition to China and Japan, being the major buyers.

Australia has for many years been the leading supplier of coking coal (ca. 54% of the market). The runners-up are Canada and USA, recently closely followed by China. Mongolia should also shortly join the major players. Australia and Canada dominate the Asian market, whereas the US follow Australia in Europe, with the remaining portion of imports in Europe coming from Canada, Poland and Russia.

China, with its 2012 output said to be as high as 444 million tonnes, is among the largest coke manufacturers in the world. China is followed by Japan, planning to manufacture 37.6 million tonnes, and Russia expecting to produce ca. 29.7 million tonnes in 2012. India is to supply ca. 23.4 million tonnes of coke this year, while the figure for Poland is less than 9 million tonnes, of that 6 million tonnes for export.

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A., JSW

Group – general information

JSW comprises 4 coal mines: Borynia-Zofiówka-Jastrzębie (system of combined mines consisting of three entities, which until recently were independent mines: Borynia, Zofiówka, JAS-MOS), Budryk, Krupiński, Pniówek, where coking and thermal coal is extracted, and a Material Logistics Centre. Major companies equity-related with JSW SA include: Koksownia Przyjaźń S.A., Kombinat Koksochemiczny "Zabrze" S.A., Wałbrzyskie Zakłady Koksownicze "Victoria" S.A., Spółka Energetyczna "Jastrzębie" SA, Jastrzębskie Zakłady Remontowe Sp. z o.o., Jastrzębska Spółka Kolejowa Sp. z o.o. and Polski Koks SA.

At the end of 2012, the JSW Group's employment was more than 29.7 thousand, most of which were employed by JSW (over 22.9 thousand) and Koksownia Przyjaźń (coking plant) (over 1.7 thousand).

JSW mines hold about 0.55 billion tonnes of evidenced workable reserves of coal. The Group intends to enlarge the workable reserves base to 0.84 billion tonnes. This will enable it to maintain a strong position in international markets for the next 60 years.

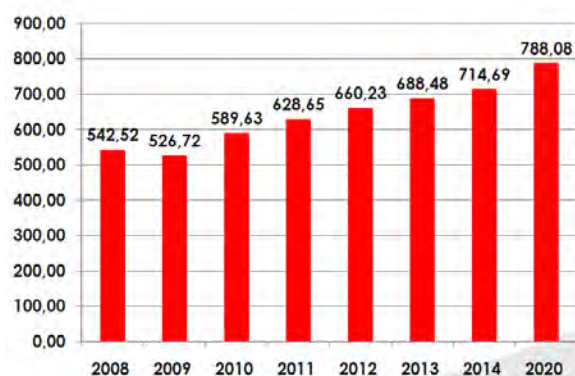


Figure 1. Global coke production - past and future

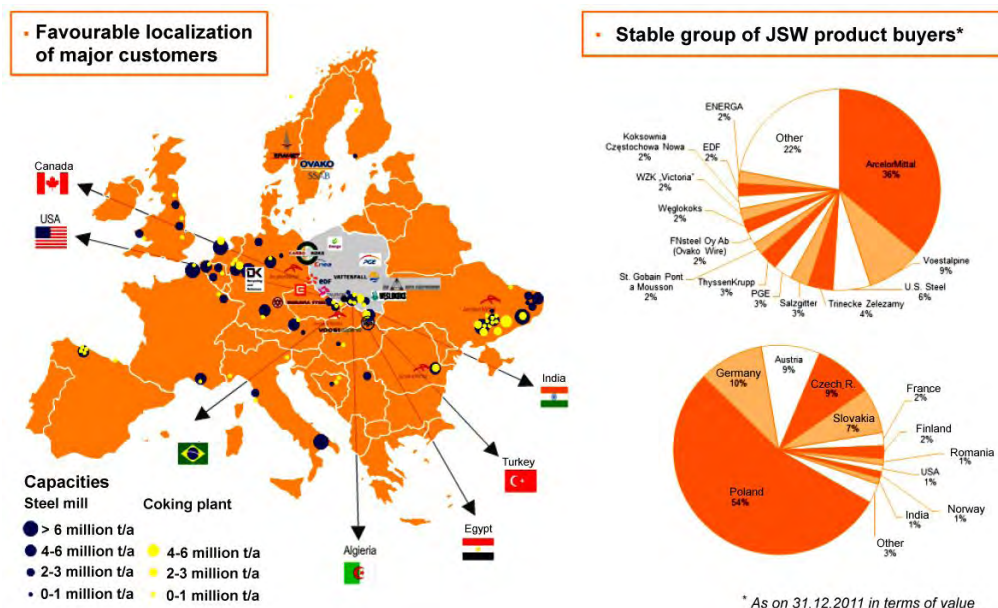


Figure 2. Major customers of the JSW Group

This year JSW intends to increase coal production by 5.5 percent to 13.3 million tonnes.

It also plans to increase coking coal share in total coal production to ca. 73 percent. In 2012 coking coal production amounted to 9.675 million tonnes, as compared to 8.81 million tonnes in 2011 (9.8% increase). The share of coking coal in total coal production is to increase from 69.9 percent last year to 72.7 percent. JSW is continuously diversifying its markets and products.

JSW implements development projects in its mining operations. For instance, operations are under way to open mining level 1290 at the Budryk mine, which will enable production of coking coal of the much sought for 35.1 and 35.2 coal grades. These projects will cost ca. 900 million PLN. Coke production is to reach 3.54 million tonnes, as compared to 3.084 million tonnes last year. This means an increase of 14.8 percent.

Prospects for JSW SA

The mission of the JSW Group is to supply its customers with the highest quality coking coal and coke products to ensure steady increase in the Group's value, taking into account the expectations of stakeholders and using the unique resources, competencies and skills to guarantee constant improvement of corporate organisation.

The vision of the JSW Group is to strengthen its position as the leading producer of coking coal and the leading supplier of coke in the European market and development trend-setter for the whole sector by pursuing the best operating standards.

The overriding objective of the JSW Group is to strengthen the Group's leading position on the European Union coking coal and coke markets while maximizing profitability and liquidity for the purpose of creating shareholder value and supporting the Group's long-term development.

To accomplish these objectives, the JSW Group plans to concentrate on the most profitable key development projects, continue to implement its cost optimization programmes, benefit from the synergies in its coal and coke segments and capitalize on the opportunities provided by the economies of scale.

In particular, the JSW Group intends to pursue this strategy in the following areas:

- expanding the Group's resource base,
- increasing the production capacity of its coke plants,
- enhancing the Group's operating efficiency,
- maximizing the use of by-products of coal mining and coke manufacture to generate more energy in-house and mitigate the Group's adverse environmental impact,
- maintaining and improving high safety standards.

Another important element of corporate strategy is the implementation of development projects, which include:

- improvement and upgrading of mining machines and equipment,
- improvement in labour safety and working conditions,
- consistent adapting of coal quality to customer needs by upgrading principal processing units in mines,
- environmental tasks, such as those associated with methane utilization.

Conclusions

1. The JSW Group is the foremost European coking coal and coke producer and is one of the major players in the world.

2. As prospects for coking coal and coke may further change to the worse during the year, the Group focuses on improving productivity and finding new international customers.

3. There are still other potentials in the JSW Group, which undertakes actions to maintain its leading role in the coking coal market.

4. The condition of the coking coal and coke market depends on situation in the steel sector. Long-term outlook for the steel markets is optimistic, therefore prospects for the coking coal and coke market in the coming years seem to be favourable. Increase in steel production will boost demand for coke and coking coal.

K. MARSZALIK, P. BOGACZ

AGH University of Science and Technology, Poland

DESIGN AN IT TOOL FOR ESTIMATING THE LABOR COST FOR DESIGN OFFICE OF BIPOSTAL COMPANY

Introduction

The aim of the project is to create a proprietary system for measuring work time. This program can be used as support of the Biprostal Ltd. company in precise determination of designing costs, labor costs or the valuation of the design work. Having regard to last point as particularly important for the functioning of the company, there has been set the conversion rate of development costs for operating costs.

The primary element of the production planning and project valuation in Biprostal Ltd. is knowledge about production costs and workload for every product. So far, project valuation was based on designers experiences who were in charge of similar project in the past. Know-how of the staff was the base for calculating and valuation each project tasks. Therefore there has been set the theoretical workload that is necessary for its implementation. In order to standardize the method of valuation and systematization there is a need to use of an IT tools. Due to needs of the Office Author built the program which allows to determining the cost for each project.

The guidelines for the tool to measure work time

Before setting the project, the authors, along with the management of the Development Office prescribed guidelines for implemented tool. The resulting tool should meet the following objectives:

- reduce the implementation costs to a minimum,
- must be intuitive, there should be no need for additional staff training,
- should be as flexible as it's possible and should have an easy possibility make additional changes and features,
- data collected with program must be convertible into a bright and clear report
- processing time should be minimized

During the project The structure of the company is distinguished by four workshops: the Workshop of Technology and Mechanic, the Workshop of Structural Engineering and Architecture, Energy Workshop and the Workshop of Electric and Automatic. An important issue is that one designer can belong to several project teams and work on more than one project task at the same time.

Work Sheet as basic functionality of the tool to measure work time

To achieve the previously described factors the authors have chosen the Microsoft Office Excel as a tool platform, mainly due to the full availability of the program in any computer in the office. This solution reduces the cost of tool acquiring to a minimum. At the same time this environment is well known to every employee, which eliminates the need for training. It has undoubtedly a high flexibility in informatics aspect thanks to the support functions of macros and programming language Visual Basic, along with a built-in compiler. In order to reduce the time of preparing reports the period of working time for employees was established weekly. In order to increase intuitiveness Work Sheet was arranged as a weekly Schedule. All data that is needed to complete Work Sheet, such as the names of employees, the numbers of contracts and tasks assigned to them are automatically imported into the program at the start of the program. These data is stored in an external file. This helped to avoid saving the information in each tab. Visualization Work Sheet is shown in Figure 1.

The card has two main parts. The upper part is a metrics. It consists of cells intended to be filled by using a drop-down list. This allows employees to find their name on the list quickly. In order to reduce error caused by incorrect insertion of the settlement period date it was decided to use built-in calendar module. The second part of the Work Sheet is built on the model of schedule. It consists of eight columns with white cells to fill. In the first two columns, the employee must choose on which of the project and the project task he has been working on. Usage the drop down list allowed reducing the number of errors, and reducing the time of filling the cards. In subsequent columns, employees fill the number of hours that they had worked in this task on the following days. The database is created automatically in the next sheet. This allows getting clean records containing all the information required for the later analysis.

At the end of the period the employees upload their cards to the server pressing the button on the bottom right corner of the sheet. The macro function started this way saves the card at a specific location on a network drive under the name of an employee ID number. Once the file is saved correctly program shows appropriate information on the screen and then the program closes itself.

Department:	Name:	ID:	Period					Select a date	
			5 styczeń 1900						
			rrrr-mm-dd						
			00-01-1900	01-01-1900	02-01-1900	03-01-1900	04-01-1900	05-01-1900	
No.	Project	Project task:	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Total Hours:
1									0
2									0
3									0
4									0
5									0
6									0
7									0
8									0
9									0
10									0
11									0
12									0
13									0
14									0
15									0
	Total Hours:		0	0	0	0	0	0	0

Send

Figure 1. Work Sheet of own program to measure work time
Source: Own elaboration

The reporting system

The second part of the tool is spreadsheet used to prepare a report sheet. The main interface of the program consists of three buttons and one cell in which one must specify the time period for which the report is prepared to, the user guide and a description of the most frequently encountered errors. Main menu of the sheet is shown in Figure 2.

Preparation of the report begins after pressing the "Import" button. That starts the macro sequence which imports the data from files saved by employees. The next step is sorting previously obtained data. Process consists of several functions which removes duplicate entries, duplicates and incomplete or containing incorrect information records. That helps to keep the database clean of all the "junk" and remain only data containing full value information. Consecutively by pressing the "sort by" button database is being formatted to the relevant tables using the PivotTable feature of Ms Excel.

For the purposes of the Biprostal company there has been prepared three tables which present the most important information. The first table shows the amount of hours worked by all employees. Filter is also able to specify a group of employees due to their department or select a group of designers working on one project.

This table (Table 1) shows the total number of hours which were assigned to work on the project. This is especially important table to control costs of the project during its implementation because according to this statement it is possible to create a forecast of final number of hours and then the total cost.

The next statement allows to accurate analysis of employee work time due to the time devoted to specific projects and therefore to assess their time commitment to these projects. This table shows how many hours in total have been designed to work on specific projects. Last table shows design load for workers. Table consists of designers names and mark in which project teams they were involved to.

Raport will be save with date:

Instruction:

1. To import database to the sheet click "Import"
2. If shows the error "Compatibility Checker" click "continue"
3. Next click the button "Sort" to generate PivotTables.
4. Next tables are generated in diferent sheets.
5. Zapisz raport za pomocą przycisku "Zapisz"

Warning!

If you have a problem with running macros, go to the "Tools" => "Options" => "Security" => "Macro Security" and set the security to "Low"

Figure 2. Main menu of the program to prepare reports for the measurement of working time in the authorial program.

Source: Own elaboration

Table 1
Number of employees work hours resulting from the report

Number of work hours for employees:	
Filtr:	All
Name:	Total hours:
Joanna Kowalska	18
Jan Kowalski	32
Sum:	50

Source: Own elaboration

Summary

Tools for project managing in today's market realities become necessary. The high level of competition and the increasing complexity of projects forces to search for new ways to control labor costs and minimize them. Similarly the necessary part of production systems is the ability to valuation future business operations. In case of companies focused on execution to unique services, such as engineering designs and cost estimation can be done only through their own know-how. Use of IT tools will help to get more accurate data on the performed projects. Appropriate estimate of the cost and then control them combined with other tools which support the project management will allow the company Biprostal Ltd. to maintain position as market leader in the steel industry as well as allow them for expansion into other industries.

J.P. NAZAROVA, D.F. SKORUK
Riga Technical University, Czech Republic

STRATEGIC PLANNING OF MARKETING POLICY: NLP-MATRIX OF SUPERPOSITIONING FOR VARIOUS INDUSTRIES

The goal of research is a creation of the instrument which would make an opportunity to choose the right Neuro Linguistic Programming - marketing strategy easily and precisely. Also this research helps to generalize all the data linked with NLP-marketing, which has not been collected together before. In order to fully understand theoretical basis and the rationality practical implementation of NLP – marketing, it would be most efficient to develop a unified analytical system that integrates both qualitative and quantitative research approaches, providing an informational algorithm for flexible decision making in the vast changing conjecture of any type of market, regarding of development stage, level of development and growth rates.

Considering the direct correlation between NLP and classical marketing theories in the context of promotional methodology, based on various indirect mechanics of socio – psychological consumer influence building, as well as partial usage of Boston consultant group's matrix principals, the authors had developed a tool, designed to make both tactical and strategic marketing decisions effective, cheap and up – to date at the same time: the NLP – matrix of complexity decision making.

The NLP – matrix is based on the following main assumptions, that allows identifying and distinguishing the current market positions of any type of products and/or services individually and in the confines of assortment range, depending on researched brand's popularity and product reputation, defining customer wants, needs and the influence of NLP system at any specified time period.

Firstly, customer decision for a purchase is being defined by two polar – related factor influence interaction: the need for a product, based of its factual value, and the want for a purchase, based of the excitement of such process. Secondly, the need for a product is defined by the marketing "Five P" and is arranged on the X – axis in the order that is shown in Fig.1. Thirdly, the want to participate in the process of purchase is inversely related to any consumer's minimal biological standards and is arranged in the order on the Y – axis that is also shown in Fig.1. It is also necessary to take in account, that NLP complex is most closely related to the third element of marketing "Five P" – Promotion, with means, that gross NLP efficiency will be shown on the respective gridline, thusly, if the product of brand positions are located below and/or left of the "Promotion cross" on the NLP – matrix, then NLP system's influence is weak and fragile and vice versa.

Respectively, position on the line of promotion indicates that either consumer's fictional wants or real needs can and must be stimulated by NLP – marketing on the highest level of effectiveness. Position in the crossing of need and want promotional gridlines, the middle of the "Promotion cross", will further be referred as the "Perfect opportunity position or POP" due to the nature of such status, when potential customer wants and need are united, melted down into one, which opens endless horizons for NLP – marketing in the field of influencing the purchase decision and developing the organization into almost anything the management considers the best.

The further conducted analysis had shown the need for adoption of the empirical model to certain market conditions due to the specifics of both "business – to – business" and "business – to – consumer" types of commercial relations as well as the specified conjuncture of each industry, regardless of its development stage, regional allocation and legal systems' framework.

In order to achieve a higher level of the presented model's flexibility as well as providing the actualization required for quantifications of various market situations and different industries' specifics, five specified and adopted versions of the above given empirical model had been developed through a careful statistical data cluster analysis that allowed to conduct the re – arrangement of both qualitative and numerical components of each updated sub – model.

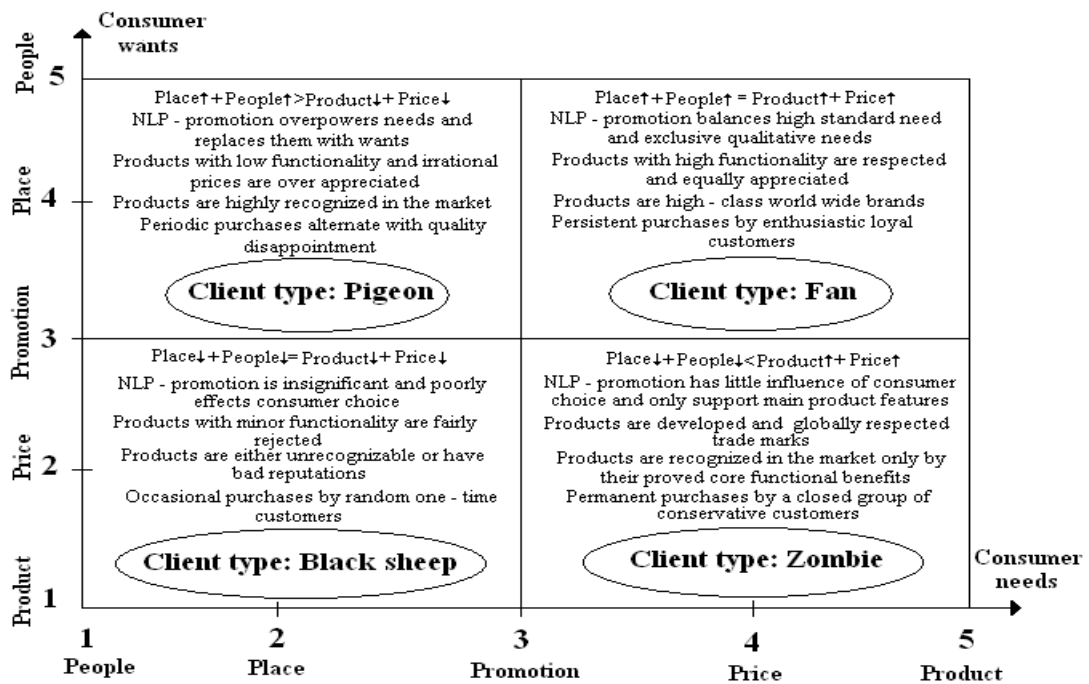


Figure 1. NLP – matrix of complexity decision making

The following updates had been made in order to meet the newly emerged demand for the current model's flexibility capabilities increment:

1. Re – composition of “the marketing 5 P's” on both X – axes (Need – scale) and Y – axes (Want – scale) according to the specified industry's conjuncture and historical priority ranging paradigm;
2. Development of modified, specified – market aimed scale of statistical weights for each research target industry, in order to maximize calculation precision for each individual case;
3. Development of a new grading point system that allowed the improvement former used expert method of data assessment.

The above given updates made possible of constructing the base model sub – division expansions, which resulted in the following adopted matrixes for specified industry use:

- ✓ Superpositioning matrix for mining industries;
- ✓ Superpositioning matrix for production industries;
- ✓ Superpositioning matrix for trade and sales industries;
- ✓ Superpositioning matrix for financial service industries;
- ✓ Superpositioning matrix for logistics industries;

The above described modification stimulated the further development of both quantitative components of the model, while stimulating the qualitative approximation to minimize, thus, achieving a higher level of transferability into various industry areas, still being able to preserve the target goal of constructing a unified evaluation system, merging the quantitative precision of analysis with qualitative and individualized cluster study group consumer behavior and market preference trend monitoring,

To sum up the above given information, the NLP – matrix of complexity decision making is cheap, easy to use and scientifically proven method of defining any type of products position in the market, regardless of its specifics, development and capacity. It is closely correlated with classical marketing “Five P” and shows the role of promotion in boosting sales while saving time for a qualitative decision making. NLP – matrix of complexity decision making will be most effective in management of any business due to its effect on the biological and psychological nature of a human being, relating it with both ones real needs and personal want, thusly forming a unique analytical system, that allows reacting quickly to the market trend chances and planning strategically on all levels of organizational responsibility. NLP – matrix of complexity decision making is a scientifically proven method of defining any type of products position in the market and an innovative way of conducting marketing strategy development.

SOCIALLY EFFICIENT OPTIMIZATION OF EXTRACTION FROM DEPOSITS WITH MULTIPLE NATURAL RESOURCES

In the 21 century, the topic of optimal resource extraction and use is gaining a renewed importance because of technological progress and a growing demand for a secured supply of (strategic) metals. In the past, it has been dealt with by many scientists, including Hotelling, whose seminal work on the optimal extraction of an exhaustible resource is used and discussed till today by numerous researchers. One main question which Hotelling considered and also discussed in his work is the following: given a deposit of known quality and grade, what is the socially efficient rate at which that deposit should be extracted and used up?

This question has been answered for the case of one resource but not for a deposit with multiple natural resources inside. With the development of new technologies of extraction and separation, this issue became of special interest, because they allow extracting several resources simultaneously from deposits with multiple resources.

In this paper, I approach the case of multiple resources in the deposit and try to find a solution for the socially efficient optimal path of extraction of the resources from such deposits. For this purpose, I develop a mathematical model for the optimal extraction of multiple resources from one deposit, which is based on the seminal model of Hotelling. In the first part, I present the model for the extraction of only two resources, since this model is the simplest.

In the second part, I will discuss various aspects which influence this model and, in particular, have a closer look at the main assumption of the extraction costs, since in the joined extraction of several resources the issue of extraction costs is one of the most important and interesting ones.

J.S. SIEGEL
TU Bergakademie Freiberg, Germany

AN OVERVIEW AND COMPARISON OF THE RUSSIAN AND GERMAN TAX SYSTEM

Taxes, fees and charges have always been playing a major role as a financial instrument of a state. Starting from the original prehistoric and voluntary charges, over millennia our tax systems arose to their present type⁽¹⁾. They are not only used for fundraising, also they function in a financial, steering and redistributing manner to serve the state⁽²⁾. Resulting therefrom the national and international importance is omnipresent.

Key issues are not only how the tax system structures are constructed and how they work. Equally significant are the special law features and interconnections in a national and international legal framework and how they can influence each other. These influences can have an impact to the taxation procedures. Those various legal foundations, taxation sizes and different application options also form the basis of the respective tax system.

In regard to this background the presentation is based on the depiction as “An overview and comparison of the Russian and German tax system”.

The audience shall be enabled to get a professional, but simplified, insight into the varied and complex levels of the tax law.

Therefore basic definitions, abstractions and comparisons are necessary.

The questions, which elementary financial information exist and what requirements must be present for the assessment of the taxes in both countries will be investigated. The characteristics of the Russian and German taxation procedure will be specified, as well as special fiscal features, which will be illustrated individually. As an example, the differences between the income tax laws will be discussed. Like the different percentage taxation, which is in Russia mostly fixed, in the German tax law however is anchored by a so called “Steuerprogression”. This means, that the effective tax rate increases in response to the taxable income. In direct comparison with the help of some sample calculations, a distinction between the two different legal bases will be shown and based on a practical exercise.

Furthermore, separated special taxes and charges of both countries will be explained, which need to be considered individually due to its specifics. The representation will be terminated by an overview and comparison with the differences and similarities of the tax laws of both nations.

Because of the amount of information and the steady change of the tax law, and the related practical applications, this presentation can be seen as a simplified view. The auditor should have a first insight into the complex pathways of taxation afterwards.

References

1. Reiner Sahn. Zum Teufel mit der Steuer! 5000 Jahre Steuern - ein langer Leidensweg der Menschheit. ISBN: 978-3-8349-4189-3 (Print) 978-3-8349-4190-9 (Online).
2. Braun Sven, Dennerlein Birgitta, Wünsche Manfred. Steuerrecht und betriebliche Steuerlehre. ISBN 978-3-8349-3921-0.
3. Grashoff Dietrich, Kleinmanns Florian. Aktuelles Steuerrecht 2012: alle wichtigen Steuerarten; Verfahrensrecht; aktuelle Gesetzesänderungen 2012. ISBN: 978-3-406-62965-5.
4. Ravioli Sandra, Agafonowa Larissa. Buchhaltung und Steuern in Russland. ISBN: 978-3837054392.

A. SLOTORSZ

Institute of Innovative Technologies EMAG, Poland

COAL MINING IN SOUTH AMERICA

The article presents information on coal mining in South America and also gives general overview of the extracting industry in Colombia, Brazil, Venezuela, Argentina, Chile and Peru.

South America is often associated with economic underdevelopment, volatile political situation or even terrorism, drug traffic and international delinquency. Actually, South America has, like hardly any other region in the world, overcome economic crisis started in 2008 in the USA. The South American countries, among of them the so called "economic superpowers of tomorrow" i.e. Brazil, Argentina or Colombia, constitute a lucrative market for European exporters. Having said this, from the point of view of European producers of mining machinery and systems it is advisable to carry out a multilayer research of cultural, economic and political factors of the South America markets as well as prepare an analysis of possible strategies of a market entry and of a business activity on these markets. The present article constitutes an introduction to an interdisciplinary study supporting a selection process of a market entry strategy and provides general information on mining industry in South America.

The mining industry in South America should be associated mostly with metallic minerals mining. The leaders of the industry are Brazil and Chile. Brazil is the world leading producer of niobium and tantalum and the third producer of iron. Chile is the world biggest producer of copper, iodine and lithium, the second producer of arsenic trioxide, and the third producer of boron. Mining industry, especially extraction of noble metals, plays also a big role in Argentina, Bolivia, Mexico and Peru.

According to 2012 data South and Central America owns 1,5% of the world examined reserves of coal. The biggest examined reserves, mostly anthracite and bituminous coal, are located in Colombia – according to the data published in the BP Statistical Review of World Energy in 2012 there are 6,746 billion tons coal located at the territory of Colombia, which constitutes almost 54% of the total reserves of Latin America. The second country, Brazil, owns reserves exceeding 4,559 billion tons of coal, mostly subbituminous coal and lignites, which constitutes over 36 % of the continent reserves. The review considers also reserves located at the territory of Venezuela – 0,5 billion tons of anthracite and bituminous coal.

According to the data included in the BP Review the annual production of coal in Latin America comes up to nearly 65 billion ton. The biggest production volume i.e. 55,8 billion tons belongs to Colombia, which is at the same time a producer of 1,4% global production of coal. This percentage can be compared with the analogical value for Poland, which, according to the Review, also comes up to 1,4%. The rating of the Latin America coal producers' looks slightly different that in case of the reserves rating. Number one is Colombia, extracting 86% percent of the coal produced in America, number two is Venezuela (only 10%) and number three is Brazil (less than 4%).

As far as the fulfillment of energy consumption demand is concerned coal constitutes in America only 4% of the energy sources. In comparison to the world average 28% this percentage is fairly low. Consumption of petroleum (45% in comparison to 36% worldwide) and hydroelectric sources (28% vs. 6% worldwide) for generation of energy is relatively high. On the other hand, the share of nuclear energy in the general energy consumptions remains relatively low (1% vs. 6% worldwide).

Latin America consumes only 0,7% of world coal production. The biggest consumer is Brazil (46,6%), then Chile, Colombia, Venezuela, Peru and Argentina. The aforementioned countries consume all together 92% of the total coal consumption of the continent.

Colombia, the owner of the biggest coal reserves in South America, is at the same time the biggest coal producer. Surprisingly, on a continent, which extracts mostly metallic minerals, 50% of all activities in mining is related with coal mining. Coal constitutes the second, after petroleum, export product of Colombia. Coal extraction takes places mainly in the coal basins of Cerrejon Norte (the La Guajira province) and La Loma (the Cesar province). The annual coal production comes up to 55,8 billion ton a year. Colombia is also a significant coal exporter. Apart from USA the main consumers of Colombian coal are the Netherland, Germany, Great Britain, Portugal and Spain.

Among the biggest companies in the mining industry there are mainly foreign capital companies: Carbones de Cerrejon LLC (possessed in 33,3% shares by Anglo American, BHP Billiton, Xtrata), Drummond i Glencore. One should also remember that at the territory of Colombia, apart from those aforementioned, there is a huge amount of

small-sized, poorly-equipped, low- production-volume mining plants.

Brazil, as it has already been mentioned, owns the second ranked coal reserves in Latin America. Brazil is at the same time the biggest coal consumer at this continent. Big consumption of coal and low production volume results in necessity to import coking coal, especially from China and Colombia. Coal mining is located in 3 regions: the state of Rio Grande do Sul (54,8% of production), Santa Catarina (43,7%) and Parana (1,5%). In 2011 2,4 million tons of coal were mined in Brazil. The most important players in the industry include Carbonífera Circúma S.A. (2 mines), Companhia Carbonífera Metropolitana S.a. (3 mines), Copelmi Mineração Ltda. (COPELMI) (4 mines), Indústria Carbonífera Rio Deserto Ltda. (2 mines).

At the moment of writing about Latin America it is worth mentioning Chile – not because of its annual production volume or the size of its reserves but because Chile is second ranked consumer of coal in Latin America. The coal production volume of Chile has been decreasing for over a dozen years – in 2010, according to data published by USGS the production came down to 0,6 million tons, exclusively for internal demand. Coal is broadly consumed in Chilean power plants and the state imports approximately 6 million of this fuel on annual basis. The main provider of coal to Chile is Colombia (half of the import volume), the next ranked are USA, Puerto Rico, Indonesia and Australia.

The coal is mined in Regions VII (Bíobío) and XII (Magallanes i Antártica Chilena). About 500 thousand tons are mined in Region XII. The deposits are located in the Magallanes area in the Pecket coal field. The most important mine in the region, the opencast mine Tres Norte, belongs to Ingeniería del Sur S.A and its production has been recently initiated. Apart from Ingeniería del Sur S.A. there are the following companies extracting coal in Chile w Chile: Carbonífera Cocke Car Ltda., Empresa Nacional del Carbón (ENACAR), Empresa Minera Trinidad, Carbomat Ltda. i Carbesor Ltda.

The coal reserves of Venezuela are focused in 95% in the region of Zulia. Although Venezuela exports over 98% of the extracted coal, the share of coal in global export volume is not really significant owing to the overwhelming volume of petroleum export. According to some analysts the factor which slows down the Venezuelan coal export is a weak transportation and harbor infrastructure. The problem with transportation and harbor network are a common problem in the majority of countries of Latin America.

The biggest coal mine in Venezuela is Paso Diablo in the state of Zulia, which is owned by Carbones del Guasare, S.A. and a state-owned Carbozulia, S.A. Carbozulia is also, together with Carbones de la Guajira and InterAmerican Coal Holdings NV, a co-owner of the Mina Norte mine. A typical characteristic of the mining industry of Venezuela is building of joint-venture mining projects which involve both public and private sector.

Peru. Peru has some investment potential as far as coal mining is concerned, though rarely is it mentioned among coal producers of South America. It is estimated that the most promising may be anthracite extraction in the North-Western Andes. The northern coast of Peru notes some industrial development and as a result the region has a big demand for coal. The mines in the North-Western Andes can provide the cement and metallurgy industry with coal, which so far has been imported from Colombia.

Coal is mined in Peru using very primitive methods and in low volumes. The transportation of coal is expensive and the production is very heterogeneous. According to the analysis conducted by the Peruvian Ministry of Energy and Mines, in 2011 Peru produced 0,16 million tons of hard and brown coal. In 2011 coal was mined in the following regions: Lima, Cajamarca, La Libertad i Áncash. According to geological research the majority of coal beds is undulating and broken. Very often, coal is heterogeneous within one deposit, both in terms of quality and sorts.

The mining industry of coal and other minerals in South America is often bound with some conflicts of interest between societies inhabiting areas rich in minerals and investors striving to start extraction of these minerals. A typical phenomena of the mining industry in the wide majority of the countries described in the article is a presence of small, primitive mining plants which results in hard and dangerous labor conditions for the miners.

References

1. BP Statistical Review of World Energy, June 2012.
2. USGS Mineral Yearbook: “Latin America and Canada 2010”, “Brazil 2010”, “Colombia 2011”, “Venezuela 2011”
3. Slotorsz A.: Mining market of Peru / Chile / Argentina – chances for Polish mining equipment producers. *Mechanizacja i Automatyizacja Górnictwa* 2012, Nr 5(495) / Nr 7(497) / Nr 8(498) May / July / August 2012.

AN ECONOMIC ANALYSIS OF ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR A REMOTE UNDERGROUND MINE SITE IN CANADA

Introduction

Remote mines isolated from the electrical grid are faced with the continuous challenge of how to power the mines. Conventional technologies are mainly reliant upon electricity generation from diesel or heavy fuel oil. These natural resources have to be transported to the remote areas of the mines and in some cases this might be a feat in itself, due to the non-existence of a road infrastructure. This results in electricity generated at a remote mine being significantly more expensive than for a mine which is grid connected, and the extra cost is mainly due to the additional cost in transporting, or upgrading the road infrastructure for the transportation of, the natural resources for electricity generation to site.

Combined with the trend of increasing fossil fuel prices it would be wise to consider alternatives for the generation of electricity to site. Most of the renewable energy sources, if available, do not impose transportation requirements since they are available locally at the site. Also unlike fossil fuels it is not dependent upon future prices, since the resource is free to exploit, it is though intense in capital investment. Hydro-power, if available, is one of the best candidates for electricity generation. This is since the technology can be implemented in such a way which could provide variable power on demand. The other potential renewable sources considered, wind and solar, are less dependent on location but the electrical output from them can prove to be very variable and intermittent. Due to the nature of the operations in an underground mine it is possible to supplement this variable and intermittent power to the site without jeopardising the mine's entire electrical infrastructure, and this is due to its potentially variable and intermittent require for dewatering of the mine.

This paper will highlight the costs of electricity generation for a (conceptual) mine site at McFauld's Lake, located in Northern Ontario, Canada – which is in the Ring of Fire, predicted of becoming Canada's new mining hub. It will speculate cost of electricity for wind, and solar installations at the site and any potential savings, if the technologies were to be installed in the lake itself to minimise impacts on the surrounding environment (deforestation, landscaping etc.).



Figure 1. Map of McFauld's Lake (Toronto Star, 2010)

Specifications for a mine in McFauld's Lake Area

Regional access to the McFauld's Lake project area is currently from Nakina, 300 km to the south and located between Thunder Bay and Timmins, which is serviced by an all-weather road, railroad and a paved 1.2km airstrip (Bryant 2008).

Table 1

Technical specifications of the conceptual mine in McFauld's Lake	
Electricity Generation Technology	Diesel Generators
Installed Capacity (MW)	24
Capacity Factor (%)	80
Diesel Consumption (L) ⁴	40,000,000
Electricity Consumed in Dewatering (%)	6.5 ⁵

In order to be able to predict an economic analysis for the integration of a renewable energy source with a diesel generated user it is essential to outline the basic details related to the diesel 'power plant', this is noted in Table 1. The percentage electricity consumed in denoted was highlighted, to identify the maximum amount of renewable energy capacity which could be installed without the requirement of an energy storage solution. The cost of diesel was taken to be \$1.22/L, the upper cost of fuel of a native coastal community in Ontario (Table 2).

⁴ Combustion efficiency of 36%

⁵ Natural Resources Canada (2005)

Table 2

Province/Territory	Region in which community is located	Mode of fuel transport	Bulk delivered oil prices to utilities (\$/L)
Ontario	Rail	Railway/Road	0.46-0.54
	Native Coastal	Barge/Winter Road	0.46-1.22
	Native Interior	Air/Winter Road	0.46-2.68

Renewable Energy Technologies

Three technologies will be looked at in harnessing the renewable resources available at the site: i) ground-mounted crystalline PV, ii) floating thin film PV and iii) offshore wind turbine. To match dewatering electricity capacity by the renewable energy technologies, an installed capacity of approximately 1,820kW is required. Using data from Trapani *et al.* (2013), the costs for the PV technologies were estimated. While the costs for the wind turbine are replicated using a ratio of the costs for the installation of the 9.2MW wind farm at Diavik, in Yellowknife (Northwest Territories). The annual operations and maintenance of a wind turbine were taken to be 2% of the CAPEX (EWEA 2009). A compilation of the costs is given in Table 3.

Table 3

Technology	Yield (MWh)	CAPEX (\$ Million)	O&M (\$ Million)	Discounted Cost ⁷ of Electricity (\$ cents/kWh)
Crystalline PV	2,219	5.10	0.005	22.55
Thin Film PV	1,941	3.51	0.003	17.74
Wind Turbines ⁸	2,639	5.93	0.119	22.05

Economic Analysis

Using the information compiled, an economic analysis can be made for each of the renewable energy technologies and direct comparison can be made with the cost of the electricity generated from such a remote mine site. The cost of diesel can be calculated to be \$29 cents/kWh, from the data in Table , this implies that all of the renewable energy technologies considered would be able of providing electricity to the mine site at a cheaper discounted cost of electricity.

Table 4

Technology	Diesel Fuel Offset (Litres /annum)	Savings (\$/annum)
Crystalline PV	527,723	143,126
Thin Film PV	461,609	218,557
Wind Turbines	627,607	183,411

Table 4 highlights the potential savings which could be made through utilisation of energy sources which are available to the mine on site.

Conclusion

The case study presented within aims to present the potential renewable energy sources have to offer to the mining community, especially to remote mines which are isolated from the electrical grid network and so do not benefit to the cheaper rates available to the grid connected mine sites. In this study the economic analysis conducted used satellite based data, which although gives an idea of the resource to be expected in the area, it is in no way reliable and for example does not identify the snow days on which electricity output from the PVs would be significantly reduced. Data recording at the side would have to be conducted for an extended period for more accurate economic analysis.

References

1. Bryant, J. G. (2008). Summary report for Plantinex Inc. McFaulds South project, Northwest Ontario, Canada. Penetanguishene, Ontario, Bryant Groundwater Consulting.
2. EWEA (2009). The Economics of Wind Energy. The European Wind Energy Association.
3. Natural Resources Canada (2005). "Benchmarking the energy consumption of Canadian underground bulk mines." Available from: <http://oe.nrcan.gc.ca/sites/oe.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/industrial/mining/bulk-mine/BulkMines-1939A->

⁶ Prices inflated from 1997 costs to 2012 costs using CPI for energy

⁷ Discount rate of 10%

⁸ The wind turbine considered had a hub height of 70m and a rotor diameter of 100m, with a wind shear exponent of 0.16 taken.

Eng.pdf [Last accessed: 1901/1903/2013].

4. RETScreen (1998). "RETScreen Database - Canadian Remote Communities Introduction." Available from: [www.retscreen.net/fichier.php/604/retscreen_database_e\[601\].pdf](http://www.retscreen.net/fichier.php/604/retscreen_database_e[601].pdf) [Last accessed: 601/603/2013].

5. Trapani, K., D. L. Millar, et al. (2013). "Novel offshore application of photovoltaics in comparison to conventional marine renewable energy technologies." *Renewable Energy* 50(0): 879-888.

W. TRELA, E. KORNALSKA

University of Agriculture in Cracow, Poland

THE DYNAMIC STRUCTURE ANALYSIS OF POLISH FOREIGN TRADE OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Introduction

The ubiquitous phenomenon of globalisation concerns to almost all fields of life, majority of economies have open character what makes essential influence of import and export on processes in them setting.

[Rymarczyk 2005].

Studying the turns in foreign trade the food products (agricultural) we should attention on specific condition of agricultural sector, and also on the general tools of control in foreign trade. The foreign trade of food products is subordinated to the same tools of control how the products from different sectors of economy are. To the standards which control that we can include:

- the proportional foot of (changes in global demand),
- price policy,
- taxes and budget policy (excise duty, import's taxes).

It in foreign trade of agricultural products except economic factors there are natural factors, which cause changes in supply, the same influence on periodical changes in prices and the flow of goods. The foreign exchange of agricultural products can be also conditioned by their character (the mass, constancy, degree of processing). [Szczepaniak 2009].

Methodology

The work is the performance of structure and the increase of turns in Polish foreign trade the agricultural products during 1992-2011.

The analysis of dynamics of structure Polish foreign trade is the aim of this study.

As source material to investigations was used the data of GUS (www.stat.gov.pl) " the import and the export of more important goods according to integrate freight nomenclature of trade the foreign CN". All passed in solid prices values, current prices were corrected of inflation. From all groups of products which take part in foreign trade was chosen 4 agricultural groups, this is:

- the alive animals and the products of animal origin
- the products of vegetable origin
- fats and oils
- food products.

It evolution of both structures was studied was near utilization measure:

$$V_{t,t+\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^k |\alpha_{i(t+\gamma)} - \alpha_{it}|}{2}$$

Audit of both structures was conducted by chain way. Having the results of counting the index we have got two draughts of measures.

To singling out uncommon structural changes in import and the export was marked the average values of measure:

$$v = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} v_{t,t+1}}{n}, \quad t = 0,1,\dots,n-1$$

This measure accepts from compartment value [0,1]. Values 0 means lack or small differentiation, as nearer to 1 it means, structures are considerably diversified.

To measure the dynamics of foreign trade were used growth which were counted by dividing variability and value in the basic moment. As a basic year to analyses and comparisons were taken 1992.

During counting the changes in foreign trade in period which was previous to analised term we have managed to count the relative chain increases.

Results

Relative increases can assume negative and positive values. Negative values inform about fall of value of variable to received period for basic, situations without changes value 0 mark, and positive values mark the growth of variable [Kukuła 2003].

Import analysis

Foreign trade come under the strong influence of deep changes. The heritage of previous economic system (the centrally planned economy) is small connection Polish agricultural sector with world market. Next comparisons will be related to base year 1992 and year which is previous to studied year.

It prove the division period 1992-2006 by two periods

1992-1997 – very changeable

1998-2011. – slow transformations, stabilised structure

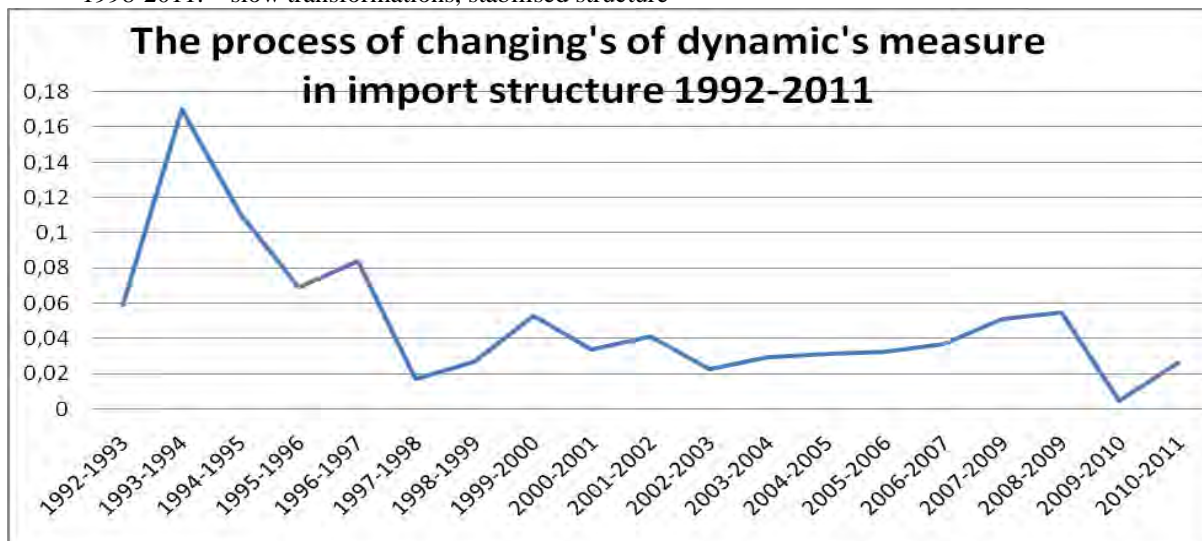


Figure 1. Source: own calculation

Analysis of export

On basis of observed changes the value of measure of dynamics export's structure in analysed period we can distinguish 3 terms:

1992-1995, wide amplitude of index hesitation

1996-2001, moderate but fast transformations

2002-2011 stabilised structur

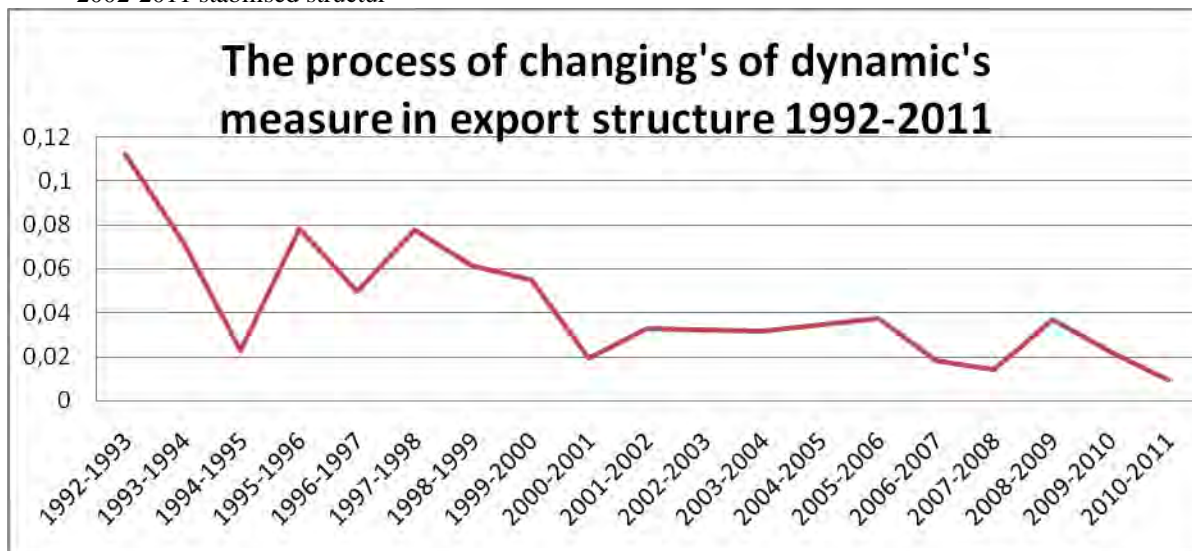


Figure 2. Source: own calculation

Summary

The investigations results show the large growth in valuable formulation in foreign trade. The value of agriculture export has grown up more quickly than the value of import. With the growth of foreign trade we observe the stabilization in structural transformations, they for studied period be shape on level of below average value of measure dynamics freight structure.

During analyzed period it is noticeable decrease of agricultural goods in foreign trade. The foreign turns in that period characterized with stable growth. Serious factor of foreign trade's improvement was the integration to UE (2004). The results let to be convinced about hard influence the foreign trade growth on its structure's

stabilization.

References

1. Kukuła K. 2003, Elementy statystyki w zadaniach. PWN, Warszawa.
2. Rymczak J. 2005, Handel zagraniczny Organizacja i technika, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
3. Rowiński J. 2005, Handel rolno-spożywczy – co zmieniło się po akcesji. Wspólnoty europejskie 4, 161: 22-35.
4. Szczepaniak I. 2009. Evaluation of the competitiveness of food sector in Poland against the background of the new member states of the European Union. J. Agribus. Rural Dev. 2(12),221-231.
5. GUS, www.stat.gov.pl.

Я.Ю. БАШАРИНА

Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого, Беларусь

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

Современные условия диктуют высокие требования к качеству строительства скважин, связанные с повышением эффективности эксплуатационного бурения, обеспечения потенциального дебита, снижения стоимости буровых работ. Поэтому в настоящее время очень важным является корректная оценка качества проектирования, авторского надзора за исполнением проектов и геолого-технологического сопровождения строительства скважин.

В целом, оценка качества выполненных любых работ, подразумевает:

а) определение сути понятия «качество», что является достаточно сложной задачей, но ее решение, в дальнейшем, позволяет выполнить градацию качественных характеристик и определить эталонные показатели качества.

б) определение эталонных показателей качества, - в данном случае эталоном может являться только более высший уровень показателей качества работ, развития техники и технологии по сравнению с реально действующим[1];

в) создание системы, включающей в себя группы интегрированных эталонных показателей для каждой укрупненной операции выполнения работ, оценку достижения данных эталонных показателей, допуски к отступлению от эталонных показателей, имеющие постоянную тенденцию к минимизации [2];

г) эффективность выполненных работ, - т.е. достижение конечного результата;

д) финансовую ответственность за достижение показателей качества.

Например, проект строительства скважины, прошедший экспертизу в установленном законодательством порядке, является качественным по умолчанию. Однако, отклонение фактического геологического разреза проектному, даже в незначительной части, ведет к не соответствию параметров бурового раствора проектным показателям, проектной конструкции скважины фактической, на первый план выходит оценка прикладного характера проекта на строительство скважины.

Учитывая вышеизложенное автором предлагается Методика оценки строительства скважин в которую включаются показатели, характеризующие:

- качество проектирования, авторского надзора за исполнением проектов и геолого-технологического сопровождения строительства скважин;
- проектные решения по заложению скважины;
- эффективность поисково-разведочных скважин и соответствие назначения скважины.

В контексте предлагаемой Методики термин «качество строительства скважин» означает соответствие достигнутого уровня показателей законченного строительством горнотехнического сооружения (промежуточных и конечных результатов), предназначенного для добычи углеводородного сырья следующим категориям:

- проектным решениям и требованиям нормативных документов, временным инструкциям по технологии бурения и заканчиванию скважин нефтегазовых месторождений (пространственные параметры траектории ствола скважины, герметичность (недопущение «гидроразрыва»),
- соблюдение параметров прочности необсаженного ствола, состава и свойств буровых растворов, промывочных жидкостей, тампонажных растворов, параметров режима бурения и цементирования обсадных колонн и т.д.

Предлагаемая Методика позволяет оценить область проектирования по:

- параметрическим, поисково-разведочным скважинам;
- оценочным скважинам;
- эксплуатационным (добывающим) скважинам;
- нагнетательным скважинам.

Скважина, как и любое сооружение, имеет ряд качественных характеристик, отклонение от которых приводит к изменению эффективности ее эксплуатации. Формирование таких качественных характеристик происходит последовательно, в процессе бурения скважины до кровли продуктивных отложений и операций заканчивания скважины – первичное вскрытие продуктивной толщи, крепление и разобщение флюидонасыщенных пластов, вторичное вскрытие продуктивных пластов, освоение и ввод скважины в эксплуатацию [3].

Проект на строительство скважины разрабатывается подрядчиком, имеющим лицензию, по заданию Заказчика и должен обеспечить максимальное сохранение коллекторских свойств продуктивного горизонта, соблюдение требований по охране недр и окружающей среды, и т.д.

На основании Методики оценка качества проектирования и авторского надзора производится по каждой скважине отдельно, путем определения значения общего показателя оценки работы проектировщика значение которого является суммой коэффициентов групповых показателей характеризующих:

- работы в области геологии, разработки и проектирования скважин;
- проектные решения по заложению скважины и определению эксплуатационных характеристик;
- качество освоения и вскрытия пласта;
- геолого-технологическое сопровождение бурения и восстановления скважины методом бурения бокового ствола;
- сопровождение работ по креплению ствола скважины обсадными колоннами

Перечисленные групповые показатели включают единичные (n), характеризующиеся определенными критериями. Оценка качества единичных показателей производится по величине коэффициента K_n . При значении $K_n = 1$ выполнение данного параметра полностью соответствует требованиям проекта.

Показатель, характеризующий качество работ в области геологии, разработки и проектирования скважин, является итоговым значением суммы коэффициентов.

Коэффициент соответствия фактических геологических условий геологической программе изложенной в геолого-техническом наряде (ГТН): K_1, K_6, K_7, K_8 . В данном случае предлагается оценивать соответствие проектного литолого-стратиграфического разреза скважины фактическому.

Так как данная Методика предлагается для применения в Республике Беларусь, то детализация проведена в соответствии с расчленением основных толщ Припятского прогиба на 9 частей: надсолевые, глинисто-галитовые, галитовые, межсолевые, ливенско-евлановские, кустовницкие, подсолевые карбонатные, подсолевые терригенные, архей-протерозойские отложения.

Алгоритм оценки реализуется следующим образом: если глубина залегания (по стволу скважины либо по абсолютным отметкам) равна заданному допуску отклонения, то значение коэффициента принимается равным единице, в случае отклонения более допуска, коэффициент понижается на 0,1 за каждый шаг допуска.

Следует обратить внимание, что продуктивные внутрисолевые отложения целесообразно рассматривать по аналогии с межсолевыми отложениями. При вскрытии внутрисолевых непродуктивных отложений, они рассматриваются как общая галитовая толща. Для случая, когда продуктивная нефтенасыщенная/водонасыщенная (по назначению скважины) толща вскрыта с увеличением мощности по вертикали, значение коэффициента повышается.

Коэффициент соответствия фактических параметров бурового раствора параметрам, учетным в проекте (K_2). Соответствие бурового раствора оценивается по каждой толще отдельно, по аналогии с коэффициентом K_1 . Для поисково-разведочных, скважин значение показателя принимается равным базовому, т.е. единице.

Коэффициент, характеризующий продолжительность бурения и крепления скважины (K_3).

Коэффициент оценивает фактическую продолжительность бурения и крепления скважины продолжительности, указанной в рабочем проекте. Оценка проводится без учета продолжительности дополнительных работ, осложнений, брака, а также непроизводительного времени по вине генподрядной буровой организации. Аналогично с коэффициентами K_1 и K_2 для коэффициента, характеризующего продолжительность бурения и крепления скважины устанавливается допуск отклонения. В данном случае оптимальным допуском отклонения будет D_0 . В случае если фактическая продолжительность бурения и крепления находится в пределах проектной продолжительности D_0 - значение коэффициента равно единице (базовое значение). В случае если фактическая продолжительность имеет отклонения от проектной - базовое значение коэффициента уменьшается независимо от ускорения либо замедления цикла строительства скважины [4]. Иллюстрация реализации алгоритма определения результата коэффициента K_3 представлена на рис.1.

Следует обратить внимание, что в предлагаемой Методике существует механизм зависимости изменения базового значения коэффициента от изменения проектных решений в условиях фактически вскрытого скважиной геологического разреза (в таких случаях когда: бурение продолжено без крепления обсадной колонной, отменен/добавлен отбор керна/ИПТ (испытание пластов трубное), увеличена/уменьшена глубина скважины, изменен профиль скважины и т.д.) [5].

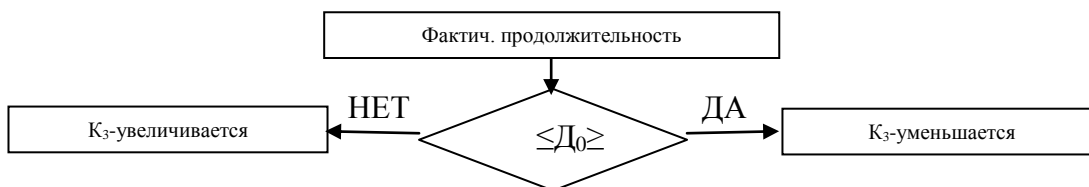


Рис.1. Иллюстрация реализации алгоритма определения результата коэффициента K_3

Коэффициент, характеризующий мероприятия, направленные на предупреждение осложнений (K_4). В случае если в проекте выделен интервал осложнений и предусмотрен комплекс мероприятий по его предотвращению/ликвидации в срок до величины T_1 от продолжительности бурения и крепления, то базовое значение коэффициента повышается на определенную величину (за каждый осложненный интервал в отдельности). В случае если ликвидация/предотвращение осложнения заняло более T_1 от продолжительности бурения и крепления, то базовое значение коэффициента понижается на определенную величину (за каждый осложненный интервал в отдельности). Иллюстрация реализации алгоритма определения результата коэффициента K_4 представлена на рис.2.

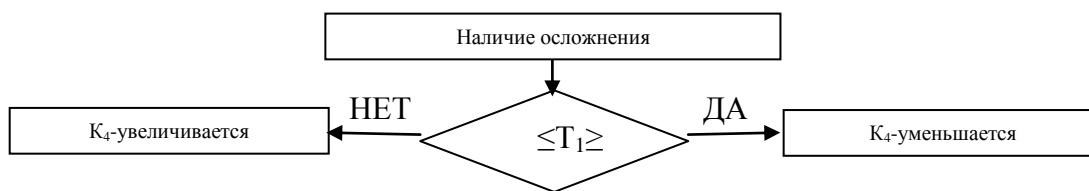


Рис.2. Иллюстрация реализации алгоритма определения результата коэффициента K_4 .

Условием повышения базового значения коэффициента является подтверждение внедрения комплекса мероприятий по предупреждению осложнений результатами бурения.

Коэффициент соответствия проектной конструкции фактической (K_5). Коэффициент оценивает соответствие проектной конструкции скважины (диаметры обсадных технических колонн (кондуктора), эксплуатационной колонны и открытого ствола, а так же интервалы крепления обсадными колоннами) фактической конструкции.

Для случая, когда при строительстве скважины проектные решения по конструкции некорректировались, значение коэффициента равно единице (базовое значение).

Если при строительстве скважины проектные решения по конструкции скважины корректировались более величины допуска: кондуктор $\pm N_1$; технические колонны $\pm N_2$ (не зависимо от геологического разреза); технические колонны $\pm N_3$ (в зависимости от геологического разреза); эксплуатационная колонна $\pm N_4$ (не зависимо от геологического разреза); эксплуатационная колонна $\pm N_5$ (в зависимости от геологического разреза), то базовое значение коэффициента понижается.

Для случая, когда корректировка (изменения интервалов крепления более указанных в допуске) позволила реализовать проектные решения (осуществить крепь обсадной колонной согласно фактически вскрытому геологическому разрезу), то базовое значение коэффициента равно единице.

Общий расчет показателя, характеризующего работы в области проектирования ведется путем суммирования значений коэффициентов (формулы 1,2). Общее значение показателя позволяет оценить работы в области проектирования как «качественно», «качество выполненных работ низкое», «некачественно». Итоговая формулировка может быть применима как основание для определения размера взысканий либо поощрений для проектной организации с увязкой данного механизма с разделом «Ответственность сторон» договора на проектирование между заказчиком проекта на строительство скважины и проектной организацией наряду с мерами ответственности за несвоевременное выполнение работ, и т.д.

$$K_{\text{проектир.общий}} = K_{1...5} + K_n \quad (1)$$

где $K_{\text{проектир.}}$ - коэффициент, характеризующий качество проектирования, авторского надзора за исполнением проектов и геолого-технологического сопровождения строительства скважин

$K_{\text{проектир.}} \geq 3_1$ работы выполнены качественно;

$3_1 > K_{\text{проектир.}} \geq 3_2$ работы выполнены с низким качеством;

$$K_{\text{проектир.}} < 3_2 \text{ работы выполнены некачественно;} \quad (2)$$

где $3_1, 3_2$ – значения показателя для определения формулировки

Общее значение показателя позволяет оценить работы в области проектирования как «качественно», «качество выполненных работ низкое», «некачественно». Итоговая формулировка может быть применима как основание для определения размера взысканий либо поощрений для проектной организации с увязкой данного механизма с разделом «Ответственность сторон» договора на проектирование между заказчиком проекта на строительство скважины и проектной организацией наряду с мерами ответственности за несвоевременное выполнение работ.

Литература

1. ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
2. ГОСТ 27833-88 Средства измерений и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний.
3. Спивак А.И., Попов А.Н. Механика горных пород. – М.: Недра, 1975. – 200 с.
4. Федоров В.С. Проектирование режимов бурения. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 96 с.
5. СТП РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» 09100.17015.159-2010 Создание постоянно действующих геолого-гидродинамических моделей нефтяных месторождений.

Л.Н. ВЕРЕТЕЛЬНАЯ

Донецкий национальный технический университет, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНТРОВ ОТВЕТСТВЕННОСТИ КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ ДОБЫЧИ УГЛЯ

На современном этапе рыночных отношений устойчивое развитие отечественной экономики во многом определяется стабильным экономическим ростом ее субъектов – угольных предприятий. В свою очередь, эффективность работы предприятия зависит от управленческой деятельности, обеспечивающей реальную экономическую самостоятельность предприятия, его конкурентоспособность и положение на рынке. Одной из важнейших задач системы управления предприятием становится создание эффективной системы планирования, учета и контроля затрат, призванной обеспечить процесс управления качественной информацией о затратах предприятия с целью выявления резервов их снижения [1].

В угольной промышленности при подземном способе добычи угля исчисление себестоимости угля производится в соответствии с положением «Отраслевые методические рекомендации...» [2]. Данные рекомендации предполагают дифференциацию издержек по экономическому признаку (по элементам затрат) и в соответствии с административно-производственной структурой шахты (по участкам, цехам). Плановые и фактические затраты на готовую угольную продукцию группируются по 7 экономическим элементам. Из них 5 элементов (материальные затраты, затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды, амортизационные отчисления, прочие затраты на производство) формируют производственную себестоимость; 2 элемента (административные затраты, затраты на сбыт) вместе с производственной себестоимостью формируют полную. При такой группировке однородные затраты объединяются независимо от места их возникновения и целевого назначения. Однако для эффективного управления себестоимостью добычи угля необходимо знать все обстоятельства факторов производства по основным процессам производства и центрам ответственности, обуславливающие изменение себестоимости добычи угля, как сводного экономического показателя работы шахты.

В число наиболее передовых методов построения систем эффективного управления себестоимостью добычи угля входит так называемый процессный подход к управлению себестоимости добычи угля. Он заключается в выделении сети процессов и центров ответственности с максимальной детализацией затрат по каждому месту возникновения затрат [3].

В основу формирования центра ответственности (ЦО) положена сложившаяся организационная структура угольного предприятия, включающая участки, цеха и службы.

Рассмотрим административно-производственную структуру шахты и формирование полной себестоимости готовой угольной продукции по ЦО (на примере шахты «Северная» Государственного предприятия (ГП) «Макеевуголь») (рис. 1).

Административно-производственная структура шахты «Северная» ГП «Макеевуголь» относится к линейно-функциональному типу, то есть, является комбинацией двух структур управления – линейной и функциональной. Линейно-функциональная структура позволяет организовать управление производственными процессами по линейной схеме, от директора к его заместителям и главным специалистам и т.д. То есть всю полноту власти на себя берет линейный руководитель, возглавляющий определенное структурное подразделение (службу). Ему при проработке соответствующих решений, планов, программ помогает специальный аппарат, состоящий из соответствующих структурных подразделений (участков, цехов, отделов, служб).

К основному процессу производства относят участки (ЦО) по добыче угля, проходческий участок, транспортировка угольной продукции (участок ШТ). Так как приоритетная роль в формировании производственной себестоимости принадлежит именно этим участкам (в среднем 37%). К основному производству на шахте относят участки (ЦО), которые выполняют вспомогательные работы по обслуживанию основных участков. К ним относятся 10 участков: участок по ремонту горных выработок

(участок РВГ), электромеханический участок (участок ЭМО), вентиляция и техника безопасности (участок ВТБ); участок по ремонту забойного оборудования (участок РЗО); монтажно-демонтажный участок (участок МДР); служба связи; охрана; технический комплекс; административно-бытовой комбинат; участок автотранспорта (участок АТЦ). Общий удельный вес затрат этих участков в производственной себестоимости составляет более 20%.

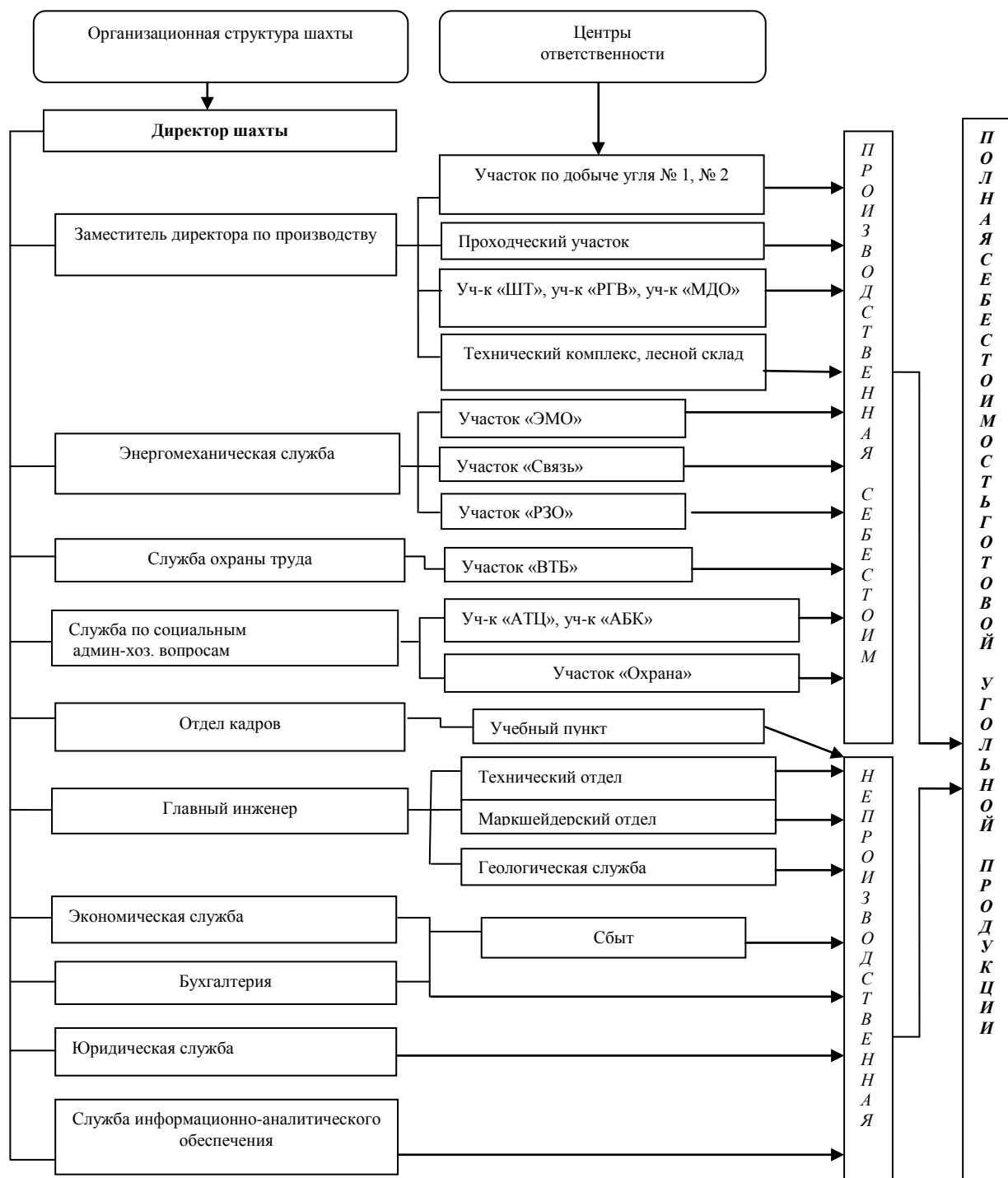


Рис. 1. Административно-производственная структура шахты и формирование полной себестоимости готовой угольной продукции по ЦО (на примере шахты «Северная» Государственного предприятия (ГП) «Макеевуголь»)

Наибольшие затраты установлены по электромеханическому участку, в среднем 6,5%. Это объясняется большим износом стационарного оборудования – две трети основного стационарного оборудования отработало нормативный срок эксплуатации и требует срочной замены.

Обобщение затрат по основному процессу производства и по центрам ответственности отражается в производственной себестоимости готовой угольной продукции.

К административно-управленческим ЦО относятся: бухгалтерия, экономическая служба, служба

отдела кадров, юридическая служба и т.д. По этим отделам и службам формируется непроизводственная себестоимость угольной продукции.

В бухгалтерском учете полная себестоимость готовой угольной продукции включает производственную и непроизводственную себестоимость по элементам затрат и отражается в форме № 10-п «Отчет по себестоимости готовой угольной продукции». Данный отчет позволяет сравнить плановые показатели с фактическими по элементам затрат, определить отрицательные отклонения в настоящем и предотвращать их появление в будущем [2]. Однако материалы такой калькуляции не дают детализированного представления о направлениях производимых затрат, поэтому необходимо углубление в процессы производства и по центрам ответственности.

Таким образом, проведенные исследования убедительно свидетельствуют, что учет и планирование по центрам ответственности позволяет оценивать и контролировать затраты структурных единиц и конкретных управляющих. Такая система управления себестоимостью добычи угля позволяет оперативно выявить все излишние расходы непосредственно по местам их возникновения, вовремя принять меры по их устранению и тем самым снизить затраты на производство угольной продукции, что является первостепенной задачей каждого предприятия угольной отрасли в современных условиях.

Литература

1. Ященко Ю.П. Стратегія розвитку вугільної промисловості: методологічні підходи щодо опрацювання // Уголь України. – 2012. - № 1. – С. 13-19.
2. Отраслевые методические рекомендации учета затрат на производство готовой угольной продукции. Утверждено приказом Министерства угольной промышленности Украины от 31.01.2008г. № 48. – Киев, 2008. - 62 с.
3. Амоша О.І., Саллі В.І., Трифонова О.В. Стійкість розвитку й управління витратами вугледобувних підприємств // Економіка промисловості. - 2009. – №4 (47). – С. 121-125.

И.А. ГОРДЕЕВА, Н.А. ВЕЛИЧКО

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

ВИДЫ ОБРАЗЦОВ ПРОДУКТА ПРОЕКТА

Стремительное внедрение инноваций во все сферы деятельности, как в Украине, так и во всем мире не возможно без реализации инновационных проектов. В настоящее время, несмотря на тщательный отбор и планирование, около 40 % инновационных проектов в мире вообще заканчиваются неудачей [1]. И это для Украины достаточно оптимистичные показатели. По другим данным около 80 % проектов редко выполняются в установленный срок и в рамках выделенного бюджета [2]. Причем, абсолютное большинство неудачных проектов связано с разработкой конкретного объекта: продукта или технологии, в рамках которых создавались инновации [1].

Всякое нововведение влечет за собой такой нежелательный эффект как риск, а значит и потери различного рода. Однако отказ от инвестиций в инновационные проекты (желание работать без риска) чаще всего приводит к куда большим неизбежным потерям. Следовательно, альтернативы инновационной стратегии развития объектов хозяйствования в Украине нет.

Основой для создания проекта, а в дальнейшем – для выхода продукта проекта на рынок с заданной эффективностью являются образцы (эталон) продукта проекта. В методологии управления проектами возникает необходимость определения видов образца (эталона) продуктов проектов, так как они непосредственно влияют на успех проекта на рынке. Образец гарантирует, что если продукт проекта ему соответствует, то он будет востребован на рынке длительное время. Он определяет, что именно должна изготовить команда проекта, и при каких требованиях и ограничениях. Однако, ограничений проекта достаточно много и часто про них мало кто имеет хотя бы какое-то представление, а иногда они и сами «зашумлены» технической и технологической информацией. Ограничения – это границы, за которые не должна выходить деятельность по изменению продукта проекта командой. Ограничения бывают внешние и внутренние. Внешние ограничения – это требования, диктуемые внешней средой, а внутренние – ограниченные возможности организации. Эталон является внешним элементом, поступающим в проект.

Образец чаще всего представляется в формализованном виде, в котором указаны ограничения на отклонение от показателей, заложенных в образце. В зависимости от форм человеческой деятельности (репродукция, конструктивизм, творчество), можно выделить три вида образцов [3]: «вторение», модификация, творение, которые представлены на рис. 1.

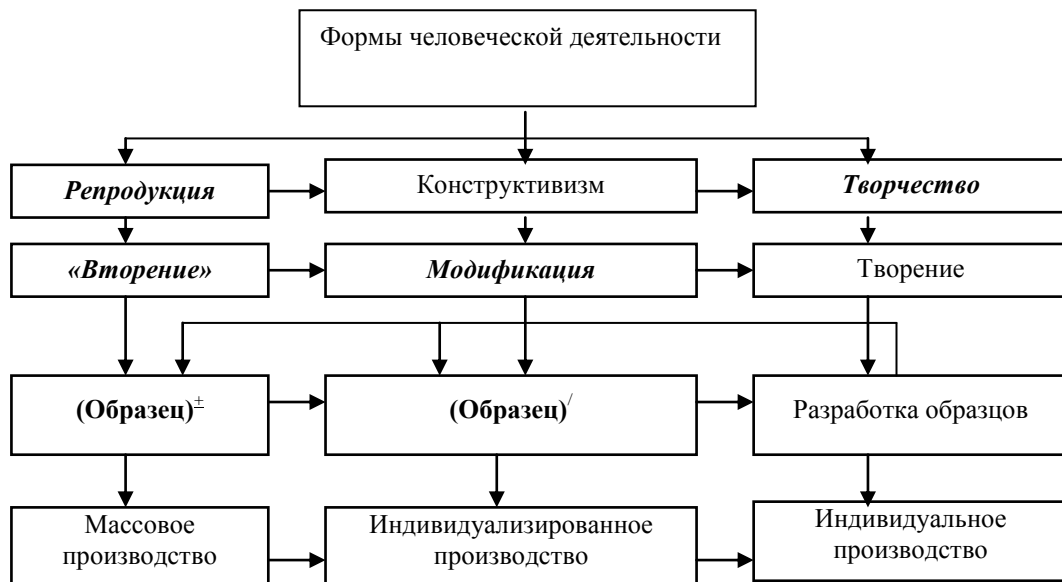


Рис. 1. Виды образцов продукта проекта

Репродукция означает создание известного нового известными методами, т.е. «вторение». Сущность «вторения» заключается в воспроизведении существующего образца с заданными отклонениями, а выход за их границы означает брак.

Конструктивизм – это создание неизвестного нового известными методами, т.е. модифицированное известное.

А творчество – это создание ранее неизвестного нового неизвестными методами (т.е. пойдти туда, не знаю куда, найди то, не знаю что), т.е. творение. Модификация требует изменений образца, причём изменения могут быть и очень значительными. В процессе творения получают сами образцы, то есть изделия, которые собственно и являются основой, как репродукции, так и модификации. В случае «вторения» и модифицирования проект имеет образец, который необходимо приспособить для другой внешней среды, то есть адаптировать к новым условиям. А в случае творения разрабатывается сам образец. Причем, творение – процесс неуправляемый и неконтролируемый.

«Вторение», например, происходит, когда куплена лицензия на оборудование. В этом случае разрабатывается проект на изготовление оборудования с заданными отклонениями. Если куплена еще и лицензия на технологию, то реализуется и технология на уровне «вторения». Со временем повышаются требования к продукту. Когда положительный эффект намного превосходит нежелательные эффекты, то все хорошо. Но с момента, когда в системе накапливаются противоречия и положительный эффект становится меньше и тем более намного меньше нежелательных эффектов продукта проекта, то «вторение» нужно прекращать и необходимо разрабатывать проект изменения образца, то есть его модифицировать или покупать лицензии на модификатор образца.

В результате проведенных исследований, в зависимости от форм человеческой деятельности, выделено три вида образцов продукта проекта: «вторение», модификация, творение. Проанализированы особенности их внедрения.

Литература

1. Калюжний В. В. Причини провалів інноваційних проектів: визначення та діагностування проблеми / В. В. Калюжний // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля: під ред. В. А. Рач. – 2007. – №1(21). – С.130-138.
2. Латкін М. О. Методологічні основи створення системи управління ризиками проектів підприємства: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. тех. наук: спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами» / М. О. Латкін – Х, 2009. – 35 с.
3. Проблемы демассификации в строительстве / [В. Большаков, Г. Демин, Ю. Креймер, В. Малый] // Теоретические основы строительства. – Варшава, 2002. – № 10. – Т. 2. – С. 585-590.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Активная инвестиционная деятельность различных субъектов предпринимательства является залогом их перспективного развития и достижения конкурентных преимуществ в реалиях современного бизнеса. Ключевым этапом в процессе инвестирования средств является уровень инвестиционной привлекательности объекта.

Какие бы задачи не решало предприятие, связанные с поиском ресурсосберегающих технологий, усовершенствованием организационной структуры управления, с эффективным использованием капитала или внедрением инновационных продуктов, оно сталкивается с проблемой привлечения инвестиционных ресурсов для реализации обозначенных мероприятий. Успешное решение данной проблемы во многом зависит от уровня привлекательности объекта инвестирования. В связи с этим актуализируется вопрос проведения качественной диагностики состояния предприятия и получения достоверной оценки его инвестиционной привлекательности.

В условиях кризиса, когда инвестиционные потоки средств сокращаются, и возникает дефицит кредитных ресурсов, данный вопрос стоит более остро.

Инвестиционная привлекательность предприятия (ИПП) - многогранное понятие, которое включает в себя различные аспекты деятельности предприятия и характеризует его состояние с всевозможных сторон. Данная категория оценивается с помощью системы коэффициентов, которые в свою очередь могут быть объединены в единый интегральный показатель, на основании которого инвестор принимает решение относительно уровня привлекательности объекта инвестирования.

Проведенные исследования позволяют сказать, что вопрос оценки ИПП в литературных источниках представлен достаточно широко. Проблеме разработки методики определения инвестиционной привлекательности объекта посвящены работы И.Бланка, О.Кузьмина, В.Шевчука, П. Рогожина, Л.Гитмана, Дж.Сороса, и др. Но, не смотря на значительные достижения в данном направлении исследования, остаются вопросы, которые требуют дальнейшего развития и доработки. В частности, среди ученых отсутствует единое виденье относительно системы оценочных показателей, которые должны применяться при определении уровня инвестиционной привлекательности предприятия, методических подходов к обоснованию критериальных индикаторов и формированию на их основе интегральной оценки ИПП.

Исходя из этого, целью данной публикации является разработка методических рекомендаций по оценке инвестиционной привлекательности предприятий, которые по возможности позволили бы устранить существующие недостатки и усовершенствовать данный инструментарий.

Прежде всего, отметим, что на наш взгляд инвестиционная привлекательность предприятия – это комплексная характеристика предприятия, его реального состояния и потенциальных возможностей, которая может быть представлена системой оценочных индикаторов и интегральным показателем, на основании которой инвестор может принять обоснованное решение относительно предоставления инвестиционных ресурсов.

Для проведения диагностики предприятия и определения уровня инвестиционной привлекательности объекта нами разработана методика, основные этапы которой графически представлены на рис.1.

Акцентируем внимание на ключевых моментах и особенностях предложенной методики оценки ИПП. Отправной точкой является первый этап - проведение идентификации инвестора. С этой целью разработана соответствующая система «Инвестор – Предприятие», которая позволяет классифицировать тип инвестора в зависимости от целей, срока и направления инвестирования. Для каждого вида инвестора (кредитный, портфельный, стратегический) обозначены целевые векторы исследования и сформированы по ним наборы оценочных показателей. Это позволит в большой степени учесть требования субъекта инвестирования относительно необходимой информации, не нагромождать неинформативными критериями и коэффициентами, которые не несут смысловой нагрузки для данного типа инвестора.

Кроме того, разработанный методический подход предусматривает перед формированием комплексной оценки инвестиционной привлекательности предприятия обязательный этап расчета промежуточных результирующих показателей по каждому вектору исследования (финансовое состояние, производственный потенциал предприятия, рыночная активность, маркетинговая составляющая и т.д.) и построение графоаналитической модели. Это дает возможность проведения анализа сильных и слабых позиций объекта инвестирования, выявить основные проблемы, прежде чем они будут сглажены комплексным показателем, принимая во внимание недостатки построения интегральной оценки.

В представленном алгоритме оценки ИПП два этапа (6,8) особо выделены. Согласно методическим разработкам их выполнение осуществляется только при наличии определенных условий.

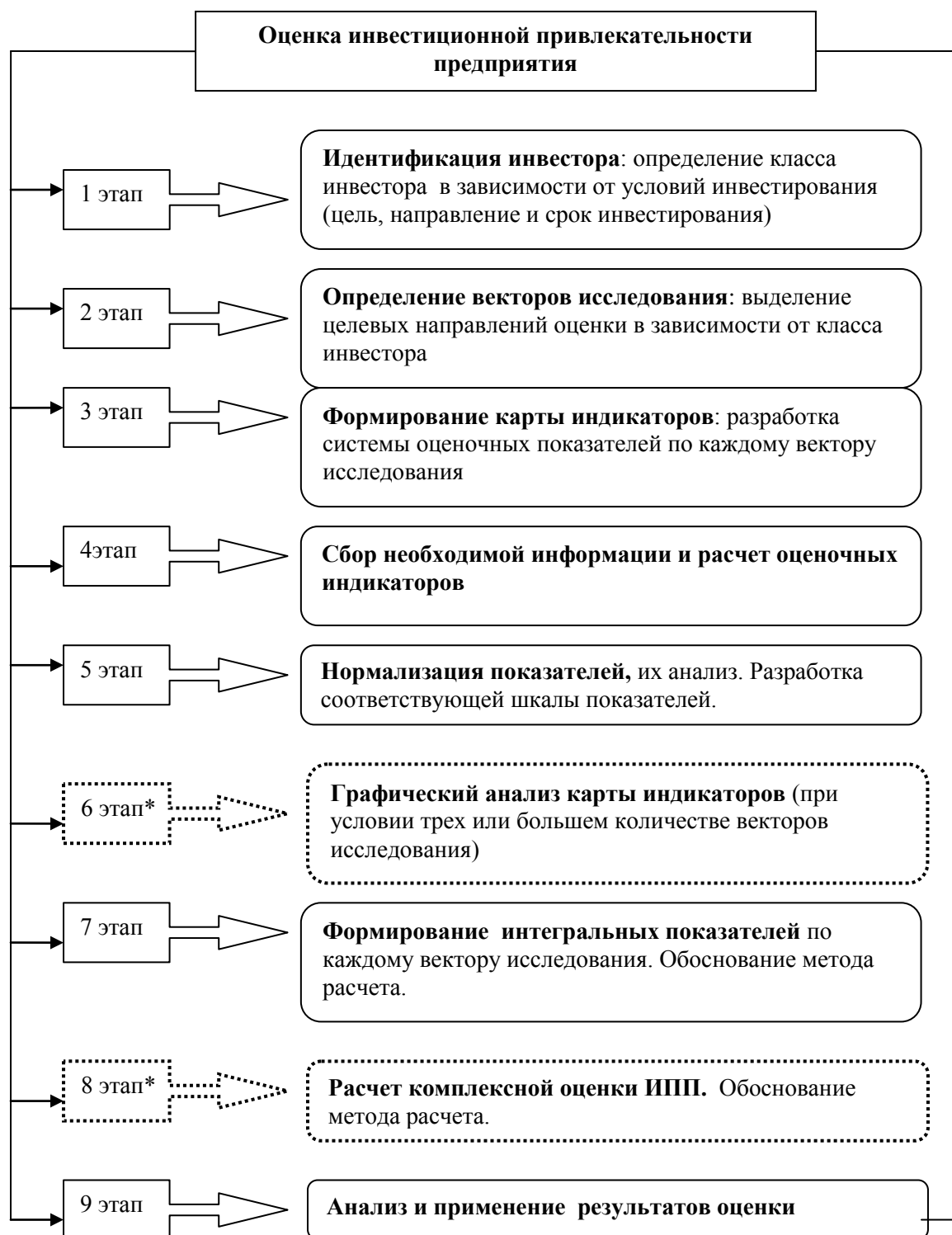


Рис. 1. Алгоритм оценки инвестиционной привлекательности предприятия

Следует отметить, что предложенная система оценки характеризуется широким спектром применения и может быть использована для проведения диагностики состояния предприятия с целью определения не только инвестиционной привлекательности объекта, но и оценить финансовое состояние предприятия, его производственный потенциал, кредитоспособность компании и т.д.

Таким образом, резюмируя отмеченное, считаем, что разработанный методический инструментарий позволит, прежде всего, в большой мере удовлетворить запросы субъектов инвестирования относительно необходимой информации для проведения оценки ИПП и предоставить инвестору, в зависимости от его типа, те ключевые индикаторы, которые будут достаточными и исчерпывающими для принятия обоснованного решения о целесообразности вложения средств. Кроме того, алгоритм оценки дает возможность избежать основных недостатков связанных с интегрированием системы оценочных

коэффициентов при определении комплексного показателя ИПП.

Дальнейшее исследование будет направлено на практическое применение предложенной методики оценки инвестиционной привлекательности предприятий и разработке соответствующих рекомендаций в зависимости от полученных результатов.

В.Р. КАБИРОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

ОЦЕНКА СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ ГРУПП ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Повышение инвестиционной привлекательности малорентабельных полиметаллических месторождений является перспективной задачей минерально-сырьевой отрасли России. Одним из механизмов решения данной проблемы служит отработка месторождений в группах.

В работе предлагается обоснование и экономическая оценка систем разработки групп полиметаллических месторождений различных и схожих геолого-промышленных типов. Группировка проводится на основе геолого-формационного типа месторождений, являющегося одним из ведущих экономико-промышленных факторов при освоении месторождений.

Целью оценки является определение динамики движения денежных потоков во времени для различных систем разработки групп месторождений и выявление наиболее эффективных схем освоения.

Эффективная и устойчивая система для освоения групп полиметаллических месторождений позволит значительно повысить инвестиционную привлекательность минерально-сырьевого сектора Российской Федерации.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Е.И. Рейшахрит

Н.А. КОТЕНКО

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

СТРУКТУРА ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УКРАИНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ

Рациональное построение любой структуры приобретает в настоящее время особую **актуальность**. Она обусловлена необходимостью оценки структуры источников финансирования, которая включает качественный и количественный анализ. Качественный анализ содержит оценку целесообразности сформированного комплекса структурных элементов (или единиц), т.е. источников финансирования. Количественный анализ включает объемы вложений, их динамику, соотношение и их изменения. Приоритетность финансирования объемов определяется Программами развития [1].

Целью исследования является улучшение структуры источников финансирования. Ее реализация требует решения следующих задач: выявления роли и сущности финансовой политики; анализа структуры инвестиций в промышленность и оценки структуры вложений по источникам финансирования; поиск путей улучшения структуры.

Структурная единица как организационно-экономическая категория выражает место, связи и статус каждого элемента. Исследование структуры источников финансирования инновационного развития промышленного предприятия рассматриваем как начальный и самостоятельный этап их анализа. Для определения места отдельного элемента, каким является конкретный источник финансирования, необходимо предварительно систематизировать и обобщить существующие источники финансирования для последующей оценки их возможностей и целесообразности привлечения. В данном исследовании они выделены по видовому признаку в соответствии с группировкой Государственного комитета статистики Украины [2].

Глобализация мировой экономики усиливает интеграционные процессы и активизируют инновационную деятельность промышленных предприятий для достижения и сохранения конкурентоспособности. Их технологические нововведения невозможны без модернизации технических ресурсов, в первую очередь активной их части, что требует значительных финансовых вложений. В связи с этим повышается роль и значение совершенствования состава и структуры источников финансирования промышленных предприятий, от развития которых зависит состояние национальной экономики.

Источники формирования, распределения и направления использования финансовых ресурсов предприятия определяются его финансовой политикой и финансовыми планами.

Анализ научной и нормативно-правовой литературы по рассматриваемой проблеме свидетельствует о многообразии взглядов относительно содержания экономической категории «финансовая

политика» и ее составных элементов. В таблице 1 приведена характеристика авторских подходов относительно трактовки ее содержания.

Как видно из табл. 1, существующим подходам к трактовке содержания финансовой политики как экономической категории присущи в основном такие позитивные особенности, как комплексный подход, целенаправленность. Но определение либо громоздкое (из-за перегруженности другими категориями - условиями, составом, объектами), либо отождествляется с формой. Кроме того, не учитывается инновационная направленность финансовой политики. На наш взгляд, финансовая политика предприятия - это система мероприятий по формированию, распределению и эффективному использованию финансовых ресурсов предприятия, целенаправленная на обеспечение инновационного развития предприятия с учетом всех современных и будущих требований к предприятию, обоснованных в исследовании [7], а задачи финансовой политики - в [8].

Изложение основного исследования. Финансовая политика (как форма реализации функций финансов) направлена на достижение целей субъекта хозяйствования или объединений СХ с минимальными расходами и достаточной эффективностью. Состав функций финансов необходимо рассматривать в соответствии с уровнем развития рыночных отношений в национальной экономике и с учетом интеграции взаимосвязанных элементов финансовой системы: финансов реального сектора, государственных финансов и рынка финансовых услуг. Кризис, начавшийся во второй половине 2008 г., стал главной причиной снижения объемов финансирования в реальный сектор экономики Украины, приостановивший реализацию планов технического переоснащения промышленных предприятий. Анализ структуры капитальных вложений в основной капитал в промышленность Украины свидетельствует о сырьевой направленности инвестиций (доминируют вложения в добывающую отрасль) и низкой их доле в базовые отрасли - машиностроение и металлургию (см. таблицу 2).

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания категории «финансовая политика»		
Сущность	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Совокупность государственных законов по мобилизации финансовых ресурсов, их распределению и использованию, для осуществления государством своих функций; важная область экономической политики [3]	- комплексный подход; - учет правового аспекта; - определено место и отображена связь с экономической политикой	- несоответствие современным условиям функционирования субъектов ведения хозяйствования (СХ); - не учитывается возросшая самостоятельность предприятий
Корпоративная финансовая политика рассматривается как форма реализации финансовой стратегии предприятия [4]	- связь со стратегией; - учет микроуровня управления	- нечеткое определение; - не учтена роль государства
Финансовая политика рассматривается как совокупность целенаправленных государственных мероприятий по формированию и эффективному использованию финансовых ресурсов страны, содержащих ресурсы ее отдельных регионов, секторов экономики, предприятий и домохозяйств, для обеспечения стабильного социально-экономического развития на основе использования соответствующих финансовых и монетарных рычагов и создания соответствующей институциональной среды, которые способствуют реализации этой политики [5]	- системный подход к формированию финансовых ресурсов; - наличие объектов всех уровней управления; - единая цель для всех уровней управления экономикой	- громоздкое определение; - не выделены условия и рычаги, которые целесообразно и рассматривать как самостоятельные категории
Финансовая политика предприятия – это многоплановое явление, которое объединяет ряд важных видов политики: инвестиционную, дивидендную, ценовую, налоговую, управление оборотными активами и тому подобное [6]	- комплексный подход; - приведен видовой состав; - предусмотрена плановость	- статический подход (явление вместо процесса, который динамически развивается); - отсутствие инновационной направленности; - отсутствие цели

Составлена автором (колонка 2 и 3) на основе [3 - 6] (колонка 1).

Таблица 2

Динамика структуры инвестиций в основной капитал						
	2001	2005	2007	2008	2009	2010
Промышленность,	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе:						
- добывающая промышленность,	31,0	23,1	18,9	21,9	24,1	26,7
из нее: - добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (ТЭПИ);	25,8	17,3	13,4	14,4	17,8	17,9
- добыча полезных ископаемых, кроме ТЭПИ;	5,2	5,8	5,5	7,5	6,3	8,7
- перерабатывающая промышленность,	51,8	63,9	70,0	63,9	61,3	58,5
из нее:						
- металлургическое производство и производство метизов;	10,4	15,9	17,5	13,7	11,6	8,8
- производство пластмасс;	0,9	2,0	2,0	2,1	1,6	1,4
- машиностроение	6,9	6,4	8,3	8,1	6,2	7,5

Аналитические показатели рассчитаны автором на основе данных Госкомстата Украины [2].

Нерациональной является и структура источников финансирования, несмотря на тенденцию увеличения объемов финансирования с 2002 по 2010 год (см. темпы их роста в таблице 3) из-за отсутствия в них негосударственных пенсионных фондов и др.

Как видно из таблицы 3, основным источником финансирования капитальных вложений являются собственные средства предприятий. Средства иностранных инвесторов незначительны из-за низкой инвестиционной привлекательности предприятий и нестабильного украинского законодательства. Невелик удельный вес банковского участия в финансировании технической модернизации предприятий, а рост банковских кредитов обусловлен увеличением объемов краткосрочного кредитования.

Таблица 3

Динамика структуры вложений по источникам финансирования, %				
Источники финансирования	2002	2010	Изменение структуры	Темп роста, доля ед.
Средства из бюджета	8,0	9,2	+1,2	4,00
Собственные средства предприятий	70,9	60,8	-10,1	4,65
Банковские кредиты и ссуды	4,4	12,3	+7,9	11,27
Средства иностранных инвесторов	4,8	2,1	-2,7	1,83
Средства населения (в основном на жилье)	3,4	11,1	+7,7	13,24
Другие источники	8,5	4,5	-4,0	2,15
ВСЕГО	100,0	100,0	0,0	4,06

Составлена автором на основе данных Госкомстата Украины [2].

Для улучшения качества структуры источников финансирования технической модернизации промышленных предприятий необходима финансовая политика, обеспечивающая государственную поддержку отечественного производителя путем создания финансового механизма, предусматривающего льготное налогообложение прибыли предприятий, направляемой на техническое развитие и мотивацию банков и инвесторов, а также использование зарубежного опыта по финансовым инновациям.

Литература

1. Державна цільова науково-технічна програма розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу України [Режим доступу] // http://industry.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?jsessionid=3D76828F82DE737433508893FA156686?art_id=66895&cat_id.
2. Батрин Ю.Д., Фомин П.А. Особенности управления финансовыми ресурсами промышленных предприятий. – М.: Высшая школа, 2002. – 276 с.
3. Экономическая энциклопедия. Том 4. Политическая экономия / Под ред. А.М. Румянцева. – М.: Советская энциклопедия, 1980. С. 287.
4. Фінансово-монетарні важелі економічного розвитку. Том 3. Фінанси підприємств: тенденції, стан і проблеми управління. – Наукове видання / За ред. А.І. Даниленка – К.: Фенікс, 2008. – 308 с.
5. Фінансово-монетарні важелі економічного розвитку. Том 1. Фінансова політика та податково-бюджетні важелі її реалізації – Наукове видання / За ред. А.І. Даниленка. – К.: Фенікс, 2008. – 467 с.
6. Шпанковська Н.Г. Сучасні вимоги до металургійного виробництва та шляхи їх удосконалення / Н.Г. Шпанковська, О.І. Канська, Н.П. Потрус // Металургическая и горнорудная промышленность. – 2010. - №7. – С. 275 – 277.
7. Щорічник України за 2010 рік. – К.: ТОВ «Август – Трейд», 2011. – 559 с.
8. Стратегічний аналіз: Навч. посібник / Н.Г. Шпанковська, Г.О. Король, К.Ф. Ковальчук, Н.О. Котенко. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 224с.

ТРЕХМЕРНАЯ ВЕКТОРНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КРЕАТИВНОСТИ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Современные трансформационные процессы, которые происходят в экономике различных стран, создают новый вектор дальнейшего развития, который должен быть направлен на ускорение перехода от постиндустриальной экономики к экономике знаний, а также предполагает использование новых моделей, механизмов, методов и инструментов управления, позволяющих интенсифицировать процессы инновационного развития каждого субъекта хозяйственной деятельности, обеспечить динамическую и стабильную инновационную деятельность предприятий, в том числе и тех, деятельность которых происходит в горнопромышленном секторе экономики. В таких условиях особую роль занимает инновационное развитие персонала каждого предприятия, который является тем ключевым компонентом обеспечения высоких показателей эффективности инновационной деятельности.

Безусловно, для обеспечения и поддержания подобного рода изменений, необходимо комплексно определить те точки роста, которые бы позволили добиться высоких показателей инновационной деятельности каждого субъекта хозяйствования. При этом инновационную деятельность предприятия необходимо рассматривать, как систему научных, организационных, а также коммерческих мероприятий, которые направлены на получение значительного объема прибыли, в результате коммерческого применения накопленных знаний каждого сотрудника предприятия. В этой ситуации, ключевым результатом инновационной деятельности является создание инновационных продуктов (услуг), которые бы обладали новыми, креативными качествами и позволили бы полностью удовлетворить возрастающие потребности различных участников инновационной деятельности.

Как отмечалось выше, желаемые трансформационные изменения могут быть достигнуты только благодаря использованию инновационного, креативного труда каждого сотрудника предприятия, или организации. Особую роль в этом процессе играет построение эффективной системы управления персоналом на предприятии, которая позволила бы проводить мониторинг и выявление креативных сотрудников предприятия, диагностику креативного потенциала работников. При этом существует необходимость разработки методики, которая бы удовлетворяла всем требованиям такого рода, позволила бы оценить инновационное развитие персонала. В связи с этим нами была разработана инновационная методика трехмерной векторной интерпретации креативности персонала предприятия. Широкий методологический арсенал трехмерной векторной интерпретации креативности позволяет эффективно оценить потенциал развития креативности каждого работника предприятия, определить эффективность мероприятий, которые направлены на развитие креативности сотрудников. В результате проведения данного вида мониторинга, высшее руководство предприятия может получить достоверную информацию о резервах и возможных направлениях улучшения управления персоналом, направленного на развитие креативности, с целью обеспечения эффективной инновационной деятельности предприятия. При этом результаты применения трехмерной векторной интерпретации креативности позволят руководителям различных уровней управления более качественно ориентироваться в потенциальных и фактических возможностях своих подчиненных, организовывать креативную работу таким образом, чтобы получить наиболее высокую результативность и эффективность, создавать необходимые условия для развития компонентов креативных ресурсов работника.

Методика трехмерной векторной интерпретации креативности персонала, разработана на основе различных научных знаний и трудов, к которым можно отнести: метод построения круговой диаграммы [95; 86, с. 44], научные результаты применения инвестиционной теории креативности, которая впервые была разработана и детально описана Р. Стернбергом и Т. Любартом [200; 201], модели управления процессом формирования креативного потенциала человека. Нами были проанализированы факторы, барьеры, а также возможные ресурсы развития креативности персонала, компоненты креативных ресурсов работника.

Стоит рассмотреть алгоритм построения трехмерной векторной модели интерпретации креативности работника и персонала предприятия в целом:

1. Выбор и оценка компонентов креативных ресурсов сотрудника (персонала) предприятия.
2. Организация и проведение экспертной оценки предложенных на прошлом этапе компонентов креативных ресурсов.
3. На основе полученных данных целесообразно построить круговую диаграмму компонентов креативных ресурсов работника (персонала) предприятия.
4. Построение трехмерной, векторной модели интерпретации креативности.
5. Проведение процедуры интерпретации полученных результатов.

Стоит отметить, что наиболее ответственными этапами представленного нами алгоритма применения рассматриваемой методики являются: организация и проведение экспертной оценки

компонентов креативных ресурсов, а также построение трехмерной, векторной модели интерпретации креативности работника (персонала) предприятия. Это связано с тем, что именно эффективное применения и объективные результаты экспертной оценки компонентов креативности, дадут возможность построить наиболее валидную трехмерную, векторную модель интерпретации креативности, которая позволит установить фактический уровень развития креативности, а также потенциал развития креативности сотрудника (персонала) предприятия.

Для построения трехмерной, векторной модели интерпретации креативности работника (персонала) необходимо построить трехмерную модель, в основе которой находится 24 угловой правильный многоугольник (рисунок 1), который был получен в результате построения круговой диаграммы максимальных значений компонентов креативных ресурсов.

При этом высота полученной трехмерной, векторной модели, которая изображена на рисунке 1 представляет собой значение мотивационного компонента креативных ресурсов, который определен нами как ключевой фактор, влияющий на развитие креативности сотрудников субъекта хозяйствования.

Построим трехмерную, векторную модель интерпретации креативности работника (персонала) предприятия, с целью определения фактического уровня креативности и потенциала развития креативности (рисунок 2).

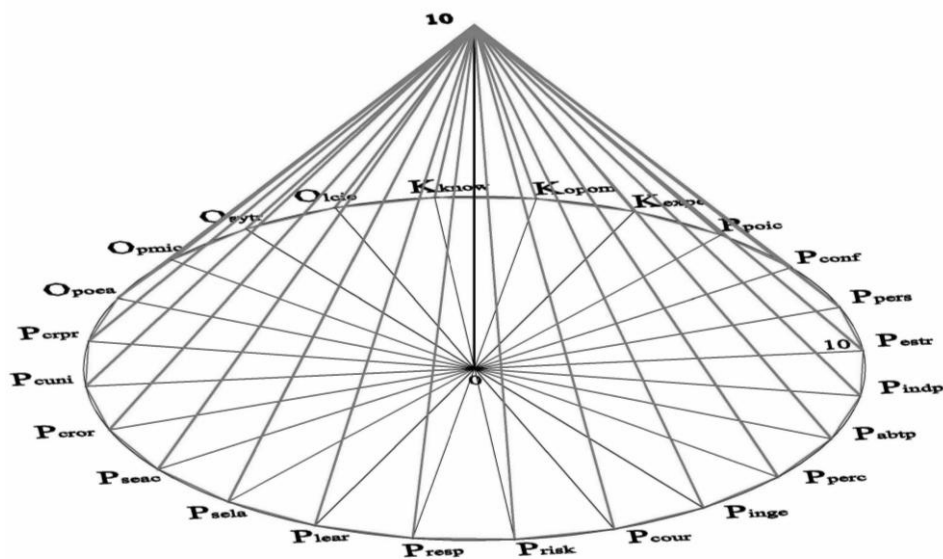


Рис. 1. Трехмерная модель креативности работника (персонала) при максимальных значениях креативных ресурсов

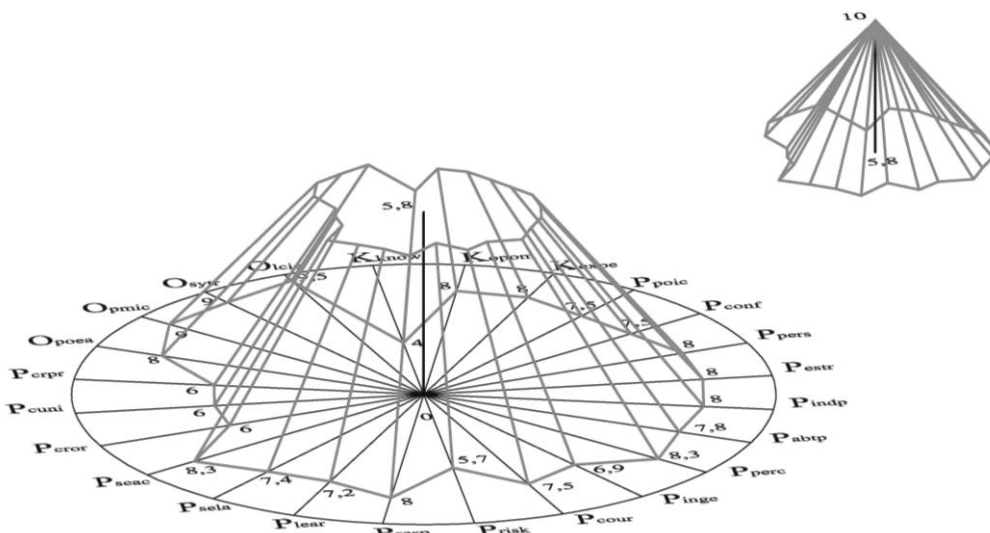


Рис. 2. Трехмерная модель креативности работника (персонала) предприятия

Данная модель отображает фактический уровень креативности и потенциал развития креативности работника (персонала) предприятия. Полученные данные целесообразно использовать с целью повышения эффективности управления, направленного на интенсификацию процессов инновационной деятельности предприятий, различных отраслей промышленности.

Литература

1. Макаренко О. Г. Креативный менеджмент : учеб. пособ. / О. Г. Макаренко, В. Н. Лазарев. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 154 с.
2. Модель круговой диаграммы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eufn.ru/download/analytics/mts/public_mts_1.pdf
3. Sternberg R. J. Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity / R. Sternberg, T. I. Lubart. – N.Y. : Free Press, 1995. – P. 183–200.
4. Sternberg R. J. Investing in creativity / Sternberg R. J., Lubart T. I. // American Psychologist. – 1996. – № 51. – P. 677–688.

А. КРИНИЦКАЯ, В. ТОМАШ

Вроцлавский институт природоустройства, Польша

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ 2007-2013 В ПОЛЬШЕ

Целью политики Евросоюза является поддержка и развитие длительного сбалансированного развития села. В связи с этим все большее значение в современной аграрной политике обретают инструменты не связанные непосредственно с рыночными инвестициями. Инструменты, которые служат развитию сельских местностей можно поделить на три группы. К первой группе относят деятельность, непосредственно связанную с сельским хозяйством и с увеличением его конкурентоспособности (Величко, 2006). Эта деятельность касается производственной сферы и возможности достижения сбалансированного развития в рамках экономических целей. Вторую группу представляют инструменты защиты окружающей среды. А третья группа – это деятельность, касаемая сельских общин, особенно в области повышения качества жизни в селе. Нужно отметить, что эти инструменты реализовывают цель сбалансированного развития общества (Кутковская, Калиновский, 2010).

В мае 2004 года Польша вместе с 9 другими странами вступила в Европейский Союз. Став членом ЕС наша страна получила возможность использовать структурные фонды на правилах 2000-2006 года. В 2007 году начался период финансирования 2007-2013, изменения коснулись также финансирования сельского хозяйства. На день сегодняшний в Польше существует Программа развития сельских районов (ПРСР), которая включает 22 функции в разрезе 4 основных осей. Все эти мероприятия финансируются с Европейского сельскохозяйственного фонда.

Приоритеты и направления развития сельских районов в Польше изложены в Национальном стратегическом плане развития сельских районов. Масштабы и формы поддержки определяет Программа развития сельских районов 2007-2013. Общий бюджет составляет около 17,2 млрд евро, из которых более чем 13,2 млрд евро поступают с бюджета ЕС, и около 4 млрд евро составляет государственные средства.

В Польше сельскохозяйственная продукция производится на территории всей страны, в некоторых регионах в большей или меньшей степени. Это связано с состоянием, качеством земли и с климатом. Сельскохозяйственные угодия в нашей стране составляют около 60% общей поверхности, из чего пахотная земля составляет большую часть, луги и пастбища несколько процентов, а поверхность огородов составляет едва ли 1%.

В основном в стране производятся зерновые культуры - составляют они около 11%, кормовые – около 8%, а остальная часть – оставшиеся растения. В последнее время наблюдается динамическое развитие польского сельского хозяйства, увеличивается средняя поверхность сельских угодий. Большие хозяйства поглощают малые, благодаря более интенсивному производству с/х товаров. Что касается животноводства, так в последнее время резко сократилось и продолжает сокращаться поголовье скота. В стране поголовье крупной рогатой скотины колеблется на уровне 5,5 млн, свиней – 13 млн и 0,2 млн овец. Сегодня в стране числится более чем 1,5 млн сельских хозяйств, поверхность которых составляет более 1 га с/х. Гораздо более современные хозяйства находятся на западе страны, в то время как менее развитые хозяйства на востоке. 90% сельских хозяйств принадлежат физическим лицам, и в основном это хозяйства семейные.

Финансовая помощь программы ПРСР уделяется на достижение следующих целей:

- модернизация сельских хозяйств;
- повышение конкурентоспособности пищевой промышленности;
- восстановление сельского хозяйства и оживление рынка земли путем предоставления земель для использования большим хозяйствам взамен за определенную плату, назначения премий для упрощения начала карьеры для молодых фермеров, а также создание фондов консолидации земель;
- стимулирование развития предпринимательства и образование новых мест труда в сельских местностях;
- субсидии на поддержку сельского хозяйства в горных районах и в других, менее благоприятных

районах;

- возрождение села, повышение активности сельских жителей и строительство общественного капитала в сельских местностях;
- повышение квалификации фермеров и владельцев лесов, а также упрощение доступа к платным консалтинговым услугам;
- повышение качества жизни в селе.

В рамках ПРСР 22 направления деятельности условно разделили на 4 так званных оси. Среди них можно выделить специальную помощь фермерам, чьи хозяйства были уничтожены во время наводнения 2010 года. 15 направлений из этой программы внедряет Агентство реструктуризации и модернизации сельского хозяйства, часть – областные самоуправления, а некоторые – Агентство с\х рынка и Фонд программы помощи сельскому хозяйству.

Таблица 1

Использование средств финансовой помощи от ПРСР 2007-2013 в Польше

Название оси и направление деятельности	Сумма, тыс. €
Ось 1. Повышение конкурентоспособности сельского и лесного хозяйства	2 894 556,107
Профессиональные тренинги для работающих в сельском и лесном хозяйстве	12 706,610
Упрощение старта молодым фермерам	397 275,000
Оренда земель	261 267,375
Обращение фермеров и владельцев лесов к консультационным услугам	18 998,757
Модернизация сельских хозяйств	1 554 484,697
Увеличение добавленной стоимости основной с\х и лесной продукции	405 117,232
Улучшение и развитие инфраструктуры, связанной с развитием и приспособлением сельского и лесного хозяйства	121 353,394
Восстановление потенциала с\х производства, поврежденного в результате стихийных бедствий, а также внедрение соответствующих мер профилактики	45 473,733
Участие фермеров в системах контроля качества продуктов питания	3 880,294
Информативные мероприятия и мероприятия по продвижению продукции	655,081
Группы производителей с\х продукции	73 343,931
Ось 2. Улучшение естественной среды и сельских местностей	2 660 016,287
Субсидии на поддержку сельского хозяйства в горных районах и в других, менее благоприятных районах	1 939 558,392
Агрэкологическая программа	633 383,816
Залесение земель с\х назначения и земель не с\х значения	87 074,078
Ось 3. Уровень жизни в сельских местностях и дифференциация сельского хозяйства	1 245 805,368
Дифференциация несельскохозяйственных видов деятельности	204 141,092
Создание и развитие микропредприятий	190 052,464
Основные услуги, предоставляемые хозяйствам и сельскому населению	579 991,441
Возрождение и развитие села	271 620,371
Ось 4. Лидер	290 901,161
Внедрение локальных стратегий развития	127 213,660
Внедрение проектов сотрудничества	1 158,652
Локальная группа действия по приобретению навыков и анимации	60 350,686
Техпомощь	102 178,161

Источник: собственные исследования на основе данных <http://www.arimr.gov.pl>

Большая часть выделенных средств направляется на повышение конкурентоспособности сельских хозяйств, и составляет более 28 млрд евро, то есть почти 41% общей суммы. За несколько лет внедрения программы в так называемую Ось 2, то есть на улучшение естественной среды, было потрачено 38%, и большая часть денег пошла на залесение земель. Что же касается мероприятий по повышению уровня жизни в сельских местностях, то на это было выделено более 1 млрд евро, что в процентном соотношении равняется почти 18% от общей суммы финансовой помощи.

Выводы

В 2006 году в польском сельском хозяйстве начался процесс внедрения инструментов финансовой поддержки из Европейского сельскохозяйственного фонда для развития сельских районов. Политика развития сельских районов фокусируется на трех основных осях: хозяйственной, оси окружающей среды, третья и четвертая ось связаны с реализацией целей сбалансированного развития общества.

Агентство реструктуризации и модернизации сельского хозяйства Польши внедряет Программу развития сельских районов на 2007-2013 года в самом быстром темпе среди всех стран Европейского союза. Переведенные 10,75 млрд евро на счета польских фермеров безоговорочно ставят нас на заслуженную позицию лидера ЕС. В Германии, которая оказалась на втором месте, было выплачено на 0,7 млрд евро

меньше финансовой помощи от ПРСР, а во Франции выплаты были ниже на 1 млрд евро.

На сегодня 90% (бюджет составляет около 17,5 млрд евро) выделенных средств уже распределены. Кроме выплат фермерам и сельским хозяйствам 10,75 млрд евро, часть средств предназначена для оплаты долгосрочных обязательств. Это касается, например, досрочного выхода на пенсию, или ежедневных доплат в залесение. Дальнейшее распределение средств должно быть запланировано для проведения конкурсов на лучшие проекты, касаемые оптимизации функционирования сельского хозяйства.

Заинтересованность в получении финансовой помощи от ПРСР 2007-2013 изначально была достаточно значительной, а в последнее время еще более возросла, поскольку распределяемых средств осталось очень мало, и многие фермеры и сельские хозяйства вынуждены рассчитывать на новый финансовый период 2014-2020. Внедряемая программа ускоряет модернизацию сельских хозяйств, развивает сельскую инфраструктуру, улучшает качество жизни в селе, систему охраны окружающей среды и пищевую промышленность в Польше.

Программа дает шанс многим фермерам обрести конкурентоспособность не только на европейском рынке, но и на мировом.

Е.В. МАРТЯКОВА, М.И. ДЖЕРИХОВ

Донецкий национальный технический университет, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ

Экономический кризис, в котором находится государственная угольная промышленность Украины, во многом объясняется отсутствием инвестиционных ресурсов направленных на технологическое переоснащение и реконструкцию шахтного фонда. Бюджетных субсидий не хватает даже для полноценного дотирования предприятий, что приводит к дискуссиям о привлечении частного капитала.

Поскольку в угольной промышленности нашей страны пока не разработано действенных механизмов, инструментов и процедур, которые давали бы возможность в полной мере реализовать задачи государственной политики по оптимизации деятельности угольной промышленности, необходимы полноценные теоретико-методологические наработки относительно использования моделей государственно-частного партнерства (ГЧП) в угольной промышленности, как механизма взаимодействия бизнеса и власти.

В ходе исследования были поставлены и решены следующие задачи:

- осуществлен анализ научной литературы, который выявил противоречия относительно раскрытия содержания понятие «ГЧП»;
- определена роль и принципы государственно-частного партнерства в угольной промышленности Украины;
- рассмотрена законодательная база по межсекторному взаимодействию в Украине (Закон Украины «О государственно-частном партнерстве» (№ 2404-VI) и Закон №4650-VI «Об особенностях приватизации угледобывающих предприятий»)
- обобщен отечественный и зарубежный опыт управления угольной промышленностью в условиях кризиса, что позволило определить необходимость оптимизации деятельности угольной промышленности;
- определены точки роста, которые должны быть отражены в стратегии реализации моделей государственно-частного партнерства в угольном секторе Украины и необходимость государственной инициативы в развитии партнерства.

Как показывают исследования, на сегодняшний день, ни в одной стране мира не удалось создать модель взаимодействия власти и бизнеса в угольной промышленности, которая бы полностью удовлетворяла интересам общества и государства. Поэтому дальнейшим направлением развития угольной промышленности должна стать модель ГЧП как механизм сочетания государственных и частных интересов. При этом каждая из сторон имеет свои специфические интересы. Однако, с точки зрения дальнейшего развития модели государственно-частного партнерства, сдерживающими факторами являются: неполная правовая база регулирования отношений субъектов взаимодействия; нехватка квалифицированных кадров по осуществлению работы с промышленными проектами ГЧП, невысокий уровень доверия бизнеса к государственной власти, отсутствие системы мотивации участников этого партнерства к взаимовыгодному сотрудничеству.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО SWOT-МЕТОДА

Успешное функционирование предприятий во многом зависит от их умения адаптироваться к динамично меняющимся условиям внешней среды. Это приводит к необходимости разработки инструментария предвидения изменений и выработки алгоритма действий по адаптации к ним. В теории управления такое предвидение реализуется в процессе стратегического анализа, методология осуществления которого в литературе носит в основном описательный характер. Наиболее распространенными методами анализа внешней среды являются PEST – анализ (с вариациями), анализ отрасли и SWOT – анализ. Методы анализа внутренней среды и оценки потенциала предприятия менее формализованы, ряд исследователей предлагает использовать сравнительный анализ с основным конкурентом, технико-экономический коэффициентный анализ, SWOT – анализ, и т.д. Несмотря на большое количество подходов к получению информации о состоянии среды функционирования предприятия, проблемой остается увязка результатов анализа с последующим алгоритмом выбора его стратегий.

Статья посвящена вопросу формализации подхода к стратегическому анализу с использованием количественного SWOT-метода (рис. 1), результаты которого позволяют перейти к процессу выбора корпоративной стратегии предприятия.



Рис. 1. Этапы модифицированного SWOT-анализа и их особенности

В рамках *первого этапа* осуществляется подготовка и группировка информации по квадрантам матрицы SWOT-анализа в разрезе четырех групп факторов: финансово-экономических (ФЭ), производственно-технологических (ПТ), рыночных (Р) и политико-правовых (ПП). При разнесении факторов между группами предлагается использовать условный процессный подход, в рамках которого выделяются следующие типовые процессы: обеспечение ресурсами – группа ФЭ; производство продукции (особенности технико-технологической базы и стоимости ее обслуживания) – группа ПТ; продажа продукции – группа Р; управление процессами и предприятием – группа ПП. Для разнесения факторов между группами можно использовать таблицу 1.

В рамках *второго этапа* все факторы оцениваются экспертами в двух измерителях по трехбалльной шкале (от 1 до 3): влияние фактора на финансовые результаты (ФР) предприятия и характеристика фактора для сильных и слабых сторон. Для факторов внешней среды вторым измерителем является вероятность реализации события.

Классификация затрат для выделения групп факторов

Вид ресурса	Расходы на приобретение и использование ресурса	Группа факторов
Персонал	Заработная плата с начислениями, прочие выплаты персоналу; расходы на обучение персонала; расходы на охрану труда и технику безопасности.	ФЭ
Материальные ресурсы	Стоимость приобретения сырья и материалов, ТЗР	ФЭ
	Стоимость подготовки сырья и материалов к производству	ПТ
Основные средства (ОС)	Амортизационные отчисления, расходы на содержание ОС; энерго-, топливопотребление; экологические затраты.	ПТ
Финансовые ресурсы	Финансирование оборотного капитала в производственных запасах и незавершенном производстве.	ФЭ
	Финансирование оборотного капитала в готовой продукции, товарах, дебиторской задолженности.	Р
	Административные, сбытовые и другие расходы.	ПП, Р, ФЭ
	Финансовые расходы.	ФЭ

Для обобщения частных результатов оценки факторов в групповые характеристики предполагается расчет интегральных показателей (Ogr_o), полученных с использованием формулы (1) для внутренней среды и формулы (2) для внешней среды:

$$Ogr_i^{SW} = \sum_{k=1}^n C_k \times B_k, \quad (1)$$

где C_k – состояние к-ого фактора в i -той группе; B_k – влияние фактора на ФР.

$$Ogr_i^{OT} = \sum_{k=1}^n Bp_k \times B_k, \quad (2)$$

где Bp_k – вероятность реализации к-ого фактора в i -той группе.

В рамках третьего и четвертого этапов групповые оценки состояния факторов внутренней и внешней среды подвергаются вторичной свертке для получения единой характеристики состояния среды (Ив и Ивн соответственно), которая осуществляется с использованием средневзвешенной зависимости. В качестве весов используются доли затрат предприятия по каждой из групп факторов (см. табл. 1). Определение долей рекомендуется выполнять за 2-3-летний период, что позволит частично нивелировать влияния всплесков отдельных затрат, обусловленных нестандартными событиями для предприятия.

Особенностью определения долей затрат является необходимость разделения финансовых расходов по направлениям инвестирования, среди которых пополнение оборотного капитала и обновление/развитие основных средств. Очевидно, что пополнение оборотного капитала может относиться к трем бизнес-процессам – закупке, производству и продаже. Предлагается рассмотреть такие затраты в двух вариантах: вариант 1 – предприятие самостоятельно финансирует свою операционную деятельность и вариант 2 – предприятие финансирует свою деятельность с использованием заемного капитала.

Вариант 1. Расходы на создание нормированных запасов или дебиторской задолженности могут определяться по следующей зависимости:

$$P_{ЭОК} = \frac{\overline{ЭОК} \times D_{ЭОК}}{360} \times Cд \quad (4)$$

где $P_{ЭОК}$ – расходы на создание элемента оборотного капитала; $\overline{ЭОК}$ – средние остатки элемента оборотного капитала; $D_{ЭОК}$ – длительность оборота ЭОК; 360- длительность года в днях; $Cд$ – средняя депозитная ставка.

Вместо средней депозитной ставки может также использоваться значение рентабельности собственного капитала, если оно больше средней депозитной ставки.

По формуле (4) фактически оцениваются недополученные предприятием средства в связи с их «замораживанием» на непроизводственных стадиях. В отчетности предприятий таких затрат нет, поскольку они характеризуют упущенную выгоду. В тоже время их учет при определении значимости групп факторов позволит определить первичные направления управленческого вмешательства – чем выше значимость группы факторов, тем больше эта группа снижает финансовые результаты предприятия.

Вариант 2. Для оценки расходов на финансирование оборотного капитала необходимо сначала оценить структуру его источников. Освоение источников финансирования в дальнейшем осуществляется по мере движения капитала по стадиям оборота оборотных средств, т.е. от закупки производственных запасов до финансирования дебиторов. Сначала расходуются собственные средства, потом – заемные.

Расходы на создание нормированных запасов или дебиторской задолженности могут определяться по формуле (4) с заменой средней депозитной ставки на средневзвешенную ставку кредитования оборотного

капитала предприятия.

Полученная величина стоимости финансирования соответствующего ЭОК должна быть учтена при расчете весомости соответствующей группы факторов.

На пятом этапе результаты текущего состояния внутренней среды сопоставляются с потенциальными возможностями предприятия, при их существенном отличии разрабатывается план действий по повышению использования потенциала.

На шестом этапе подводятся итоги анализа, чем выше значение интегрального показателя среды (ИПС), тем больше перспектив развития у предприятия:

ИПС	Характеристика предприятия / внешней среды, выводы
Ив > 0 → S+	Сильные стороны преобладают над слабыми, предприятие готово к развитию за счет внутренних ресурсов.
Ив < 0 → W-	Слабые стороны превалируют над сильными, развитие невозможно, необходима стабилизация внутренней ситуации.
Ивн > 0 → O+	Внешняя среда благоприятствует развитию, угрозы нивелируются потенциальными возможностями, наращивание деятельности может привести к прогрессивному росту ФР не только за счет эффекта от масштаба.
Ивн < 0 → T-	Внешняя среда не способствует развитию, наращивание объемов деятельности не приведет к росту ФР за счет ухудшения входящих характеристик из среды (удорожания сырья, сокращения спроса и т.д.). Предприятию лучше воздержаться от развития в середине отрасли.

Результаты SWOT-анализа положены в основу матрицы «Состояние среды – Корпоративная стратегия», которая систематизирует выбор корпоративной стратегии (рис. 2).

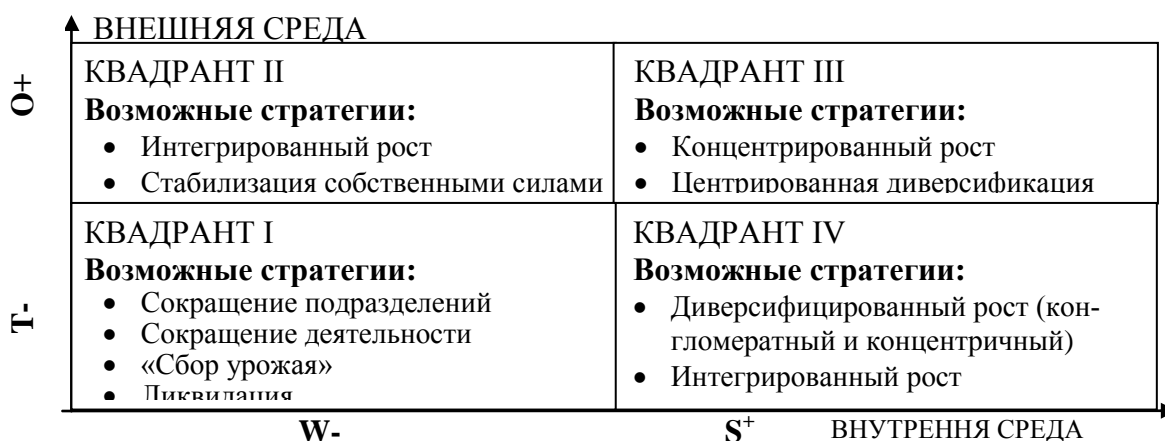


Рис. 2. Матрица «Состояние среды – Корпоративная стратегия»

Таким образом, в статье предложен подход к осуществлению стратегического анализа с использованием модифицированного SWOT-метода, который позволяет проследить связь между этапами стратегического анализа и стратегического планирования (в части выбора корпоративной стратегии).

B. SAYCHUK

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Poland

КОРПОРАТИВНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПО МНЕНИЮ РЕСПОНДЕНТОВ

Вступление

Свободная рыночная экономика в значительной степени соответствует словам Милтона Фридмана "Бизнес – бизнес есть бизнес". Максимизация прибыли является основной целью многих предпринимателей. Во время экономического кризиса, который, по мнению многих экспертов есть кризисом деловой этики, набирает значение новая стратегия – КСО.

Корпоративная социальная ответственность (ang. Corporate Social Responsibility – CSR) является добровольным, выходящим за рамки минимальных требований законодательства, учетом предприятия социальной и экологической проблематики в своей коммерческой деятельности и взаимоотношениях с заинтересованными сторонами.[www.mg.gov.pl].

Экономический аспект этой деятельности приводит не только к увеличению доходов предприятий, но и к увеличению деловой репутации. Учет деятельности предприятий а также их влияние на окружающую среду – это экологический аспект, когда социологическое измерение относится к работникам (профессиональное развитие, создание новых рабочих мест). Этический аспект проявляется в ведении

деятельности опираясь на общественные нормы и этический кодекс. [Kowlaska...2012].

Концепция КСО становится все более популярной не только на Западе, не только в крупных компаниях, но также и в Польше, в том числе в малых и средних предприятиях.

Цель и метод исследования

Целью исследования было оценить уровень знаний респондентов о корпоративной социальной ответственности. Реализация подробных целей касалась исследования знакомства с областями деятельности КСО, а также с примерами проектов и предприятиями, функционирующих опираясь на принципы корпоративной социальной ответственности.

Инструментом исследования было анкетирование. Бланк анкеты был составлен согласно цели исследования и включал в себя открытые и закрытые вопросы, целью которых был поиск необходимых, с точки зрения цели исследования, информации.

Разработке анкеты предшествовало экспериментальное исследование с целью устранения возможных ошибок.

Опрос был проведен во второй половине 2012 года, среди 350 лиц. Исследуемая группа состояла из 51% студентов (в основном естественных и экономических направлений), 10% учеников, 26% работников (в этом: 24% сотрудников, 2% владельцев предприятий), 2% пенсионеров и 11% безработных.

Результаты

Корпоративная социальная ответственность является новым понятием в польской терминологии. Участвующие в исследованиях респонденты в 78% случаях уже встречались с определением КСО, в основном это были студенты, ученики, а также лица, работающие в больших корпорациях, владельцы предприятий. Оставшиеся 22% опрошенных (пенсионеры, льготники и работники малых предприятий) не знали значение этого термина. Негативный ответ повлек исключение опрошиваемого лица из дальнейшей части исследования.

Позитивным аспектом результата, который виден на рисунке № 1, является тот факт, что именно молодые лица, которые представляют потенциал к развитию предприятий, знают и соглашаются с требованиями КСО.

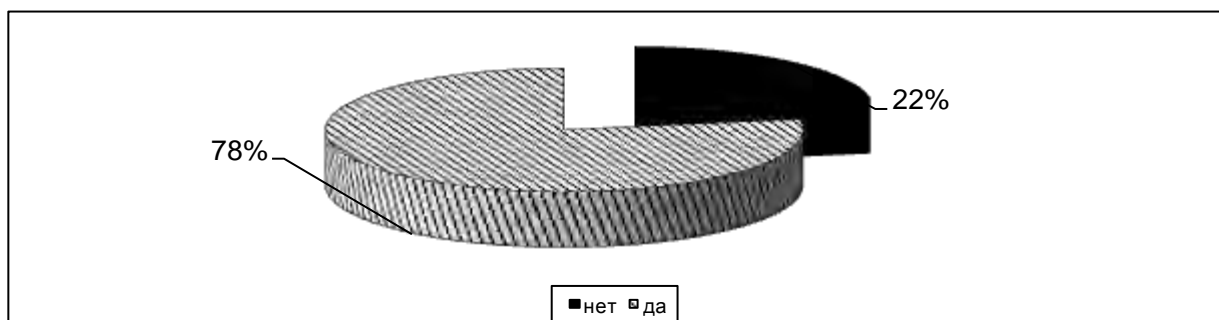


Рис. 1. Знакомство понятия корпоративной социальной ответственности среди 350 респондентов
Источник: собственная работа

В ответе на вопрос о действиях, которые можно было бы назвать ответственным бизнесом (рисунок № 2), указывали чаще всего честное поведение по отношению к заинтересованным сторонам (58% ответов). Деятельность, связанная с социальной активностью, так ответили 24 % всех опрошиваемых. Достижение экономической выгоды – 11 % ответов, а другие составили 7%.

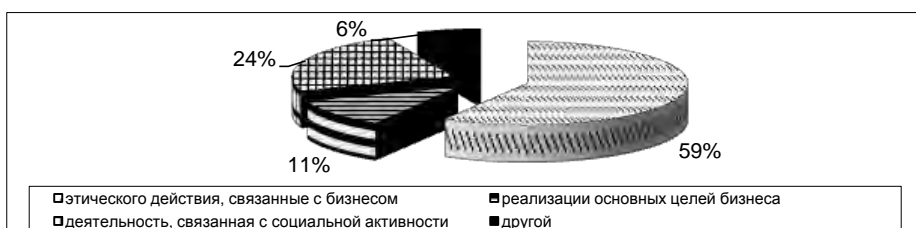


Рис. 2. Действия, связанные с КСО по мнению респондентов
Источник: собственная работа

Главной причиной реализации КСО в предприятиях (рисунок №3) является окупаемость этого действия (46% ответов, большинство было со стороны владельцев предприятий и студентов). Реализация социальных ожиданий указало 32% опрошенных, в то время как честность лиц, управляющих фирмой – 14% ответов. Реализация стратегии КСО как требование Евросоюза, так считает 8% респондентов.

В Польше все еще сохраняется убеждение, что достижение целей корпоративной социальной ответственности является хорошей рекламой фирмы.

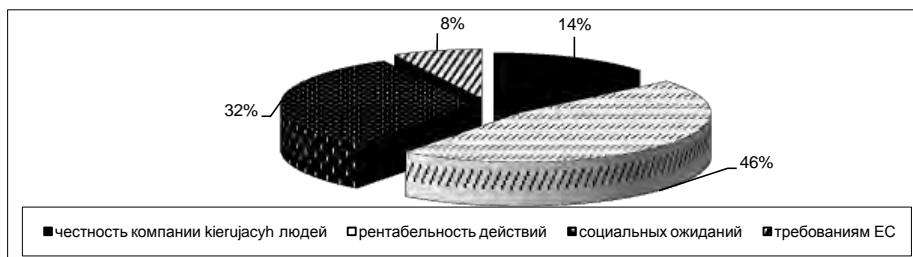


Рис. 3. Мотивы реализации КСО по мнению респондентов
Источник: собственная работа

Опрашиваемых также спросили о проектах реализованных в рамках КСО. Более 10% опрошенных имело проблему с указанием действий этого типа, зато почти 90% исследуемых назвало примеры. Чаще всего как пример добрых практик подают акции: "Мам, пап, хочу пить" (действие в рамках бизнес и общество), „Milka. Вместе Татр”(бизнес и среда), „Поделись едой” и Центр Помощи Пострадавшим Лицам. Стоит отметить, что более половины исследовательской группы была бенефициантом действия в рамках корпоративной социальной ответственности через участие в вечеринках, спонсируемых представителями КСО и покупках продуктов, часть которых предназначались на конкретную социальную цель.

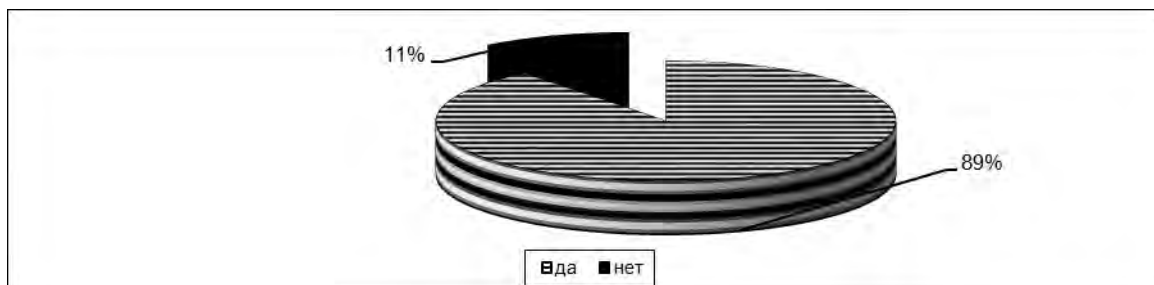


Рис. 4. Декларируемое знакомство с проектами КСО
Источник: собственная работа

На основании рисунка 5, представляющего виды предприятий, реализующих добрые практики КСО, следует отметить, что чаще всего реализацией в/в стратегии занимаются большие, международные корпорации. Опрошенные указали также на кооперативы (31%), которые, в своей идее содержат все требования корпоративной социальной ответственности. Только 5% указало на малые и средние предприятия (МСП).

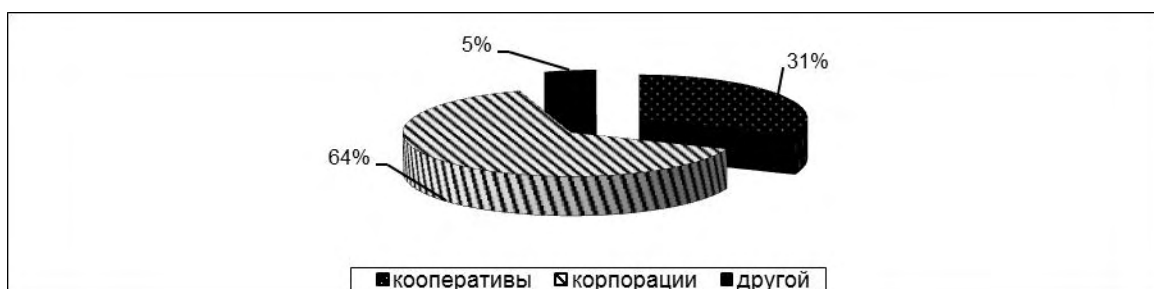


Рис. 5. Виды предприятий, реализующих добрые практики КСО
Источник: собственная работа

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Корпоративная социальная ответственность является новой концепцией и еще мало известной в польской терминологии и общественности.
2. У поляков есть неопределенность в отношении благородных мотивов участия бизнеса в социальной деятельности.
3. Наиболее распространенными исполнителями проектов на основе практики КСО являются многонациональные корпорации.

Литература

1. Kowalska I. Dziekoński J.(2012): Społeczna odpowiedzialność biznesu jako czynnik wzrostu konkurencyjności spółki Raisio. [W: Społeczna odpowiedzialność biznesu w obszarze przedsiębiorczości], Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 47.
2. www.mg.gov.pl
3. www.odpowiedzialnybiznes.pl

А.С. СЕРДЮК

Донецкий национальный технический университет, Украина

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Реструктуризация угольной промышленности представляет собой сложный процесс внутренних и внешних преобразований, направленных на улучшение работы отрасли, и как следствие, состояния экономики в целом. На начальном этапе реструктуризации первоочередные задачи заключаются в определении направлений развития угольных шахт, путем определения финансовых возможностей данного предприятия. Как известно, основным источником дохода угледобывающего предприятия является уголь. Уровень дохода напрямую связан с уровнем добычи и себестоимостью угля. Доход формирует прибыль, от которой зависит функционирование и развитие предприятия. Именно поэтому определение направлений развития угледобывающих предприятий, определяется на основе соотношения уровня добычи угля и его себестоимости. Определение данного показателя мы производим с помощью матричной модели (Рис. 1).

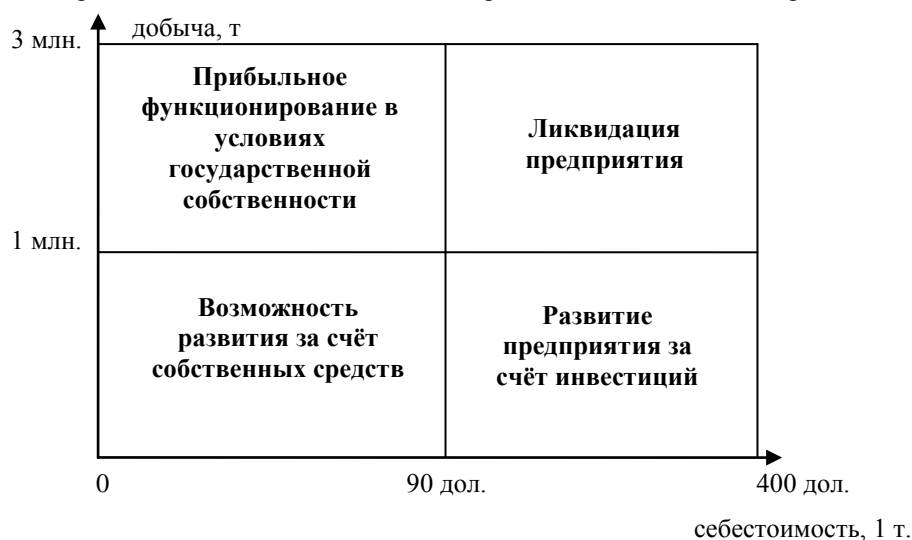


Рис. 1. Матрица определения пути развития угледобывающего предприятия

С помощью приведенной на рисунке 1 матричной модели, можно определить насколько рентабельной является работа предприятия и определить оптимальный вариант его развития. Данная матрица состоит из четырех вариантов, это:

возможность развития за счет собственных средств - этот вариант относится к угледобывающим предприятиям, которые имеют небольшой уровень добычи, но при этом себестоимость угля не превышает цену реализации. Это свидетельствует о том, что предприятие имеет прибыль, которая может быть направлена на развитие производства;

развитие предприятия за счет инвестиций - относится к предприятиям которые имеют невысокий уровень добычи и себестоимость, которая превышает цену реализации. Обычно подобные шахты дотируются со стороны государства для поддержания существующего уровня производства. Но при наличии инвестиций, данные предприятия имеют перспективу развития;

прибыльное функционирование в полной государственной собственности - данный вариант является наиболее оптимальным. К этой группе относятся шахты, имеющие высокий уровень добычи и низкую себестоимость, благодаря чему предприятие обеспечивает свое развитие за счет собственных средств и приносит прибыль государству;

ликвидация предприятия - целесообразна на шахтах, которые имеют высокий уровень добычи и себестоимости. То есть на данных предприятиях увеличение добычи не является основанием для уменьшения себестоимости. Поэтому дальнейшая эксплуатация этих предприятий является нецелесообразной.

В случае если установлено, что предприятию для развития необходимы инвестиции, возникает вопрос об источниках их привлечения. В данном случае мы предлагаем использование модели государственно-частного партнёрства, которая включает в себя четыре формы. Итак, для определения наиболее оптимальной формы для каждого предприятия, мы в первую очередь группируем шахты по потребностям в инвестициях (Табл. 1).

Каждая из групп, приведенных в таблице, предусматривает необходимость в определенном объеме инвестиций, а именно:

I группа – предприятие требует относительно небольшого объема инвестиций для покрытия разницы между себестоимостью и ценой реализации. Это могут быть инвестиции в создание дополнительного очистного забоя или средства полученные от аренды участка шахтного поля;

II группа – предприятию необходимы средства для реконструкции или создания дополнительных добычных участков. Если, например разница между себестоимостью и ценой реализации составляет менее 30 дол., можно ограничиться заменой оборудования;

III группа – шахта требует значительных объемов инвестиций для полной реконструкции и создания нескольких дополнительных добычных участков;

IV группа – предприятию необходимы большие объемы инвестиций для реконструкции, реструктуризации и создания новых производственных мощностей. Обычно подобные предприятия подлежат ликвидации, но учитывая тот факт, что процесс ликвидации требует значительного объема средств и что предприятие приносит большую пользу региону, где оно расположено, мы предлагаем подобные шахты передавать в бесплатную приватизацию.

Следующий шаг заключается в определении оптимальной формы реструктуризации с точки зрения рентабельности предприятия, промышленного потенциала и социальной точки зрения. Для этого мы используем соответствующие матрицы (Рис. 2; 3; 4).

Таблица 1

Группировка шахт по потребностям в инвестициях

Группа	Характеристика	Факторы	Форма реструктуризации
I	Перспективные шахты, требующие небольшого количества инвестиций	Небольшая разница между себестоимостью и ценой реализации (в пределах 30 дол.) Шахта имеет достаточно высокий промышленный и инновационный потенциал Шахта имеет современное горнодобывающее оборудование	Аренда добычных участков
II	Перспективные шахты, которые нуждаются в реконструкции и развитии	Шахта имеет значительную разницу между себестоимостью и ценой реализации (в пределах 100 дол.) Шахта имеет достаточно высокий промышленный и инновационный потенциал Шахта имеет устаревшее или изношенное оборудование	Концессия
III	Шахты, требующие значительного объёма инвестиций для рентабельного функционирования	Себестоимость угля выше, чем цена реализации Шахта имеет удовлетворительный промышленный и инновационный потенциал Шахта имеет устаревшее оборудование	Аренда угледобывающего предприятия
IV	Шахты, требующие большого объема инвестиций и реструктуризации внутренней структуры	Себестоимость угля более 350 дол. за 1 т. Шахта имеет низкий промышленный и инновационный потенциал Оборудование предприятия является изношенным и устаревшим	Бесплатная приватизация

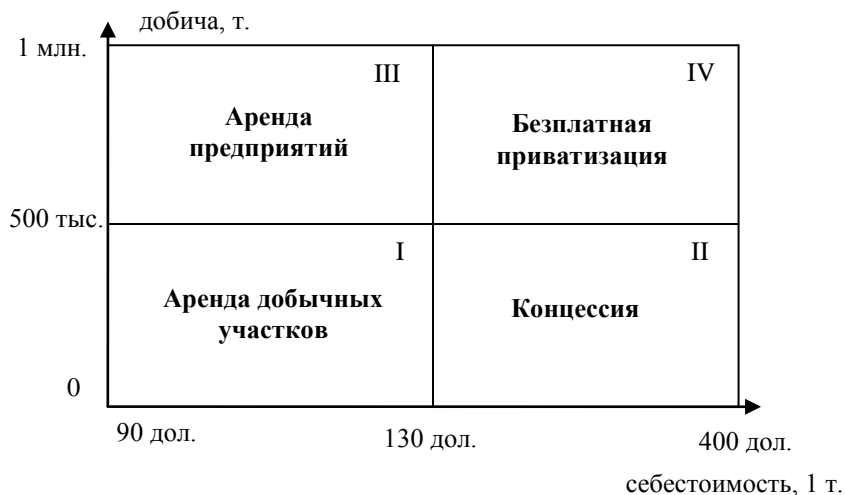


Рис. 2. Матрица рентабельности угледобывающих предприятий
 При помощи полученных данных определяем общий коэффициент по формуле:

$$K_{\text{рес}} = (K_{\text{ин}} + K_{\text{р}} + K_{\text{пт}} + K_{\text{с}}) / n_{\text{коф}}$$

где: $K_{\text{рес}}$ – общий коэффициент реструктуризации;
 $K_{\text{ин}}$ – коэффициент потребности в инвестициях (Табл.);
 $K_{\text{р}}$ – коэффициент рентабельности (Рис. 2);
 $K_{\text{пт}}$ – коэффициент промышленного потенциала (Рис. 3);
 $K_{\text{с}}$ – социальный коэффициент (Рис. 4);
 $n_{\text{коф}}$ – количество коэффициентов в расчёте.



Рис. 3. Матрица промышленного потенциала угледобывающих предприятий



Рис. 4. Социальная матрица

Получив общий коэффициент реструктуризации, определяем к какой именно форме реструктуризации принадлежит данный коэффициент. Определение производим на основе зависимости:

Аренда добычных участков = $1 \geq 1,7$

Концессия = $1,71 \geq 2,7$

Аренда предприятия = $2,71 \geq 3,5$

Бесплатная приватизация = $3,51 \geq 4$

Таким образом, принимая во внимание различные аспекты жизнедеятельности угледобывающих предприятий, мы можем определить наиболее рациональный подход к реструктуризации. То есть, мы имеем возможность определения пути развития и выбора наиболее оптимальной формы государственно-частного партнёрства для условий конкретного предприятия.

А.С. СЕРДЮК, Е.В. МАРТЯКОВА, И.В. КОЧУРА
Донецкий национальный технический университет, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЁРСТВА ПРИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

На сегодняшний день многие государственные предприятия сталкиваются с проблемой недостаточного финансирования. Изношенность основных фондов и неудовлетворительное техническое состояние, является типичным для предприятий государственного сектора экономики. Традиционно данные проблемы решаются с помощью государственных дотаций или приватизации. Но существует альтернативный вариант привлечения инвестиций посредством взаимодействия государства и представителей частного капитала. В данной статье описаны некоторые формы государственно-частного партнёрства которые целесообразно использовать на предприятиях государственного сектора экономики.

С переходом на рыночную экономику, предприятия государственного сектора столкнулись с проблемой неприспособленности к новым экономическим условиям. В социалистических странах главная цель предприятия заключалась в выпуске как можно большего количества продукции, независимо от её рентабельности. В современных же условиях прибыль является основной идеей. Именно поэтому на данном этапе необходимо искать пути привлечения внешних инвестиций для реконструкции и модернизации предприятий государственного сектора экономики.

Предложенная в данной статье модель государственно-частного партнёрства, является альтернативой приватизации и позволяет привлекать внешние инвестиции, сохраняя при этом государственную форму собственности. Наиболее обобщённое определение государственно-частного выглядит так: государственно-частное партнерство это - сотрудничество на взаимовыгодной основе между государственными, территориальными, местными органами власти с одной стороны и предпринимателями, представителями бизнеса с другой.

По нашему мнению наиболее оптимальной формой государственно-частного партнёрства является концессия. Концессия - это предоставление государством в эксплуатацию какой-либо зарубежной или отечественной фирме части своих природных богатств, предприятий и технологических комплексов, других объектов. Особенностью концессии является то, что стороной в правоотношениях является государство, а разрешение на деятельность связано с государственным монопольным правом на определение ресурсов или на осуществление определенной деятельности, которая является прерогативой (монополией) государства [1].

Значительным преимуществом предоставления государственных предприятий в концессию является то, что концессионеру передается целостный имущественный комплекс, то есть вместе со своей социальной сферой - больницей, детским садом, клубом. А еще после подписания договора концессионер берет на себя все долги и обязательства предприятия (уплата налогов, расчеты с кредиторами, если таковые имеются). Главное отличие концессии от приватизации и аренды состоит в том, что имущество, предоставленное инвестору в концессию, остается в государственной собственности, и после завершения срока действия оно возвращается уполномоченному государственному органу. При этом всё новое и модернизированное оборудование также передается государству, то есть договор концессии не является основанием для перехода имущества из государственной собственности в частную [2].

Решение о передаче государственных предприятий в концессию принимается на конкурсной основе. Преимущество получает тот кандидат, который готов вложить в производство как можно больше средств и предложит наиболее перспективный план развития предприятия. Согласно действующему законодательству Украины срок действия концессионного договора устанавливается от 10 до 50 лет. В течение которых концессионер обязуется регулярно выплачивать концессионный платеж и придерживаться всех государственных требований по развитию предприятия. Схема функционирования концессионного механизма приведена на рисунке 1.

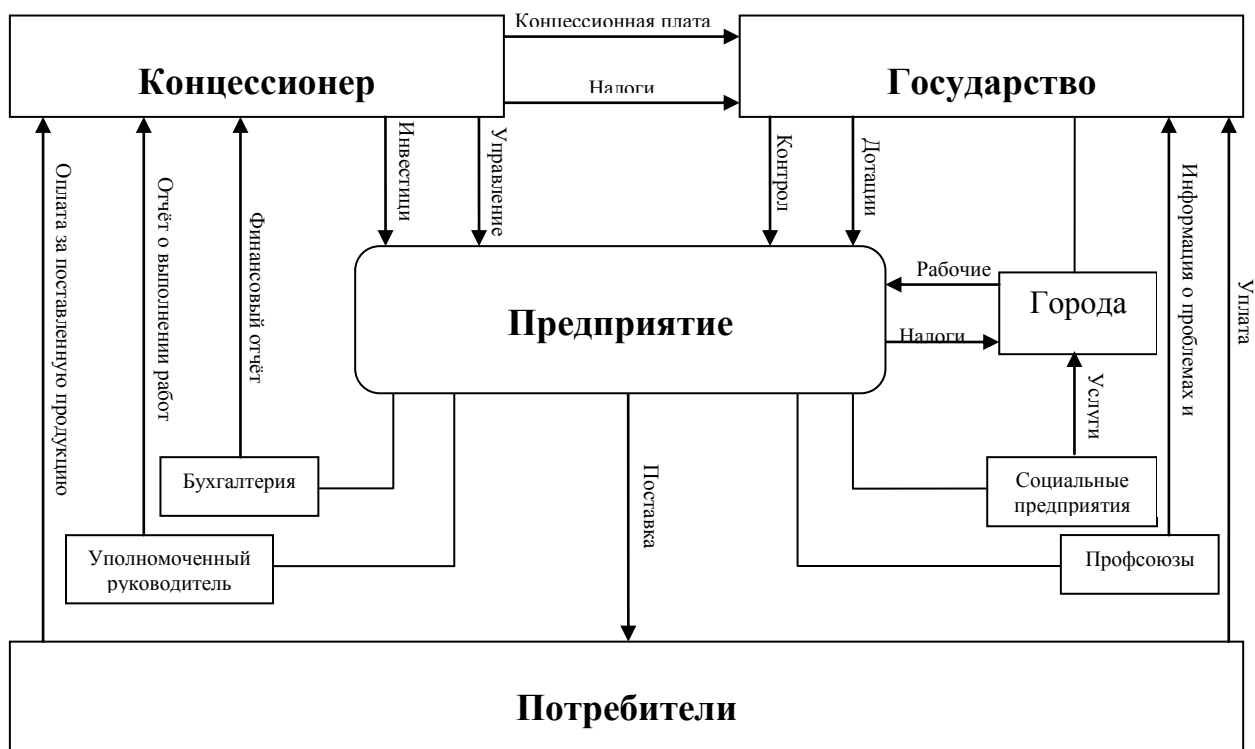


Рис. 1. Схема функционирования концессионного механизма

Рассмотрев рисунок 2, отметим, что использование концессионной формы собственности, позволяет комплексно решать как производственные так и социальные проблемы, главными из которых являются увеличение производства и улучшение социального положения в регионах. Приведенный механизм предусматривает учет общих интересов государства и концессионера, создавая при этом перспективу развития предприятия в будущем.

Следующей формой государственно-частного партнерства которую мы рассматриваем в данной статье является аренда предприятия. Особенностью данной формы является то, что частному лицу (арендатору) предоставляется право пользования государственным объектом, при этом предприятие остается в государственной собственности. Аренда, в отличие от концессии, предусматривает более низкий уровень контроля за деятельностью предприятия со стороны государства. Поэтому аренду предприятия как целостного имущественного комплекса, целесообразно использовать на государственных предприятиях имеющих высокий промышленный потенциал. Именно высокий промышленный потенциал является залогом того, что предприятие будет развиваться в будущем.

Согласно действующему законодательству Украины в аренду предоставляются предприятия сроком от 2 до 25 лет. В течение данного периода арендатор обязан платить арендную плату установленную договором. Арендованные предприятия имеют право на получение государственной финансовой помощи, размер которой устанавливается в зависимости от его состояния.

Механизм взаимодействия между государством и арендованным объектом, предусматривает создание фактически независимого от соответствующего министерства предприятия (Рис. 2). Механизм государственного контроля сводится к предоставлению гарантий о социальной защите рабочих. То есть, арендатор обязан соблюдать условия трудового законодательства и не сокращать количества рабочих.

Рассмотрев рисунок 2, отметим, что в отличие от концессии, арендная форма собственности меньше способствует социальному развитию потому что:

- во-первых, в аренду передается только предприятия без социальной инфраструктуры;
- во-вторых, нет гарантии того, что предприятие будет внедрять новые производственные мощности, то есть не будут созданы новые рабочие места.

Таким образом, принимая решение о передаче государственного предприятия в аренду как целостного имущественного комплекса, нужно в первую очередь учесть какое влияние имеет предприятие на экономику и социальную благоустройство региона, где оно расположено. Также нужно спрогнозировать последствия, которые могут возникнуть в связи с передачей предприятия в аренду.



Рис. 2. Схема функционирования механизма аренды предприятий

Итак, рассмотрев формы и механизм функционирования государственно-частного партнерства в условиях государственных предприятий, отметим, что на сегодняшний день использование данной модели является наиболее оптимальной альтернативой приватизации. Сохраняя за собой контролирующие и корректирующие функции, государство гарантирует стабильное существование и развитие предприятий. Поэтому, в основу будущей реструктуризации должна быть положена именно модель государственно-частного партнерства.

Литература

1. Юридическая энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://yurist-online.com/uslugi/yuristam/slovar/k/2883.php>
2. Тимошук Н. Концессия угольных предприятий как путь к инвесторам / Н. Тимошук // Голос Украины. – 2011. - №78. – С. 3

И.В. СКУРАТОВИЧ

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На новом этапе своего развития, в Республике Беларусь все большее значение приобретает горнодобывающая промышленность. В стране созданы и функционируют горнодобывающая, нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность, промышленность по производству калийных и карбонатных удобрений, строительных материалов и др. И, несмотря на то, что в структуре промышленного производства горнодобывающая промышленность составляет всего 1,4% от общего объема, она наряду с обрабатывающей промышленностью, производством и распределением электроэнергии, газа и воды оказывает значительное воздействие на все компоненты биосферы.

Успешное решение проблем охраны окружающей среды данной отрасли лежит в области уменьшения вредного воздействия предприятий.

На сегодняшний день на многих предприятиях горнодобывающей промышленности Республики Беларусь успешно внедрена и функционирует система управления окружающей средой (СУОС), на базе международных стандартов ISO серии 14 000. Кроме того, все субъекты хозяйствования должны также осуществлять самостоятельно еще один вид экологического управления – производственный экологический контроль, а министерства и ведомства – ведомственный экологический контроль.

Традиционно сложилось, что действия по охране окружающей среды имеют гораздо меньший по сравнению с производственной деятельностью приоритет у руководства предприятия. Довольно часто природоохранная деятельность ограничивается подходом «конца трубы», который подразумевает очистку

отходящих газов или сточных вод. Во многих случаях такой подход способен обеспечить формальное соответствие нормативным требованиям, однако влечет за собой большие затраты. В результате руководство предприятия приходит к мнению, что природоохранная деятельность является затратной и неэффективной.

Тем не менее, наиболее значимая составляющая экономической эффективности природоохранной деятельности, усиливающаяся с внедрением СУОС на предприятиях, связана с применением подхода предотвращения загрязнения.

Методы предотвращения загрязнения нередко оказываются чрезвычайно результативными и экономически эффективными. Это относится и к методам, связанным с изменением технологических решений (требующим значительных затрат), но в первую очередь — к организационным подходам, связанным с контролем процесса производства, выбором сырьевых материалов, вторичным использованием или переработкой материалов, логистикой производства и т.п. Именно эти методы становятся основным инструментом СУОС по снижению воздействия на окружающую среду.

Таким образом, актуальной является задача эффективно организовать природоохранную деятельность предприятия, в которой поиск и применение подходов предотвращения загрязнения принимает регулярный и систематический характер, а организационные и управленческие решения реализуются наиболее успешно.

Одним из эффективных подходов в организации природоохранной деятельности предприятия является применение комплексных природоохранных разрешений (КПР).

Традиционно, регулирование воздействия предприятий горнодобывающей промышленности на окружающую среду, а также его предотвращение, ведется по отдельным компонентам природной среды. До 1 января 2012 года в Республике Беларусь действовала только система выдачи природоохранных разрешений на специальное водопользование, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, хранение и захоронение отходов производства. Оформление таких разрешений осуществлялось на основании нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, устанавливаемых природопользователю в процессе его хозяйственной деятельности: допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ; образования и размещения отходов производства; допустимых физических воздействий; допустимого изъятия природных ресурсов; допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Однако такой подход не учитывает вероятность перемещения загрязнения из одного компонента среды в другую, не включает оценку эффективности энергопотребления, использования водных ресурсов, сырья и материалов, не рассматривает готовность предприятий к аварийным ситуациям, в результате чего не обеспечивается комплексное решение проблем по охране окружающей среды.

Внедрение системы КПР ориентировано на то, что разрешение будет выдано только после того, как предприятием сформулированы комплексные природоохранные мероприятия для одновременной охраны атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов, рационального использования природных и энергетических ресурсов. В странах СНГ КПР внедрены в Республике Казахстан, внедряются в России и Украине.

Впервые подобный подход был применен в странах ЕС. Процедура выдачи разрешений на право хозяйственной деятельности с учетом модели технологического нормирования в странах ЕС была законодательно закреплена Директивой о комплексном предотвращении и контроле загрязнения окружающей среды в вопросах регулирования экологически неблагоприятного воздействия производств (91/61 ЕС), которая в настоящее время заменена кодифицированной версией - Директивой Европейского парламента и Совета ЕС 2008/1/ЕС от 15 января 2008 г. «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» (2008/1/ЕС).

Одним из важнейших требований директивы является внедрение наилучших доступных технических методов (НДТМ).

НДТМ – технологические процессы, методы, порядок организации производства продукции и энергии, выполнения работ или оказания услуг, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений и оборудования, обеспечивающие уменьшение и (или) предотвращение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, образования и (или) размещения отходов производства, по сравнению с применяемыми и являющиеся наиболее эффективными для обеспечения нормативов качества окружающей среды при условии экономической целесообразности и технической возможности их применения.

Для определения НДТМ в какой-либо отрасли ЕС разработал исходные документы и инструкции (BRIF), которые определяют, какая технология должна использоваться в той или иной области. Разумеется, это обуславливает для предприятий большие расходы и инвестиции в новую технику, но в то же время дает им возможность ознакомиться с рекомендациями при модернизации в своей отрасли промышленности. Европейские справочники по НДТМ не имеют статуса предписаний, в них не устанавливаются предельные значения выбросов, сбросов, лимитов образования отходов для определенного промышленного сектора. Очевидно, что представления о наилучших доступных технических методах для конкретного производства будут со временем претерпевать изменения под воздействием технического прогресса, экономических и социальных факторов, а также в свете изменений в научных знаниях и понимании проблем.

На сегодняшний день разработано 33 справочных руководства по НДТМ для различных отраслей

промышленности, в том числе и руководство по управлению отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности.

При определении НДТМ в горнодобывающей промышленности в странах ЕС руководствуются следующими документами: Директивой 2006/21/ЕК об утилизации отходов горнодобывающих производств; Справочным документом о наилучших имеющихся методах утилизации хвостов и пустой породы (2009 г.); Рамочной директивой Европейского союза 2000/60 ЕК о водных ресурсах; Директивой Европейского союза 92/43/ЕЭС о сохранении естественных мест обитания и охране дикой фауны и флоры; Директивой Европейского союза 2003/105/ЕК о предупреждении крупных аварий, связанных с воздействием опасных веществ; Директивой Европейского союза 2008/98/ ЕК об отходах, а также об отмене ряда других директив; и Директивой Европейского союза 2011/82/ ЕК об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду.

Стратегия социально-экономического развития Республики Беларусь предполагает гармонизацию национального природоохранного законодательства с соответствующими директивами Европейского союза.

К объектам по добыче полезных ископаемых, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду в Республике Беларусь относятся: объекты по добыче полезных ископаемых, за исключением торфа, при общем объеме извлекаемой горной породы 250 тыс. куб. метров в год и более, а также торфа производственной мощностью 250 тыс. тонн в год и более (40% условной влажности) и его агломерации.

На законодательном уровне определено, что юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие или планирующие осуществлять деятельность, связанную с эксплуатацией объектов, оказывающих комплексное воздействие на ОС, вправе с 1 января 2012 года получать КПП, а с 1 января 2016 г. осуществлять указанную деятельность только при наличии КПП.

При выборе НДТМ для предприятий горнодобывающей промышленности необходимо руководствоваться следующими принципами:

- использование малоотходной технологии;
- использование менее опасных веществ;
- вовлечение для целей утилизации в хозяйственный оборот выбросов/сбросов и отходов, образующихся в процессе хозяйственной деятельности;
- наличие сравнимых технологических процессов, производственного оборудования или методов эксплуатации, которые были успешно апробированы где-либо на промышленном уровне;
- воздействие на окружающую среду образующихся в технологическом процессе выбросов/сбросов и отходов, другие негативные воздействия, имеющие место в процессах хозяйственной деятельности;
- происхождение и потребление сырьевых материальных ресурсов (включая воду), используемых в технологическом процессе;
- эффективность потребления энергии и возможности энергосбережения;
- предотвращение аварий и сведение к минимуму их последствий для окружающей среды.

А.А. СТОЯНОВА, Т.Б. ИГНАШКИНА

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДА ГОДНОЙ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Украинский горно-металлургический комплекс является одним из основных базовых элементов экономики государства. Металлургия – основной источник финансирования государственного бюджета и притока валюты в страну. Ежегодно Украина экспортирует более 20 млн. т стали и входит в первую десятку стран-экспортеров. Предприятия отрасли имеют прямую и обратную связь с электроэнергетическим, машиностроительным, горнодобывающим, финансовым, строительным и другими комплексами, обеспечивают густонаселенные области страны рабочими местами. Поэтому ее развитие является приоритетным направлением в экономической и научной деятельности.

Состояние сталеплавильного производства - одного из основных металлургических переделов, определяется, прежде всего, уровнем техники и технологии конвертерного производства, который требует развития и усовершенствования. На сегодняшний день конвертерным способом выплавляют 70% мирового объема производимой стали, поэтому актуальным является определение факторов-аргументов, влияющих на технико-экономические показатели работы конвертера, и, в частности, на выход годной стали, который и принят в качестве результирующего показателя-функции (У).

Для оценки влияния факторов на выбранный результирующий показатель использован метод построения множественных корреляционно-регрессионных моделей. Теория данного вопроса достаточно глубоко проработана и широко освещена в литературе [1-3], поэтому скажем лишь, что все ее принципиальные положения, включая требования к отбору факторов, были соблюдены. С другой стороны, и технологический процесс производства кислородно-конвертерной стали достаточно хорошо изучен, а,

следовательно, известен перечень основных технико-технологических факторов, влияющих на выход годной стали. В числе таких факторов-аргументов можно назвать химический состав чугуна - одного из основных компонентов шихты, химический состав произведенной годной стали, интенсивность продувки, соотношение доли чугуна и лома в металлошихте и др.

Предварительный анализ базы данных, полученных из паспортов конвертерной плавки, позволил для дальнейшего исследования отобрать два фактора, а именно, интенсивность продувки и долю лома в металлошихте. Остальные факторы менее варьируются, то есть являются более стабильными, а, следовательно, можно ожидать, что и степень их влияния будет очень низкой.

Обоснование включения в модель названных факторов, с точки зрения раскрытия сущности механизма такого влияния, приведено ниже.

Первый фактор - интенсивность продувки (X_1) - обеспечивает не только окисление примесей до заданного состава и получение необходимой температуры расплава, но и формирование шлака надлежащей окисленности и основности. Для кислородных конвертеров этот показатель является значимым, поскольку существует определенный предел, в случае превышения которого начинаются выбросы металла и шлака из конвертера, что снижает выход годной стали. Объясняется это тем, что при росте расхода кислорода возрастает скорость окисления углерода а, следовательно, количество выделяющихся пузырей СО, которые вспенивают ванну. При подъеме вспенившейся ванны до уровня горловины могут появиться выбросы, вследствие чего, происходят периодические остановки конвертера для удаления настыви металла с горловины и входной части котла-утилизатора [4].

Второй фактор – доля лома в металлошихте (X_2) – влияет на выход годной стали следующим образом. С увеличением расхода лома на плавку выход годного будет увеличиваться, поскольку в ломе содержится низкая концентрация углерода (0,2-0,3%), тогда как в чугуне содержание его составляет 4,2-4,3%, который в ходе плавки окисляется и выгорает, не существенно теряя при этом свою первоначальную массу [5].

Исходя из данных паспортов плавок конвертера, статистическая выборка была задана параметром: марка стали ЗПС. При дальнейшей сортировке данных из 100 плавок было отобрано 71, которые отвечают нормальным условиям производства и действующей технологической инструкции выплавки стали в кислородно-конвертерном цехе.

В общем виде модель зависимости выхода годной стали от исследуемых факторов может быть представлена следующим образом:

$$Y = a_0 + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 ,$$

где a_0 – свободный член уравнения регрессии;

a_1, a_2 – коэффициенты регрессии при показателях, которые рассчитываются в ходе моделирования.

Параметры уравнения находятся с помощью метода наименьших квадратов.

Выбор характера зависимости (линейная, квадратичная, степенная, гиперболическая, логарифмическая и др.) выполнен с учетом того факта, что в большинстве случаев многофакторные модели представлены именно линейными моделями. Они, как свидетельствует практика, обычно дают достаточно высокую точность расчетов.

Совокупность значений факторных признаков и результативного признака подчинены нормальному закону распределения, что является основной предпосылкой использования множественного корреляционно-регрессионного анализа. Коллинеарность между факторными признаками, которая определяется на основе расчета соответствующего коэффициента парной корреляции, незначительна. Следовательно, оба фактора могут быть включены в модель.

$$\begin{cases} 6458,251 = 71 a_0 + 186,475 a_1 + 1214,971 a_2 \\ 16962,66 = 86,475 a_0 + 491,0193 a_1 + 3189,435 a_2 \\ 110539,5 = 1214,971 a_0 + 3189,435 a_1 + 21111,85 a_2 \end{cases}$$

Решение системы уравнений дает такие значения параметров:

$$a_0 = 88,5122; \quad a_1 = 0,453; \quad a_2 = 0,0736$$

Таким образом, модель зависимости выхода годной стали от факторов будет иметь вид:

$$Y = 88,5122 + 0,453x_1 + 0,0736x_2$$

Экономическая интерпретация полученных коэффициентов модели выполнена на основе приведения их к коэффициентам эластичности, которые составили:

- для фактора X_1 : коэффициент эластичности $K_{эл1} = 0,132$. Это означает, что при увеличении интенсивности продувки на 1% выход годной стали увеличивается на 0,132%.

- для фактора X_2 : коэффициент эластичности $K_{эл2} = 0,176$. Это означает, что при увеличении содержания металлолома в шихте на 1% выход годной стали увеличивается на 0,176%.

Как видим, второй фактор оказывает более весомое влияние.

Рассчитанный множественный коэффициент детерминации R^2 имеет значение 0,394. Это означает, что удельный вес влияния учтенных в модели факторов в общей сумме факторов составляет 39,4%. При этом коэффициент множественной корреляции R составляет 0,628 (или 62,8%), который, попадая в интервал 0,3-0,7 свидетельствует о средней тесноте связи между факторными признаками и результативным

показателем.

Для того, чтобы проверить, насколько исследуемая связь отличается от прямолинейной, определено также множественное корреляционное отношение η , которое составило 0,641. Расхождение с коэффициентом корреляции – 0,013, что меньше 0,1, а, следовательно, можно утверждать, что расхождение в значениях двух показателей в нашем случае незначительно.

Оценка параметров уравнения регрессии на их значимость и показателей тесноты связи на их существенность выполнена с помощью расчета t-критерия Стьюдента и сравнения его с соответствующим табличным значением. Результаты сравнения свидетельствуют о том, что параметры уравнения могут быть признаны значимыми, а показатели тесноты связи не случайными.

Полученная модель зависимости выхода годной стали от технологических параметров может быть использована как в аналитической работе, так и для определения прогнозного значения выхода годного в случае планирования мероприятий, направленных на совершенствование технологии конвертерной плавки.

Литература

1. Бень Т.Г., Николаев В.Н. Применение экономико-математических методов в технико-экономическом проектировании: Учебное пособие – Днепропетровск: ДМетИ, 1982. - 92с.
2. Теорія статистики: Навчальний посібник / Вашків П.Г., Пастер П.І., Сторожук В.П., Ткач Є.І. – К.:Либідь, 2001. – 320 с.
3. Кіндрацька Г.І., Білик М.С., Загородній А.Г. Економічний аналіз: Підручник/ За ред. проф. А.Г. Загороднього. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2008. – 487 с.
4. Бойченко Б.М., Охотский В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, якість сталі, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія: Підручник.-Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2006. - 454 с.
5. Роменец В.А., Кременевский С.В. Техничко-економический анализ кислородно-конвертерного производства. М., «Металлургия», 1973. – 512с.

А.М. ТУРИЛО, С.В. СВЯТЕНКО

Криворожский национальный университет, Украина

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

На современном этапе развития теории и практики антикризисного управления существует много подходов к прогнозированию кризисных явлений на предприятии. В основном это зарубежные модели ученых: Альтмана [1], Беермана [2], Спрингейта [5], Таффлера [6], Фулмера [4] и Чессера [3].

По нашему мнению, приведенные выше методики диагностики кризисных ситуаций и прогнозирования банкротства предприятий имеют ряд недостатков, что затрудняет их использование в условиях российской и украинской экономик.

Так зарубежные дискриминантные модели [1-6] не соответствуют современной экономической ситуации в России и Украине, а именно условиям и специфике хозяйствования предприятий. В частности модель Фулмера характеризуется сложностью получения точных исходных данных, а также вычисления отдельных показателей [4]. Следует отметить что использование в отдельных моделях весовых коэффициентов [8], определенных экспертным путем, не обеспечивает достаточной точности и достоверности.

Подтверждением послужили результаты оценки вероятности банкротства тринадцати горно-обогатительных комбинатов России и Украины: ПАО «Северный ГОК», ПАО «Центральный ГОК», ОАО «Южный ГОК», ПАО «Ингулецкий ГОК», ОАО «Полтавский ГОК», ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «Орджоникидзевский ГОК», ОАО «Марганецкий ГОК», ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «ЕВРАЗ Качканарский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК», ОАО «Карельский окатыш».

Так согласно модели Альтмана ПАО «Северный ГОК» и ОАО «Лебединский ГОК» имеют высокую и очень высокую вероятность банкротства соответственно, в то же время по моделям Спрингейта, Лиса, Таффлера, Чессера, Сайфулина и Зайцевой вероятность банкротства этих горно-обогатительных комбинатов низкая. Модель Беермана показывает высокую вероятность банкротства на всех горно-обогатительных комбинатах, в то же время прогноз для предприятия, которое является банкротом (АО «Спецстроймеханизация»), указывает на невозможность четкой идентификации кризисного состояния. Это свидетельствует о том, что данная модель не подходит для использования в условиях хозяйствования, которые сложились в России и Украине.

В целом, результаты проведенного исследования указывают на необходимость разработки такой

модели прогнозирования кризисных явлений, которая позволила бы более точно оценивать экономическое состояние предприятия в отечественных условиях хозяйствования, идентифицировать перспективы его дальнейшего развития и, в то же время, имела преимущества с позиций доступности и удобства.

В статье предложена информационная логико-экономическая модель прогнозирования кризисных явлений на предприятии, которая отражает современные условия развития экономики:

$$S = 5 \cdot X_1 + 2 \cdot X_2 + 1 \cdot X_3 + 5 \cdot X_4 + 6,67 \cdot X_5, \quad (1)$$

где X_1 - показатель, определяемый как отношение денежных средств и их эквивалентов, а также текущих финансовых инвестиций к текущим обязательствам предприятия. Он является наиболее жестким критерием ликвидности предприятия и характеризует часть долгов предприятия, которая может быть оплачена немедленно.

X_2 - показатель, определяемый как отношение стоимости собственного капитала к общей сумме капитала предприятия. Чем выше значение этого показателя, тем более финансово устойчивым и независимым от внешних кредиторов является предприятие.

X_3 - показатель, определяемый как отношение собственных оборотных средств к запасам. Если собственные оборотные средства превышают сумму запасов, это указывает на абсолютный тип финансовой устойчивости предприятия [14].

X_4 - показатель, определяемый как отношение прибыли от операционной деятельности к полной себестоимости продукции. Он характеризует прибыльность деятельности предприятия, которая является основной на промышленных предприятиях

X_5 - показатель, определяемый как отношение чистой прибыли предприятия к стоимости капитала. Показатель характеризует эффективность использования капитала предприятия, авансированного в его деятельность.

Сущность информационной составляющей предложенной нами модели заключается в следующем: входная информация, необходимая для вычисления модели, содержится в финансовой отчетности предприятия, подлежащей обнародованию в соответствии с действующим законодательством; исходная информация, полученная в результате вычисления модели, соответствует принципам доступности, объективности, полноты, достоверности и точности; особенностью модели является то, что при необходимости она легко модифицируется под информацию управленческого учета; информационная автономность составляющих модели позволяет идентифицировать симптомы ухудшения финансово-экономической деятельности предприятия.

Экономическая логика построения модели заключается в следующем:

1) с помощью индуктивного метода исследования были определены показатели, содержание которых наиболее соответствует поставленной цели, которая заключается в оценке кризисных явлений на предприятии с помощью разработанной модели;

2) в состав модели избраны показатели, комплексно охватывающие финансово-экономическую деятельность предприятия, что позволяет в итоге выйти на интегральную оценку его экономического состояния;

3) весовые коэффициенты модели были определены таким образом, чтобы значение каждой составляющей и ее влияние на итоговую оценку были обоснованными и взвешенными;

4) на базе разработанной модели были определены критерии идентификации кризисного состояния на предприятии;

5) на основе эмпирического исследования экономического состояния промышленных предприятий, был определен важный в их деятельности критериальный признак, а именно точка невозврата.

Для достоверной оценки вероятности наступления кризисных явлений на предприятии, необходимо четко определить нормативные значения всех составляющих предложенной модели.

Если все показатели соответствуют установленным нормативам, значение S будет равна 5, что в свою очередь свидетельствует об отсутствии существенных проблем и низкой вероятности банкротства предприятия.

Критерии идентификации кризисного состояния на промышленных предприятиях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии идентификации кризисного состояния на промышленных предприятиях

Критерий	Интерпретация
$S \geq 5,00$	Низкая вероятность банкротства.
$3,00 \leq S < 5,00$	Возможная вероятность банкротства.
$1,00 \leq S < 3,00$	Высокая вероятность банкротства.
$-2,00 \leq S < 1,00$	Очень высокая вероятность банкротства.
$S < -2,00$	Предприятие целесообразно ликвидировать.

Как отмечалось выше, информационная логико-экономическая модель прогнозирования кризисных явлений основывается на данных финансовой отчетности предприятий и удобна для использования внешними пользователями.

При использовании модели с позиции управленческого анализа, для еще более точного определения вероятности наступления кризисных явлений, нами предлагается определять нормативное значение рентабельности капитала не менее его средневзвешенной стоимости (ССК).

Соответственно, норматив рентабельности операционной деятельности $R_{Пр}^{Норм}$ должен приниматься с учетом допустимого уровня, необходимого для обеспечения конкурентоспособности и эффективного развития предприятия, в частности он должен быть не ниже среднегодовой банковской процентной ставки.

В результате модифицированная под управленческий анализ информационная логико-экономическая модель прогнозирования кризисных явлений на предприятии (S') будет иметь вид:

$$S' = \frac{1}{0,2} \cdot X_1 + \frac{1}{0,5} \cdot X_2 + \frac{1}{1} \cdot X_3 + \frac{1}{R_{Пр}^{Норм}} \cdot X_4 + \frac{1}{ССК} \cdot X_5, \quad (2)$$

Критерии оценки вероятности наступления кризисных явлений на предприятии для уточненной модели соответствуют указанным в таблице 1.

Для анализа корректности разработанной модели прогнозирования кризисных явлений, была проведена апробация на двадцати пяти предприятиях (против десяти из которых возбуждены дела о банкротстве).

Результаты показали, что разработанная модель на всех исследуемых предприятиях корректно отражает реальное положение дел, а потому может быть рекомендована для использования при прогнозировании кризисных явлений и банкротства на предприятиях России и Украины.

Представленные выше методико-прикладные подходы позволяют сделать вывод о том, что разработанная информационная логико-экономическая модель прогнозирования кризисных явлений достаточно корректно выполняет свою основную функцию для современных условий хозяйствования, а потому может быть внедрена на отечественных промышленных предприятиях.

Данная модель может использоваться посторонними пользователями для проведения углубленного финансового анализа предприятия на основе общедоступной финансовой отчетности.

Литература

1. Altman, Edward I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // Journal of Finance.- September.-1968.-pp. 589-609.
2. Beermann K. Prognosemöglichkeiten von Kapitalverlusten mit Hilfe von Jahresabschlüssen.- Düsseldorf, 1976.
3. Chesser D. Predicting Loan Noncompliance // The Journal of Commercial Bank Lending .- August.- 1974.- pp. 28-38.
4. Fulmer, John G. Jr., Moon, James E., Gavin, Thomas A., Erwin, Michael J. A Bankruptcy Classification Model For Small Firms // Journal of Commercial Bank Lending.- July.- 1984.- pp. 25-37.
5. Springate, Gordon L.V. Predicting the Possibility of Failure in a Canadian Firm // Unpublished M.B.A. Research Project, Simon Fraser University.-January.-1978.
6. Taffler, R.J. Forecasting company failure in the UK using discriminant analysis and financial ratio data // Journal of Royal Statistical Society.- Series A.- 145(3).- 1982.- PP. 342-358.
7. Антикризисное управление. Учебное пособие для технических вузов / Под ред. Минаева Е.С. и Панагушина В.П. — М.: Приор, 1998.
8. Зайцева О.П. Антикризисный менеджмент в российской фирме. / Зайцева О.П. //Аваль. (Сибирская финансовая школа). — 1998. — № 11-12.;
9. Макконелл К.Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика / Макконелл К.Р., Брю С.Л. [пер. с 14-го англ. изд.]- М.: ИНФРА-М, 2003.- XXXVI, 972с.; С. 506-507.
10. Годовая финансовая отчетность предприятий. - Режим доступа: <http://www.smida.gov.ua>
11. Сайфуллин Р.С. Прогнозирование банкротства с использованием факторных моделей / Сайфуллин Р.С., Кадыхов Г.Г. // Экономика и жизнь.- 2003.- № 41.-С. 11.
12. Сервер раскрытия информации.- Режим доступа: <http://www.e-disclosure.ru>
13. Техника финансового анализа. 10-е изд. / Э. Хелферт. - СПб.: Питер, 2003. - 640 с.: ил. - (Серия «Академия финансов»).
14. Федотова Н.В. Финансовый менеджмент. Учебное пособие / Федотова Н.В. - Москва: РГОТУПС, 2005.- 41 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В экономической науке и хозяйственной практике нашей страны и за границей для характеристики результативности трудовой деятельности людей и оценки ее уровня на протяжении многих лет подчеркивается важность эффективности труда как процесса постоянной целенаправленной работы по повышению эффективности работы предприятий в условиях рынка. Развитие экономики, повышение национального благосостояния зависит от дальнейшего повышения эффективности труда.

В Украине становление рыночной экономики, создание конкурентоспособной продукции, увеличение объема продаж возможно лишь при условии эффективного использования трудовых ресурсов на каждом рабочем месте, предприятии.

Сущность эффективности труда как социально-экономической категории отражают следующие понятия: производительность труда, рентабельность труда. Наибольшее распространение в теории и практике имеет понятие – производительность труда.

Производительность труда один из решающих факторов, который обеспечивает повышение эффективности производства, снижение себестоимости продукции. Развитие экономики Украины ставит перед руководителями предприятий, регионов задачи по усовершенствованию управления имеющимися в их распоряжении трудовыми ресурсами и достижение максимальной эффективности труда. Повышение производительности труда является необходимым условием решения многих социальных проблем регионов. Конечно, кроме производительности труда для оценки эффективности деятельности предприятий нужно использовать и другие показатели: объем реализованной продукции, доход, прибыль, рентабельность и другие. Но производительность труда относительно них есть базовым, первоочередным показателем. Именно рост производительности труда является основанием стабильного и реального, а не фиктивного, улучшения всех других показателей деятельности предприятия. Иначе говоря, эти показатели и динамика их развития, в большей или меньшей степени являются производными от производительности труда. Поэтому оценку эффективности труда и деятельности предприятий, их конкурентоспособность целесообразно осуществлять, прежде всего, по показателю производительности труда, а потом дополнять другими показателями. При этом довольно важно темпы изменения производительности труда сопоставлять с темпами изменения жизненных стандартов (уровня жизни) членов трудового коллектива предприятия. Это необходимо для контроля и следующего обеспечения надежного потенциала предприятий, который достигается при опережении темпов роста производительности работы над темпами улучшения жизненных стандартов.

За годы существования независимой Украины принято ряд документов, в которых упоминается термин “производительность труда”. С понятием производительность труда тесно связано понятие “продуктивная сила труда”. Это – средний объем работы, который может выполнить один работник при существующих естественных, организационно-технических и социально-экономических условиях, т.е. средняя потенциальная производительность труда. Разность между ней и фактической производительностью труда определяет ее резервы.

Производительность труда как общественная категория отражает прогрессивную идею комплексной оценки эффективности любой общественно-полезной деятельности путем соотношения полученных результатов с эффективным использованием всех видов ресурсов.

Конечно же, необходимо признать, что в период экономического кризиса производительность труда не может быть главным фактором для его преодоления. Однако предприятия, которые активно стараются противостоять отрицательным явлениям и заложить основы своего будущего развития, именно в нынешних условиях должны применять весь комплекс мероприятий по улучшению ситуации. И без остановки падения и следующего роста производительности труда невозможно добиться стабилизации общественного производства, не говоря уже о его росте. Решение вопросов обеспечения эффективности труда должно быть важнейшей задачей всей социально-экономической политики общества (регионов). Без роста эффективности труда неконструктивные призывы к обеспечению социальной защищенности, которая предусматривает, прежде всего, защищенность человека в сфере труда, невозможно осуществить структурную перестройку, создать необходимое число рабочих мест в новых сферах труда, обеспечить достойный уровень жизни.

Исследование динамики производительности труда в промышленности за 1995-2000 года по Днепропетровской области показало, что производительность труда относительно предыдущего года снижалась от 2 до 8 процентов. Динамика производительности труда на отдельных предприятиях свидетельствует о том, что этому показателю уделяли мало внимания. Так, среднегодовой темп снижения производительности труда на некоторых предприятиях за 1995-2000 года составлял свыше 8 процентов. Однако после обвального его падения в последние годы начинает наблюдаться постепенный, а на некоторых предприятиях, и значительный прирост этого показателя.

Показатели, которые характеризуют эффективность труда в промышленности Днепропетровской области за 2005-2009 года, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели эффективности труда в промышленности Днепропетровской области за 2005-2009 годы

Наименование показателей	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Объем реализованной продукции в фактических ценах к предыдущему году, %	100	116,0	134,3	130,2	75,3
Количество нанимаемых работников в промышленности к предыдущему году, %	100	100,3	95,5	94,5	89,1
Среднемесячная номинальная заработная плата нанимаемых работников в промышленности к предыдущему году, %	100	123,2	130,4	124,9	103,2
Производительность труда нанимаемых работников к предыдущему году, %	100	115,5	140,8	138,2	84,2

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что за 2005-2006 года темпы роста заработной платы опережали темпы роста производительности труда, а за 2007-2008 года темпы роста производительности труда опережали темпы роста заработной платы, что характеризует повышение эффективности труда за этот период. Это также объясняется увеличением темпа роста индекса промышленной продукции в целом по промышленности и снижением темпа роста количества нанимаемых работников в промышленности. В период кризиса темпы роста производительности труда и темпы роста заработной платы резко снизились.

На подавляющем большинстве предприятий регионов производительности труда уделяется недостаточное влияние, но есть и исключения. Например, в таблице 2 приведены показатели, эффективность труда на крупном металлургическом предприятии Днепропетровской области за 2005-2010 года.

Анализ показателей свидетельствует, что производительность труда за 2005-2008 года по предприятию возрастала высокими темпами от 20 до 40 процентов. Положительным является то, что темпы роста производительности труда опережали темпы роста заработной платы, которые составляли 20-25 процентов. В период кризиса темпы роста производительности труда и темпы роста заработной платы резко снизились.

В условиях рынка и конкуренции должна создаваться соответствующая система показателей по труду, которая бы опиралась на зарубежный опыт и учитывала бы особенности переходного периода в отечественной экономике. Подобная система показателей должна быть гласной и единой для всех организаций-конкурентов, регулярно публиковаться в официальных источниках. Это даст возможность организациям осуществлять анализ и планирование своей деятельности на научной основе и на базе широкой и правдивой информации о конкурентах.

Таблица 2

Показатели, характеризующие эффективность труда рабочих крупного металлургического предприятия Днепропетровской области

Наименование показателей	Годы					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Товарная продукция в действующих ценах к предыдущему году, %	100	120,2	136,8	133,1	79,9	125,2
Среднесписочная численность работников к предыдущему году, %	100	99,2	97,9	96,0	92,5	101,8
Среднемесячная заработная плата одного работника к предыдущему году, %	100	122,9	127,1	125,7	113,1	110,7
Удельный вес заработной платы в расходах на производство продукции, %	5,9	6,1	4,7	4,5	6,2	4,4
Производительность труда к предыдущему году, %	100	120,6	139,7	138,6	86,4	122,9

Решение проблем эффективности труда обеспечит: повышение качества и рентабельности труда, экономичность и интенсивность расходов, стабильность и прибыльность труда, эффективность занятости трудовых резервов, социальную защищенность в сфере труда, создаст необходимое число рабочих мест в новых сферах деятельности, обеспечит достойный уровень жизни, эффективную финансово-кредитную политику, вложение инвестиций в человеческий фактор (в социальную сферу), науку и образование, рост фондовооруженности труда.

Литература

1. Статистические ежегодники Днепропетровской области за 2006-2009 г.г.
2. Волкова О. В. Рынок труда: уч. пособ. – К: Центр уч. лит-ры, 2007. – 624 с.

А.А. ЧЕРНЯВСКАЯ, Т.Б. ИГНАШКИНА

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

К ВОПРОСУ ОБ УГОЛЬНОМ РЫНКЕ УКРАИНЫ И КЛЮЧЕВЫХ ИГРОКАХ НА НЕМ

Угольная промышленность Украины является частью топливно-энергетического комплекса. Нынешняя непростая обстановка в энергетическом секторе повышает роль и значение украинского угля, как гаранта энергетической независимости государства. Учитывая реалии современного этапа в вопросах энергообеспечения, правительство Украины включило угольную промышленность в число стратегических секторов развития, определяя ряд задач по Программе активизации развития экономики на 2013-2014 годы [1], в числе которых:

- оптимизация структуры шахтного фонда, пересмотр принципов субсидирования угольной отрасли и повышение эффективности деятельности предприятий;
- снижение энергоемкости ВВП и оптимизация структуры энергетического баланса государства;
- повышение привлекательности отрасли для инвестирования.

В Украине насчитывается более 145 шахт. Добыча угля отечественными угледобывающими компаниями в 2011 г. составила 82 млн.т, объемы обогащения рядовых углей – 61,8 млн.т, причем в сравнении с 2010 г. по этим показателям наблюдается положительная динамика (темпы прироста составили, соответственно, 9,0% и 12,4%) [2,3].

6 крупнейших угледобывающих предприятий приватизированы, переданы в долгосрочную аренду или концессию компании ДТЭК. Это ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» (10 шахт), ООО «ДТЭК Добропольеуголь» (6 шахт), ООО «ДТЭК Ровенькиантрацит» (6 шахт), ООО «ДТЭК Свердловантрацит» (5 шахт), ПАО «ДТЭК Шахта Комсомолец Донбасса» (1 шахта), ОДО «Шахта Белозерская» (1 шахта). Кроме того, в состав ДТЭК входят 11 углеобогатительных фабрик [4].

Современная структура угольного рынка выглядит следующим образом (рассчитано на основании [3,4]):

- государственные предприятия	– 46,8%
- частная компания ДТЭК	– 44,9%
- прочие частные компании	– 8,3%.

Таким образом, соотношение государственных и частных компаний в объемах добычи угля в 2011г. было в пользу последних (46,8% / 53,2%), тогда как еще три года назад это соотношение составляло 58,3% / 41,7%. Снижение доли государственных предприятий связано, прежде всего, с процессами реформирования отрасли. В общем объеме добытого в 2011г. угля частными компаниями (43,6 млн.т) 88,4% приходится на ДТЭК.

Как видим, практически наравне с государственными угледобывающими предприятиями находится частная компания ДТЭК (около 45% всей добычи угля в стране), шахтный фонд которой при этом составляет лишь 20%. Поэтому представляется целесообразным охарактеризовать основные показатели ее деятельности, основываясь на данных годового отчета [4].

ДТЭК сегодня представляет собой вертикально-интегрированную компанию, в основе построения которой лежит технологическая взаимосвязь процессов добычи угля, генерации электроэнергии, дистрибуции и сбыта электроэнергии и тепла.

В контексте данной статьи интерес представляет первое звено данной цепи - угольный бизнес, доля которого в общем объеме реализации продукции компании составляет 56,1% (данные 2011 г.).

Основные показатели угольного бизнеса ДТЭК приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	2010г.	2011г.	Отклонение (+,-)	
			абс.	отн., %
Добыча угля	34588,6	36820,1	+2231,5	+6,5
Обогащение рядовых углей	12490	12523*	+33	+0,3
Объем угольного концентрата	7904	7935*	+31	+0,4

*с учетом обогатительных фабрик «Свердловантрацит» и «Ровенькиантрацит», объемы обогащения и выпуска концентрата составили, соответственно, 27,2 млн.т и 17,2млн.т

В разрезе угледобывающих компаний структура добычи угля в 2011г. характеризуется следующими данными (рис. 1). Основной объем добычи приходится на «Павлоградуголь» (41%). Примерно одинаковыми по мощности являются «Ровенькиантрацит» (20%) и «Свердловантрацит» (18%). То же относится и к шахте «Комсомолец Донбасса» и «Добропольеуголь», удельные веса которых в объемах добычи угля также близки

(12% и 9%, соответственно). В сравнении с 2010 г. принципиальных структурных изменений не произошло.

Что касается объемов производства обогащенных рядовых углей и угольного концентрата, то в сопоставимых с 2010 г. условиях они находятся на том же уровне. В объеме же производства готового (обогащенного) угля в целом по Украине в 2011г. предприятия ДТЭК (с учетом взятых в концессию «Ровенькиантрацит» и «Свердловантрацит») занимали 44,0%.

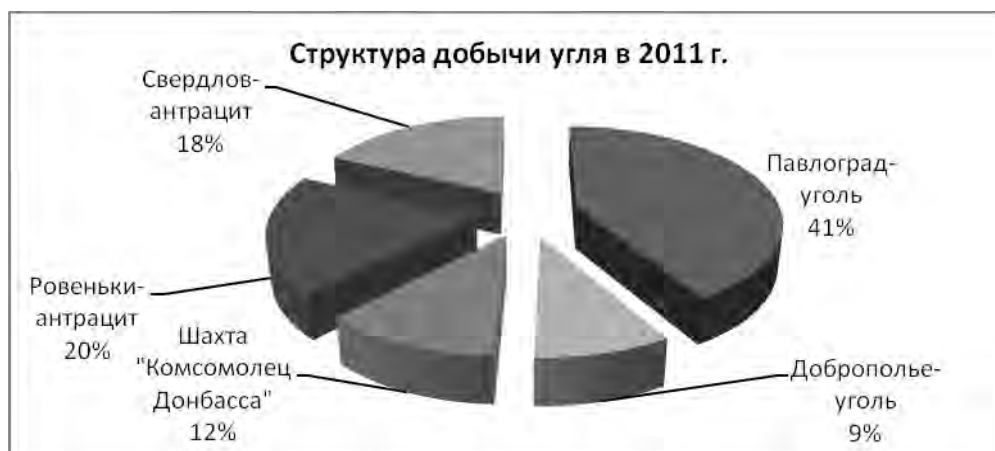


Рис. 1. Структура добычи угля в разрезе угледобывающих компаний ДТЭК

Угольная продукция компании поставляется преимущественно на внутренний рынок. Основными потребителями ее являются генерирующие компании, входящие в сферу влияния ДТЭК. Объемы экспорта угля в 2011г. составили 3,4 млн.т. И хотя это на 73% больше по сравнению с 2010г., доля его не превышает 10%. При этом из общего количества украинского экспорта угля (9 млн.т) 38% - занимает ДТЭК.

Компания значительно снизила зависимость от импортных поставок угля, доведя их объем в 2011г. до 0,56 млн.т, что на 57% меньше, чем в 2010г.

Себестоимость добычи 1 т угля на угледобывающих компаниях ДТЭК колеблется в пределах 283-393 грн./т, достигая высшей границы на «Добропольеуголь», которая превышает среднеотраслевой показатель по Украине (380 грн./т). Уровень себестоимости на других компаниях – 482-537 грн./т, т.е. разница между верхней границей себестоимости углей ДТЭК и нижней границей данного показателя на других компаниях составляет более 22%.

Инвестиции в добычу и обогащение угля в 2011 г. составили порядка 2,5 млрд. грн. (в 2 раза больше, чем предшествующем году), и были направлены преимущественно на обновление и развитие производственно-технической базы угольных предприятий.

Основные финансовые показатели деятельности ДТЭК представлены в табл. 2.

Как видим, в 2011 г. практически все показатели, за исключением рентабельности, рассчитанной по чистой прибыли, имели тенденцию к росту, причем рост абсолютных стоимостных показателей, кроме чистой прибыли, в сравнении с 2010г. был весьма существенен (в 1,6-1,8 раза). Относительно небольшой прирост чистой прибыли (+23,1%) вызван увеличением в 2011г. практически всех других видов затрат, не входящих в себестоимость реализованной продукции.

Таблица 2

Финансовые результаты деятельности компании, млрд. грн.

Показатели	2010г.	2011г.	Отклонение (+,-)	
			абс.	отн., %
Выручка от реализации	24,29	39,59	+15,30	+63,0
в т.ч. от реализации угля	9,62	17,34	+7,72	+80,2
Себестоимость реализованной продукции	18,94	29,98	+11,04	+58,3
Валовая прибыль	5,35	9,61	+4,26	+79,5
Чистая прибыль	2,86	3,52	+0,66	+23,1
Рентабельность по EBITDA, %	25,3	26,0	+0,7	
Рентабельность по чистой прибыли, %	11,8	8,9	-2,9	

Можно предположить, что в ближайшей перспективе позиции ДТЭК на отечественном угольном рынке останутся достаточно устойчивыми. К тому же, в случае дальнейшего участия компании в приватизационных процессах в угледобывающей отрасли, планируемых правительством до 2014 года [3], эти позиции могут только укрепиться.

Литература

1. Министерство экономического развития и торговли Украины // Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: me.gov.ua/control/publish/article/main?art_id=197032&cat_id=197031

2. Государственный комитет статистики Украины // Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Министерство энергетики и угольной промышленности // Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: mre.kmu.gov.ua/
4. ДТЭК// Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dtek.com/library/file/annual-report-ru.pdf>

Е.А. АГАФОНЦЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛИКВИДАЦИОННЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕДР

Цель исследования – на основе анализа зарубежной практики найти возможные пути решения проблемы финансирования работ по ликвидации горных выработок и восстановительных работ на месторождениях.

Анализ законодательного регулирования отношений по поводу финансирования ликвидационных работ в РФ показал, что соответствующие обязанности полностью возложены на недропользователей. Исключение составляют компании, работающие на условиях СРП, которыми предусматривается формирование ликвидационного фонда. Большое количество заброшенных месторождений и связанные с этим негативные экологические последствия свидетельствуют о том, что зачастую недропользователи не подтверждают оказанного им доверия. Трудность изыскания бюджетных средств на проведение работ еще больше усугубляет ситуацию.

В ходе исследования было выявлено, что ряду стран удалось решить данную проблему, выдавая недропользователям разрешения на пользование недрами только при условии гарантии того, что они смогут провести ликвидационные и восстановительные работы (финансовое обеспечение или финансовое поручительство). В качестве ответов на три основных вопроса при введении таких гарантий в России предлагается: использовать существующие инструкции по ликвидации горных выработок как стандарт восстановления окружающей среды; применять более детальные методы подсчета стоимости работ по мере приближения момента их проведения; индивидуально определять уровень обеспечения в зависимости от репутации недропользователя в природоохранной деятельности и его экономического состояния.

Внедрение механизма финансового обеспечения в России позволит решить проблему финансирования работ по ликвидации месторождений, лицензия на разработку которых еще не выдана. Кроме этого, вовлечение таких финансовых институтов, как банки и страховые организации в отношения недропользования послужит новым вызовом для развития отечественного финансового рынка.

Научный руководитель: д.э.н., профессор И.Б. Сергеев

А.С. МИНЕЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ФОНДОМ РФ

Актуальность данной темы определяется ростом интереса в России к институту ГЧП в целом, обусловленным, прежде всего, дефицитом бюджетных средств и низкой эффективностью управленческой деятельности, осуществляемой государственными структурами.

Целью данного исследования является определение путей повышения эффективности управления Инвестиционным Фондом РФ. В ходе достижения данной цели был проведен анализ основных параметров функционирования Инвестиционного Фонда РФ, анализ иностранного опыта, определены основные проблемы функционирования Инвестиционного Фонда РФ. Для решения поставленных задач были применены методы институциональной экономической теории.

Главная цель деятельности Инвестиционного Фонда РФ, образованного в 2006 году, - поддержка конкретных инвестиционных проектов, отвечающих приоритетам социально-экономического развития регионов. Источниками формирования Инвестиционного Фонда РФ являются средства Федерального бюджета, именно поэтому представляется необходимым выявить основные проблемы функционирования фонда, а также определить пути решения.

В ходе исследования были выявлены следующие проблемы: нерегламентированные сроки процедуры оценки проектов-претендентов, бессистемное осуществление мониторинга реализации проектов и др.

В целях решения поставленных проблем на основе анализа зарубежного опыта было предложена реализация ряда мероприятий, направленных на повышение эффективности управления деятельностью фонда, а именно: создание специального органа, регулирующего и контролирующего деятельность фонда; создание на уровне Российской Федерации специализированной структуры, ответственной за поиск и разработку перспективных инвестиционных проектов.

Научный руководитель: д.э.н., профессор И.Б. Сергеев

Э.А. КРАЙНОВА, А.М. ХВАСТУНОВА

Российский государственный университет нефти и газа им.И.М. Губкина

РЕИНЖИНИРИНГ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ

Устойчивое развитие компании в перспективе зависит от ее способности прогнозировать и гибко реагировать на изменяющиеся условия внешнего окружения, удерживать и приобретать новые конкурентные преимущества в борьбе на рынках. Нормальным состоянием современного бизнеса становятся постоянные изменения, связанные с глобальной мировой обстановкой, изменением законодательства, а также целями и задачами самой организации.

Для компаний с высокой степенью диверсификации бизнеса, многообразием партнерских связей реинжиниринг бизнес-процессов обеспечивает решение следующих задач:

- Определение оптимальной последовательности выполняемых функций, которое приводит к сокращению длительности производственного цикла следствием чего должно стать повышение оборачиваемости капитала и рост всех экономических показателей фирмы.

- Оптимизация использования ресурсов в различных бизнес-процессах, в результате которой минимизируются издержки производства и обращения, и обеспечивается оптимальное сочетание различных видов деятельности.

- Построение бизнес-процессов, нацеленных на быструю адаптацию к изменениям потребностей конечных потребителей продукции, производственных технологий, поведения конкурентов на рынке и, следовательно, повышение качества обслуживания клиентов в условиях динамичности внешней среды.

- Определение рациональных схем взаимодействия с партнерами и клиентами, и как следствие, рост прибыли, оптимизация финансовых потоков.

Процесс реинжиниринга был проанализирован на примере подразделения нефтегазовой компании «Отдел разработки месторождений». Была внедрена технология «Интегрированные операции», основывающаяся на создании в среде коллективного сотрудничества с целью повышения оперативности и качества принимаемых решений в рамках производственных задач любого уровня сложности. В его основе лежит командная работа инженерного персонала различных направлений деятельности. Для уровня «Цех добычи нефти и газа» было необходимо увязать единым регламентом работу геологов и технологов, выработав комплекс показателей оценки эффективности их работы. На уровне добывающего актива (дочернего общества), а также центрального аппарата управления компанией участниками мультидисциплинарной команды, кроме названных, будут специалисты по наземному обустройству и экономистов.

Таким образом, интегрированные операции – сами по себе являются инструментом реинжиниринга бизнес-процессов, поскольку это не что иное, как консолидация в единый момент времени и в едином месте трёх ключевых составляющих:

- мультидисциплинарного подхода;
- достоверной информации;
- инструментов и технологии.

Результатом проекта реинжиниринга явились также: снижение затрат, рост добычи, увеличение скорости принятия решений, улучшение качества взаимодействия отдела с подразделениями компании, снижение числа ошибок и лучшее понимание бизнес-процессов компании в целом.

А.В. КУЗНЕЦОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

КЛАСТЕРНАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЕСЕРВИСНЫХ КОМПАНИЙ

Под кластером понимается группа географически соседствующих независимых производственных и/или сервисных фирм и связанных с ними организаций (образовательные заведения, органы

государственного управления, инфраструктурные компании), действующих в определенных сферах и взаимодополняющих друг друга. Региональный кластер – это совокупность предприятий нефтегазового комплекса и нефтесервисных организаций, связанных в определенной производственной области в определенном регионе, где синергия достигается при помощи конкуренции и кооперации между участниками. В качестве примера можно привести Республику Башкортостан и формирование нефтесервисного кластера в ее пределах. Отраслевой кластер – это неформальное сообщество отраслевых и смежных компаний на основе кооперационных и конкурентных связей, и отличающихся способностью взаимного усиления конкурентных преимуществ за счет синергетического эффекта. Согласно прогнозу аналитиков рост добычи нефти и конденсата в РФ будет продолжаться, как минимум, в течение ближайших 5 лет. Прирост будет обеспечен ростом добычи в Восточной Сибири (увеличение на более чем 75% от текущего уровня) и ЯНАО (увеличение на более чем 50%). Такой рост добычи нефти невозможен без соответствующего развития нефтесервисного сектора, которое должно включать обязательную инновационную составляющую. При проектировании этапов стратегического развития нефтесервисного кластера встает вопрос о предварительном анализе ресурсов кластера. К ним, в первую очередь, относятся: высококвалифицированные трудовые ресурсы, производственная инфраструктура, наличие сети финансовых учреждений и т.д. Именно реализация кластерной стратегии развития нефтесервисного сектора ЯНАО должна помочь добиться снижения расходов на тонну добычи в ближайшее время. Место государства в процессе активизации и развития нефтесервисных кластеров заключается в том, что государство выступает как одна из трех равноправных сторон, каждая из которых осуществляет свои специфические функции.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Э.А. Крайнова

ECOLOGICAL REHABILITATION FOR QUARRY SITE

Abstract

In general, the word quarry is used interchangeably for two types of quarries: gravel pits and dimension stone quarries, from which large chunks of rock are extracted for use in construction. The extraction of raw materials from the earth's crust inevitably influences the surrounding natural and social environment. However, these impacts can be successfully addressed through the development and implementation of an effective quarry rehabilitation plan. In Lebanon, the quarry sector is highly active especially in Chekka, northern Lebanon. The approach of this paper is to establish a technical rehabilitation design for a degraded quarry site in Chekka. The methodology will highlight how the digital elevation model was generated as well as the production of the run off - rain fall model, in addition to the fauna and flora analysis. The design of the rehabilitation plan was based on the results of the hydro model. However, the estimated time for the total harmony of the site is about twenty to twenty five years.

Acknowledgment

We would like to extend our appreciation to Dr. Chadi Abdallah for his reviews & Dr. Carla Khater for her guidance and supervision as this research was a part of a rehabilitation project conducted by the National Center for Remote Sensing.

Introduction

A quarry is a type of open pit mine from which rocks or minerals are extracted. The extraction of raw materials from the earth's crust inevitably influences the surrounding natural and social environment. These effects range from damages to the local ecosystem and watershed to landslide and mass movement. Moreover, the removal of the green cover results in soil erosion. In addition, the blasting acts cause noise, ground vibration, emission of toxic fumes and production of mineral waste. However, these effects can be successfully minimized through the implementation of an effective quarry rehabilitation plan. According to the University of Applied Sciences in Switzerland rehabilitation means:

"To restore the land affected by raw materials extraction and related operations to a satisfactory state, with particular considerations of future land use, soil quality, biodiversity, landscape and appropriate beneficial use". Rehabilitation can be with backfill or with partial fill. Moreover, A quarry can be rehabilitated into a public park, irrigation reservoir or an industrial plant. In order to ecologically rehabilitate a quarry, the top soil should be transferred from similar and near sites as the rehabilitated quarry has to gradually match its surroundings. Moreover, in order to prevent soil erosion, terraces and walls may be built, but the most important issue is to ensure the revival of the biodiversity in the quarry and the native species shall be carefully introduced to fit the local environment.

On the other hand, a study in 1989 in Lebanon showed that 784 quarries covered about 2900 ha, while in 2005 this number increased to 1278 quarries covering about 5300 ha. Quarries in 2005 destroyed 1550 ha of arable, forest and pasture lands. In 2002, a decree was enacted as an attempt to regulate the extraction activities. Article 14 states that the investor should rehabilitate the areas affected by the investment as per the plans within two years deadline. However, enforcing this decree was weak.

The objective of this study is to develop a technical rehabilitation design for a degraded and closed quarry site in Chekka, northern Lebanon.

Study Area Description

The study area is located in Chekka, a coastal town in Caza' Batroun, Mohafaza of North Lebanon. This site spreads over an area of 50,000 m². The weather in this area is Mediterranean sub-humid. The rainfall analysis of the Lebanese Agricultural Research Station (LARI) in Kfarhata showed that the yearly average daily precipitation recorded is 2.85 mm/day. There are three geological formations in the site. The Sannine – Maameltain formation (Turonian C₅), Chekka formation (Senonian C₆), and the Quaternary formation (Q). The nearest permanent water source to the site is the Jouz River. Closer to the site we have a seasonal stream which is the Asfour wadi. However, within the site we have a temporary seasonal watercourse. The fauna and flora analysis was conducted for a better understanding of the site. The fauna analysis results recorded the presence of different species. From the carnivore's species, the presence of *Red fox* was recorded. Concerning reptiles the dominant species was the *star lizard* and the presence of *Kotschy's Gecko* was recorded only once. On the other hand, nine bird species were recorded. The flora analysis revealed the presence of the following floristic species: *Inula viscosa*, *Calicotome villosa*, *Sarcopoterium spinosum*, *Ononis pubescens*, *Capparis spinosa*, *Umbelliferous plants*, *Scolymus hispanicus*, *Lavatera punctata*, *Echinops viscosus*, *Spartium junceum*, *Helichrysum sanguineum*, *Micromeria sp.*

Material & Methods

The points used for the generation of the DEM were collected using the TOPCON Dual Frequency GNSS receiver Hiper II. The Points were taken at a 0.5m interval. Using GIS the 0.5m DEM was generated. The DEM created is the base for generating the runoff - rainfall model. Using ArcHydro, the flow direction grid was generated from the DEM. This grid is then used to produce the flow accumulation grid, which is in turn used to generate the stream network pattern. Then by utilizing the Watershed Modeling System (WMS), the outlets were defined on the generated stream network pattern according to main streams and the sub-basins were delineated. The next step is computing the curve number using the SCS method. Then we input the data established into the Hydrologic Modeling System (HEC – HMS) designed to simulate the precipitation runoff. Then this model is simulated for a time of 24 hours, then on each outlet the flow hydrograph, volume of runoff, peak discharge, time to peak are calculated.

Results & Discussion

The rehabilitation design for the quarry site is based on the hydro model established and the conducted flora and fauna analysis. The hydro model generated revealed the presence of two main water outlets where the ponds were considered. In several places, retaining walls were constructed to maintain soil stability. Moreover, the species that the fauna and flora analyses revealed were considered in the design plantation. Destruction is always easy, it can happen in hours, yet the rebuilding needs several years. The site will need between twenty to twenty five years to fully adapt with the surrounding environment.

Conclusion

As quarrying activities has various devastating effects on the environment, the best solution is a good rehabilitation plan that integrates well with the environment. The environmental benefits of this project will not be directly apparent as the floristic species need several years to survive and evolve.

References

1. Alomari, K. & Abbadi, M. (2012). Ecological Rapid Assessment Surveys, HOLCIM Quarry in Chekka, Lebanon.
2. Chnais, E. & Poyatos, M. Vegetation study of the HOLCIM Quarry in Chekka, Lebanon.
3. Dalton, J. (2012). Hydrology Study for the Planned Rehabilitation of the HOLCIM Quarry Site at Chekka, Northern Lebanon.
4. Darwish, T. Stehouwer, R. Miller, D. Sloan, J. Jomaa, I. Shaban. A. Khater, C. Hamze, M. (2008). Assessment of Abandoned Quarries for revegetation and water harvesting in Lebanon, East Mediterranean
5. Darwish, T. Khater, C. Jomaa, I. Stehouwer, R. Shaban, A. Hamzé, M. (2011). Environmental Impact of Quarries on Natural Resources in Lebanon. *Land Degradation and Development*, 22, 345-358.

R. BAWA

The University of Western Ontario, Canada

WATER POLLUTION IN CANADA: A LOOK INTO ACID MINE DRAINAGE AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

When mining, there is a general disregard for allowing the mine to be closed in an environmentally friendly way. The vast majority of abandoned mines in the world are the cause of Acid Mine Drainage (AMD); which results from the formation of sulfuric acid due to the reaction of the sulfur in waste rock, oxygen, and water leaking into the mine. This is a major problem in North America as AMD is the largest environmental problem facing the mining industry. More specifically, in Canada, there is an abundance of water that is being contaminated by AMD. In British Columbia alone, AMD is the cause to almost all of the threats to the quality of ground water. The results of AMD pose a threat to the freshwater supply of this water rich country. This paper focuses on the environmental impact due to AMD and how it leads to the destruction of the ecology in the area as well as causing contamination of any fresh water in the area. Additionally, effects on the pH of water, the formation of the toxic precipitate Iron (III) Hydroxide, and other forms of metal contamination are discussed. Through the process of meta-analysis, current scientific methods to eliminate AMD are reviewed and evaluated based on how effective they are. Additionally, a look at new and emerging technologies as well as proposed solutions to this issue is examined. It is established that the effects pertaining to AMD are long-term and deadly to the environment in which we live, and as a result, the solution is a process that will take a few years to fully become effective.

LA-ICP-MS IMAGING EXPERIMENTS USING GOLD AS INTERNAL STANDARD – A FEASIBILITY STUDY

Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) is widely used for the elemental mapping of inorganic or heteroelement containing organic analytes on various sample surfaces. Of special interest is the use of LA-ICP-MS as a technique for imaging experiments on biological samples (e. g. tissue sections). Changes in instrument conditions over time and different desorption properties within the sample require a strategy for signal normalization. In this work the use of a sputtered gold layer as internal standard is evaluated using printed inkjet patterns as a model for biological samples.

Introduction

LA-ICP-MS is increasingly used in the biosciences sector [1] and represents a powerful tool for the mapping of trace elements on biological surfaces [2-6]. It may be utilized for qualitative as well as quantitative analysis. For quantitative analysis matrix matched standards are often used containing certain trace elements with defined contents [2, 7].

In LA-ICP-MS experiments the ablation and ionization behavior of the analytes is strongly matrix dependent; therefore internal standards have to be used to compensate for variations in the sampling conditions. Especially investigations on the spatial distribution of trace elements in biosamples require an internal standard to achieve normalization of the analyte signal. Both variations in the material desorption by the laser and changes of plasma conditions and detection sensitivity during measurement have to be monitored and eliminated by this internal standard having a constant distribution across the sample surface.

A widely used internal standard is ^{13}C , which appears in every biological sample. However, the use of ^{13}C as an internal standard exhibits some drawbacks and has been criticized in the past. The most important drawback is that the distribution of carbon on a tissue sample is not homogenous and the carbon content may vary with different tissue types. The work of Frick *et al.* [8] describes the aspects of ^{13}C as an internal standard in various samples.

Instead of ^{13}C as an internal standard the use of ^{197}Au has been first described in literature by Konz *et al.* [9]. Gold will not appear naturally in most biological samples and homogenous layers can be easily prepared using sputtering techniques.

In this contribution the imaging process of an inkjet pattern on paper is described, being a suitable alternative for the analysis of biological samples. The number of monitored elements is reduced to copper, carbon, titanium and gold (^{13}C , ^{46}Ti , ^{63}Cu , ^{65}Cu and ^{197}Au). The spatial distribution of copper is known due to the controlled printing process, the other elements show homogenous distribution over the measured area. These conditions ease the method development and evaluation before application to biological samples with unknown trace element concentrations. The use of gold as an internal standard is evaluated and compared to measurements without an internal standard. Furthermore the homogeneity of the gold application is monitored to emphasize the usability of gold layers for signal normalization.

Materials and methods

The measurements were carried out using an NWR 213 nm nanosecond laser (New Wave Research) coupled with an iCAP Q quadrupole mass spectrometer (Thermo Scientific). All ICP-MS measurements were performed using standard conditions recommended by the manufacturer. The imaging experiments were carried out at a laser diameter of 50 μm and a scan speed of 100 $\mu\text{m/s}$; a spatial resolution of 50 μm per pixel in the resulting image is achieved.

A pattern of about 4x4 mm in size was printed on a piece of paper using a standard office inkjet printer. The colour of the print is plain cyan (colour code R:0, G:255, B:255) to yield the highest possible copper concentrations. The pattern was designed in Microsoft Office Power Point 2007; different copper concentrations were achieved using varying grades of transparency settings in the software. The piece of paper with the printed pattern was fixed on a glass slide and sputtered for 30 s with gold. Thus a gold layer of approx. 50 nm covered the entire sample.

After gold coating visible images of the sample were taken using a microscope to give the possibility for comparison of the visual image with the element distributions.

After ICP-MS measurement the data were exported to .csv files and intensity maps were created using ImageLab. The software enables data normalization and gives the possibility for the use of various statistical functions for distribution analysis.

Results and discussion

The homogeneity of the gold deposition over the measured sample area was tested using statistical tests. For LA-ICP-MS analysis spot measurements were used (100 μm beam diameter); all other experimental conditions have not been modified compared to the measurements for the imaging experiments. It can be concluded that the gold layer is homogenous as values from different locations do not differ significantly from a common mean.

For the imaging experiments raw data show a significant difference between areas with and without ink application in the measured copper intensities. After import to ImageLab software the chemical images for the

distribution of the analytes over the sample surface can be created. Using normalization to the gold intensities paper constituents such as carbon and titanium show homogenous distributions over the measured area. Without normalization these analytes do not seem to be evenly distributed. The resulting chemical images for ^{63}Cu and ^{65}Cu represent the expected distribution of copper on the sample surface showing nearly optimal match with the visible image. The transparency levels of the print (representing varying copper concentrations) show a linear correlation with the normalized signal intensities; the correlation coefficient improves after application of signal normalization.

Conclusion and outlook

The results of this work underline the fact that gold layers with thicknesses in the nanometer range are a powerful tool for signal normalization in imaging LA-ICP-MS experiments. It could be shown that the gold deposition is homogenous and that normalization to the gold signal can compensate for variances in the experimental conditions.

In the future the developed and confirmed method can be transferred to biological samples being also a mighty tool for quantification experiments.

References

1. Mounicou, S., J. Szpunar, and R. Lobinski, Inductively-coupled plasma mass spectrometry in proteomics, metabolomics and metallomics studies. *Eur J Mass Spectrom* (Chichester, Eng), 2010. 16(3): p. 243-53.
2. Becker, J.S., et al., Bioimaging of metals and biomolecules in mouse heart by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry and secondary ion mass spectrometry. *Anal Chem*, 2010. 82(22): p. 9528-33.
3. Becker, J.S., et al., Bioimaging of metals in brain tissue by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) and metallomics. *Metallomics*, 2010. 2(2): p. 104-11.
4. Wang, L.M., et al., Bioimaging of copper alterations in the aging mouse brain by autoradiography, laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry and immunohistochemistry. *Metallomics*, 2010. 2(5): p. 348-53.
5. Moreno-Gordaliza, E., et al., Elemental bioimaging in kidney by LA-ICP-MS as a tool to study nephrotoxicity and renal protective strategies in cisplatin therapies. *Anal Chem*, 2011. 83(20): p. 7933-40.
6. Hare, D., et al., Elemental bio-imaging of melanoma in lymph node biopsies. *Analyst*, 2009. 134(3): p. 450-3.
7. Hare, D.R., B.; Grimm, R.; Wilkins, S.; Volitakis, I.; J.L.C. George, R. A.; Bush, A. I.; Finkelstein, D. I., and P. and Doble, Quantitative elemental bio-imaging of Mn, Fe, Cu and Zn in 6-hydroxydopamine induced Parkinsonism mouse models. *Metallomics*, 2009. 1: p. 53-58.
8. Frick, A.; Günther, D., Fundamental studies on the ablation behaviour of carbon in LA-ICP-MS with respect to the suitability as internal standard. *J Anal At Spectrom*, 2012. 27: p. 1294-1303
9. Konz, I., et al., Gold internal standard correction for elemental imaging of soft tissue sections by LA-ICP-MS: element distribution in eye microstructures. *Anal Bioanal Chem*, 2013

M. CHOWANIAK, M. NIEMIEC, A. KLIMAS

Agriculture University in Cracow, Poland

INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEM ON LEACHING OF IRON FROM SOIL

Abstract

In a period from 2007 to 2010, a single-element field experiment was conducted on a brown, loess-derived soil, at the Experimental Station in Mydlniki near Cracow, Poland. The objective of the research was to determine the effect of tillage system (conventional and no till) on leaching of iron. Iron losses were 3,6 times greater in conventional system than in no till. In this particular study, the dependence between the value iron losses and the growing surface of plant superstructures is described by the following functions:

conventional tillage system $y = 376,15x^2 - 2745,6x + 4935,9$ $R^2 = 0,6719$,

no tillage $y = 62,82x^2 - 495,61x + 1101,9$ $R^2 = 0,3774$.

Introduction

Soil erosion is worldwide problem Wilkinson and McElroy [2007] estimate that today the loss of soil from agricultural land in the world is over $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ per year. According Oldeman [1994] global water erosion concerns total of 1100 million hectares, of which 343 million ha were affected by erosion of light, 527 million hectares of average and 224 million hectares and extremely strong. Water erosion threat connected with both the soil splash and the surface runoff constitutes a serious problem. Surface runoff causes leaching of nutrients of micro and macro elements it is depleting the soil and cause pollution of rivers and water reservoirs Proper land management plays an essential part in reducing negative results of water erosion, in particular, when soil-protecting properties of plants and soil tillage are taken into consideration and utilized.

The objective of the research was to determine the effect of tillage system on leaching of iron.

Method

In a period from 2007 to 2010, a single-element field experiment was conducted on a brown, loess-derived soil, at the Experimental Station in Mydlniki near Cracow, Poland run by the department of Agrotechnology and Agricultural Ecology, Agricultural University of Cracow. The till top soil contained, on average, 49.2% of dust, and 6% of colloidal clay. The soil erodibility indicator was represented by the ratio: dust fraction to colloidal clay fraction, and in the research, this indicator was 8.2. The impact was investigated of two tillage systems on intensity of iron leaching: conventional system including treatments inverting and loosening soil (ploughing, harrowig.), no till system in which the plants were sown without preparing the soil directly in stubble using a special drill. Every year, plants were grown in following rotation: beans, spring wheat, winter oilseed rape. Plots sized 22.13 × 1.87 m, regarded the standard in measuring the surface runoff [Wischmeier, Smiths 1978] were 4 times repeated on the slope with average gradient 9%. The size of surface runoff was measured using Słupik plastic bags (Słupik 1975). The Słupik catcher consisted of a foil bag fixed on a metal rack. The catchers were installed on the bottom edge of each plot. The catchers were emptied after each rainfall or after a snow-melting season generating a surface runoff, then amount of runoff was checked. Next, to determine the intensity of surface wash, 1 litre of water with suspended matters was filtered using a medium hard filter, then, sediment was dried at a temperature of 105°C. The filters were cooled in a desiccator and weighed on an electronic analytical balance with a 0.0001 g resolution. Second repetition of sediment and filtrate was taken to chemical analyses. The iron content was determined by ICP OES method, pH by potentiometry, organic carbon content by Tiurin method. The surface area of plant superstructures was measured using a LAI-meter (which determined the value of 'LAI' i.e. leaf area index), manufactured by the "Sun Scan Canopy Analysis System" Company. During the research performed, 2 thaw periods were recorded and 37 rainfalls generating the surface-wash.

Results and Discussion

Chemical properties of soil were presented in table 1. higher amount of iron was observed in objects with no-till system and it is probably related with the higher content of organic matter found in soil under this system. Organic matter decreasing intensity of soil erosion and in this aspect leaching of iron. Anti-erosive (soil-protecting) efficiency of no-till is presented in table 2, content of iron in sediment is about 7,5 % higher in material from object with conventional tillage, also in filtrate from conventional tillage object amount of iron is about 6,3 % higher.

Table 1

Tillage system	pH	C [%]	Fe g · kg ⁻¹
Conventional	5,80 ^a	0,85 ^a	6,11 ^a
No till	5,68 ^b	0,95 ^b	6,72 ^b
LSD _{α=0,05}	0,057	0,038	0,017

Table 2

Tillage system	sediment [g · kg ⁻¹]	filtrate [g · l ⁻¹]
Conventional	7,941 ^a	2,423 ^a
No till	7,351 ^b	2,269 ^b
LSD _{α=0,05}	0,041	0,026

Leaching of iron was highly related with soil erosion ratio. On object with conventional system where intensity of soil erosion was much higher than in no till, losses of iron was about 3,6 times greater than in no till (tab. 3). According to the Schwertmanns et al. [1987] periods the greatest differences between systems in iron lost, were found in first three periods (from 5 to 6,6 times greater in conventional). In these periods anti-erosive efficiency of no till is related with protective role of stubble. In next periods development of plants cover was the reason that differences were smaller. On figures 1-2 was presented relations between iron leaching and plant cover development. The anti-erosive properties of plants cover improved along with the increase in the value of LAI (figs 1, 2) Similar results were obtained by other authors [Klima and Wiśniowska-Kielian 2006; Klima and Chowaniak 2008]. In this investigation the higher relation between decreasing iron loss with increasing LAI was observed in conventional system (fig. 1) and this is related with lower anti-erosive efficiency of this system.

Table 3

Tillage system	Periods of tillage and plants growing					
	from PGO to s	from s to 10 %	from 10 % to 50 %	from 50 % to 75 %	from 75 % to z	from z to PGO
No till	1044,48 ^a	1111,90 ^a	745,42 ^a	766,70 ^a	949,35 ^a	1295,65 ^a
Conventional	5389,40 ^b	7362,66 ^b	4633,89 ^b	1280,65 ^b	978,65 ^a	1325,60 ^a
LSD _{α=0,05}	207,52	57,29	336,76	67,51	n.s.	n.s.

PGO to s – period starting when previous plants are skimmed off the plot until new plants are sown;

from s to 10% – period starting when plants are sown until they cover 10% of the entire plot surface;
 from 10% to 50% – period when the cover of plants on the plot is between 10% and 50%;
 from 50% to 75% – period when the cover of plants on the plot is between 50% and 75%;
 from 75% to z – period starting when the cover of plants on the plot is 75% until the harvest;
 from z to PG – period from the harvest to skimming off.

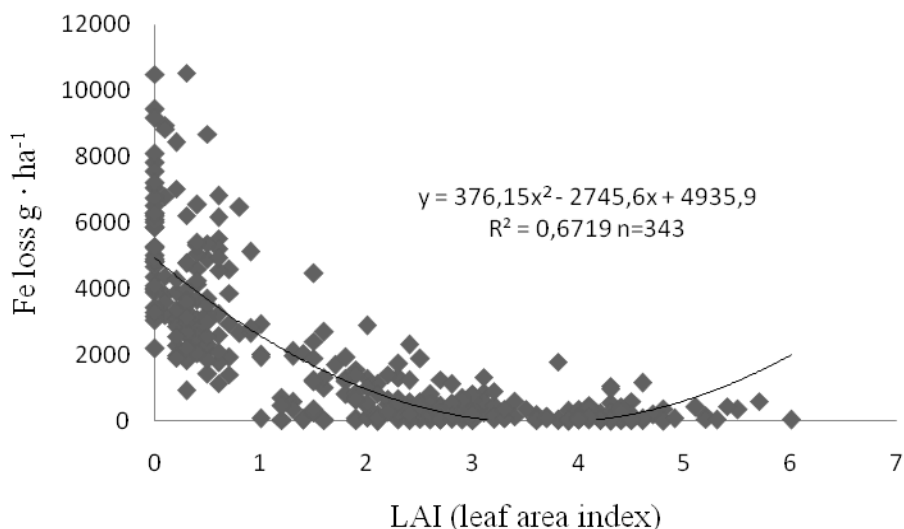


Figure 1. Influence of plant cover (LAI) on total Fe losses in conventional tillage system

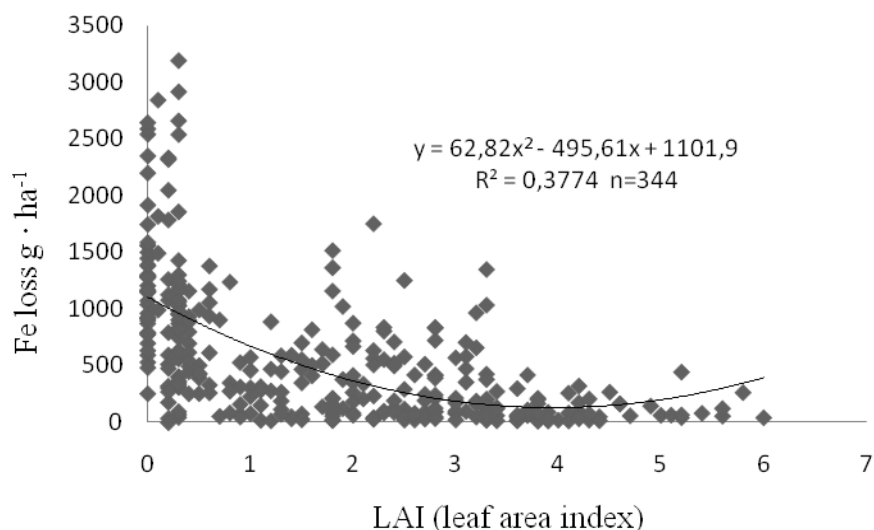


Figure 2. Influence of plant cover (LAI) on total Fe losses in no tillage

Conclusion

1. Iron losses were 3,6 times greater in conventional system than in no till.
2. In this particular study, the dependence between the value iron losses and the growing surface of plant superstructures is described by the following exponential functions:
 conventional tillage system $y = 376,15x^2 - 2745,6x + 4935,9$ $R^2 = 0,6719$
 no tillage $y = 62,82x^2 - 495,61x + 1101,9$ $R^2 = 0,3774$.

References

1. Klima K., Chowaniak M. 2008. The effect of slope gradient on plant cover index (C) of faba bean crops grown on loess soil. Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Land Reclam. 39; 69-76.
2. Klima K., Wiśniowska-Kielian B. 2006. Anti-erosion effectiveness of selected crops and the relation to leaf area index (LAI). Plant Soil Environ., 52 (1); 35-40.
3. Oldeman, L.R. 1994. The global extent of land degradation. [W:] Land Resilience and Sustainable Land Use, eds. D.J. Greenland and I. Szabolcs, Wallingford, CABI; 99–118.
4. Schwertmann U. Vogl, W. Kainz M. 1987. Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer, Stuttgart 64; s. 96.
5. Wilkinson BH, McElroy BJ. 2007. The impact of humans on continental erosion and sedimentation. Geol Soc Am Bull 119; 140–156.

6. Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC.; s.58.

M.F. FESEFELDT

Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule Aachen, Germany

QUALITY OF COKE BLEND WITH COAL AND BIOMASS BY UNDERLYING MEASURE OF THE DILATOMETER CURVE

Introduction

The Production of coke with high-quality coal applies in many parts of the world, more and more obstacles. Therefore it is not a surprise that ways are being sought to reduce consumption. The direct reduction of coke consumption would have a strong influence on the economy. Coking coal is used in many sectors and is for example, one of the main components in the steel industry. Many industrialized nations depend on the steel industry and therefore a reduction of coking coal would currently not be possible. One way to reduce the consumption of high-quality fossil fuels, would be the substitution of coal in the coke production. Another possibility would be an injection of coking coal of alternative fuels during the reduction process, however, this work deals only with the substitution of coal before the coke-pyrolysis.

Coke quality parameters

The quality of coke, i.e. the thermo-plastic behavior, depends is in large part on its material composition. However, there are other parameters that should be considered to be able to assess the quality properly. Mentioned here is the heating rate, the isothermal effect, particle size and sample mass. [1]

The biggest influence on the quality of coke however is assigned to the material composition. In order to realize a reduction of high carbon, it is not main goal to find the best coke quality. Thus measuring the best possible blend with the proviso that as much quality coke-coal is replaced by other fuels. The alternative fuels in this work are coconut shells, hamster litter and straw, which are mixed in with fat coal before pyrolysis. Other studies have already shown how coking coal blends behave. So a admixtures of 10% charcoal to coke, shows only a maximum melting point of nearly 40%, while pure coking coal achieves usually to about 60%. A mixture of lignite also shows a significant decrease in quality. Figure 1 shows the change of the quality of fat coal-lignite mixture compared to pure fat coal coke. The blend shows from 420°C for about a significant decrease in the maximum extent of up to 15%. [1] [2]

Biomass and coal characteristics

In this brief series of tests coke blends will be produced with two different coal samples from high-quality bituminous coal with either hamster litter, coconut husks and straw. The blends get homogenized and then briquetted in a press. In a further step, the coke blends will be examined in a dilatometer towards their coke quality. The three renewable fuels differ significantly in their chemical constituents of fossil carbon, in the form of water content, the mineral content, the volatile components, the Heat of combustion and the CHN and sulfur value, as seen in table 1.

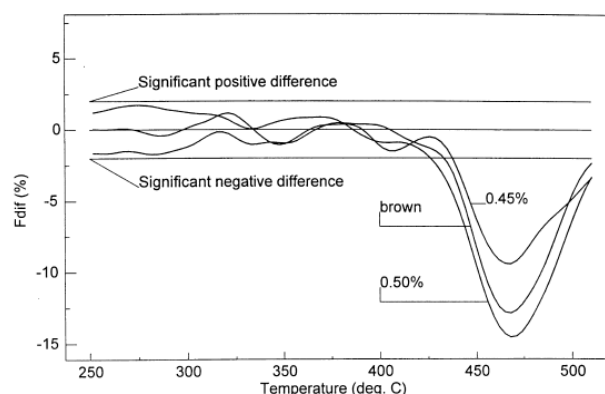


Figure 1. Coke quality deferens of coal and a coal-lignite blend

Table 1

Chemical constituents of the different fuels

Fuel	Water content [%]	Ash content [%]	Volatile components [%]	Heat of combustion [J/g]	C [%]	H [%]	N [%]	S [%]
Fat coal BC7	0,4	8,75	19,4	17986	83,46	4,247	1,630	0,6841
Fat coal EVS	0,4	8,99	22,9	18956	81,61	4,331	1,260	0,4554
Straw	11,7	2,87	70,1	18037	44,65	6,339	0,5914	<0,05
Hamster litter	9,4	0,44	77,9	33401	46,57	6,333	0,1754	<0,05
Coconut husks	8,6	0,98	72,8	32715	48,45	6,049	0,1066	<0,05

The large differences in the chemical composition of the fuels could get the presumption that a mixture of the samples leads to differences in the quality of coke. Special influence is subordinate to the volatile content, which in the renewable fuels accounts for a significant share of over 70%. This is also one of the main reasons that these fuels have no swelling behavior and will not develop a coke formation on their own.

Dilatometer

The content of the admixture will vary from 0.5 to 5%. This enables to check, at which content the admixture coke has an acceptable quality, and can be used. The mixture will be tested in a dilatometer



Figure 3. Dilatometer

(figure 2) for their expansion by raising the temperature, which can directly draw conclusions about the coke quality. The pellet is heated in a steel tube, which is located in a metal block. The temperature should rise by 3 K per minute. The change in the height of a stamp with the compact placed writing device is transferred to a rotating drum with a recording sheet. A curve is generated on the recording sheet which characterizes the coke quality. The dilatation curve is divided into three temperature sections, as seen in figure 3. The curve starts with a temperature t_1 which is specific for the intended fuel. At the temperature t_1 the fuel begins to condense the residual free water. There is a reduction in the length of the pellet, called contraction. Upon reaching the temperature t_2 all the water is dissolved and the contraction is finished. Coke - blends with a good quality begin the dilatation at this point, the second phase. The pellet expands, it is swelling. The volatile components are trying to escape from the coal, whereby the surface of the coal expands.

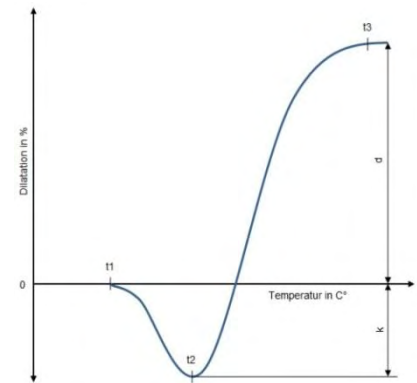


Figure 2. Dilatometer curve

Fuels with bad coke quality will form a constant line after t_2 . By reaching t_3 , the dilatation is completed and has got the maximum extension. The difference from the 0 position to the maximum extension point is called the dilatation value and the difference from the 0 point to the maximum length decrease the contraction value. [3]

It is expected that samples with low admixture nor indeed have acceptable quality. It is expected, that, because of their high coke quality, the coal can still compensate small additions of 0.5 - 1% biomass. At 5%, however, there will likely be no more dilatation, whereby the coke would be unusable.

References

1. R. Sakurovs 2000
“Some factors controlling the thermoplastic behaviour of coals”
2. A. Babich 2011
“Use of charcoal, biomass and waste plastics for reducing CO₂ emission in Ironmaking”
3. Arbeitsausschuß NMP 691 “Prüfung fester Brennstoffe”
„Prüfung fester Brennstoffe Bestimmung des Dilatationsverlaufes von Steinkohle DIN 51739“

R. GAUTAM, N. ASHWATH, P. SHRESTHA

Central Queensland University, Rockhampton, Australia

COMBATING HYDROPHOBICITY ISSUES TO IMPROVE SEEDLING SURVIVAL IN A REVEGETATION PROGRAM

Abstract

The practice of using nursery-raised seedlings is becoming popular in revegetation programs. However, this practice often results in low survival of seedlings in the tropics under rainfed conditions, partly due to hydrophobicity of the media used in raising the seedlings. Since the hydrophobicity affects survival of seedlings in the field, techniques to correct hydrophobicity must be investigated. This study shows that the seedlings treated with lime, clay, compost tea or surfactant survived well and for longer periods than those untreated under greenhouse conditions. The results from a field study showed similar trends but the effects of surfactants were less pronounced.

Introduction

The practice of using nursery-raised seedlings is becoming popular in revegetation programs, as this allows rapid establishment of plants. However, most of the potting media used for raising such seedlings are hydrophobic (Gautam and Ashwath 2012). Use of seedlings raised in hydrophobic potting media can result in substantial losses of transplanted seedlings under rain-fed conditions. This is because the potting media fails to absorb water from the surrounding soils as they become dry (moisture content <25%) (Gautam and Ashwath 2012). This initial mortality of the transplanted seedlings will have a marked effect on the success of revegetation programs.

Hydrophobicity can be altered by various means, such as the use of surfactants, as in turfgrass (Kostka 2000) and dune sands (Dekker et al. 2005). Application of lime (Roper 2005) and clay (Blackwell 2000; Cann 2000) has also been practiced in farming and horticulture. However, none of these techniques have been applied so far to correct hydrophobicity induced by potting media in revegetation programs. The potting media may be

amended with lime, clay or other substances to make them less or non-hydrophobic. Therefore, the current study was conducted to find solutions to overcome hydrophobicity associated with potting media used in revegetation programs.

Materials and Methods

Greenhouse trial

The experiment was conducted at Rockhampton in a greenhouse covered with clear plastic sheet. Four Australian native species (*Acacia disparrima*, *Casuarina cunninghamiana*, *Eucalyptus teriticornis* and *Melaleuca quinquenervia*) were selected for the study. The seedlings of these species were raised in hydrophobic potting medium. Hydrophobicity was tested by using Water Droplet Penetration Test (Letey et al. 2000) and the medium was confirmed to be strongly hydrophobic (Gautam and Ashwath 2012). The floor of the greenhouse contained topsoil (30 cm deep). Seedlings of the above species were planted at 30 cm × 30 cm spacing. Four seedlings of each species were planted for each treatment and these were replicated four times. Prior to transplanting, the plots were irrigated to bring the soil to field capacity. No further irrigation was provided thereafter. Prior to transplanting, the seedlings were exposed to the following treatments;

1. Compost tea: The compost tea was extracted from vermicompost and diluted in water (1:10 v/v) (Shrestha 2011). The seedling root ball was dipped in compost tea for 30 s and planted.
2. Kaolin (clay): For 40 seedlings, 120 g of kaolin clay (Roper 2005) was mixed with 8 L of water and the seedling root ball was dipped in the solution for 30 s and planted.
3. Lime: For 40 seedlings, 96 g of calcium carbonate (Roper 2005) was mixed with 8 L of water and the root ball was dipped in the solution for 30 s and planted.
4. Surfactant: 1.85 ml of Primer[®]604 was diluted in 8 L of water (Dekker et al. 2005) for 40 seedlings and the root ball was dipped in the solution for 30 s and planted.
5. Control: Root balls of the seedlings were dipped in water for 30 s and planted.

Wilting of the shoot tip/canopy is the first visible symptom of moisture stress in many plants (King et al. 2009). Seedling wilting was therefore scored on a scale of 0 to 5 between 1300 h and 1500 h daily for 7 days after transplanting, and the monitoring was continued for 73 days. Wilting score of 0 (no wilting), 1 (slight wilting of top leaf), 2 (shoot tip rolling and wilting of lower leaves), 3 (severe wilting of leaves of the active seedling and loss of petiole turgidity), 4 (severe wilting with dead leaves) and 5 (dead seedlings) were assigned. Number of days taken to reach a wilting score of 2.5 was calculated by using the best fit regression equation. The resulting data were analysed using GenStat 11.1 (VSNi Ltd, UK) after testing the data for normality, outliers and homogeneity of error variances.

Field study

This study was conducted on a coal mine near Moura, Queensland. The experimental site consisted of mine spoils (>60 m high) dominated by sandstone. The reshaped area has been covered with a layer (30 cm) of top soil (cracking clay) from brigalow belt, Queensland (EPA 2007).

Forty-two seedlings of each 14 Australian native species (*Atalaya hemiglauca*, *Acacia disparrima*, *A. harpophylla*, *Brachychiton populneus*, *Bursaria spinosa*, *Carissa ovata*, *Casuarina cunninghamiana*, *Corymbia tessellaris*, *Dodonaea viscosa*, *Lysiphyllum hookeri*, *Mallotus philippensis*, *Melaleuca bracteata*, *Pandorea pandorana* and *Petalostigma pubescens*), raised in hydrophobic media were transplanted in November 2011 at a 1 m × 1 m of row to row and plant to plant spacing. Root balls of 21 seedlings were treated with the Primer[®]604 as described under greenhouse experiment, and those of the remaining 21 seedlings were dipped in water as control. Seedlings in three alternative lines were mulched (wheat straw mulch). The experiment was replicated three times using the natural benches as replications. Unlike in the greenhouse experiment, the seedlings here were irrigated twice a week for the first two weeks followed by once a week for the next two weeks and once every two weeks for the next two months. There were a few periods of rainfall occurring during the experiment. Seedling wilting was assessed as in the greenhouse trial for 12 weeks.

Results

Greenhouse trial

Treatments (compost tea, clay, lime and surfactant) had a positive effect in reducing the wilting scores of the species used. Among these species, *Melaleuca quinquenervia* wilted the most irrespective of the imposed treatments. *Eucalyptus teriticornis* had the least wilting score across all treatments followed by *Acacia disparrima* and *Casuarina cunninghamiana* (Fig 1).

Seedlings treated with surfactant, clay, lime or compost tea had a significantly ($P < 0.05$) delayed wilting. In control, more than 50% of the seedlings wilted at 44 days after transplanting (DAT). In treated seedlings, 50% wilting commenced only at 60 DAT. However, there were no significant differences amongst the three treatments on number of days to reach 50% wilting (Fig 2a). In *M. quinquenervia*, 50% wilting commenced significantly ($P < 0.05$) earlier (43 DAT) than the rest of the species. Delayed wilting was observed in *E. teriticornis* (82 DAT) (Fig 2b). There were no interactions between the treatments and the species ($P = 0.25$).

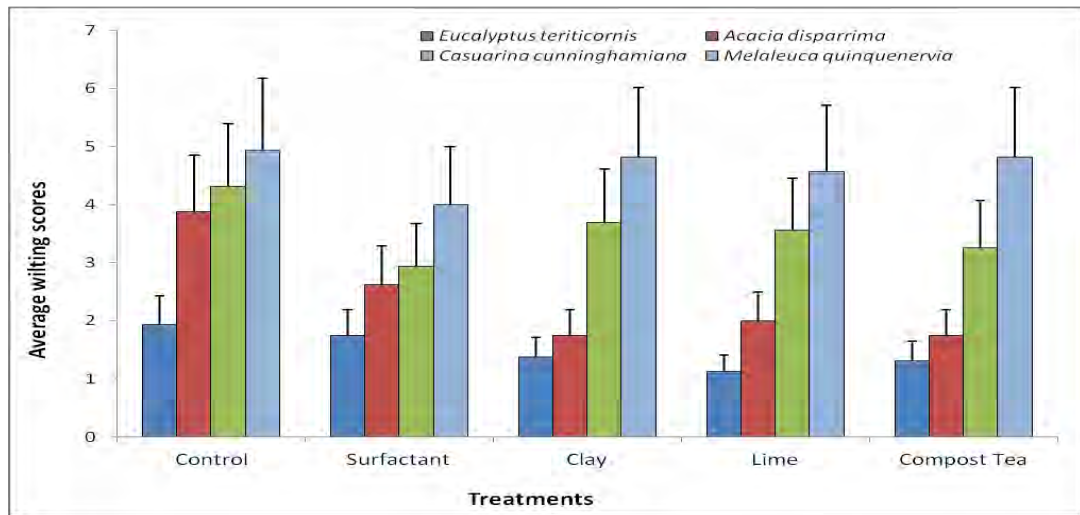


Figure 1. Treatment effect on seedling wilting raised in hydrophobic media. Bars represent SE (n = 16).

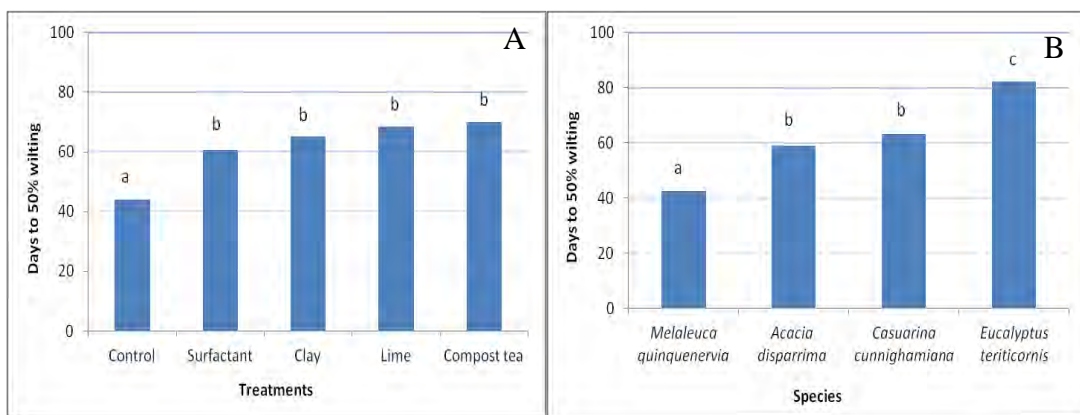


Figure 2. Treatment effect (A) and species response (B) on days to 50% wilting. Dissimilar letters indicate significant ($P < 0.05$) differences among treatments

Field study on a coal mine spoil

The number of seedlings showing wilting symptoms were slightly higher in un-mulched than in mulched treatments, however, those differences were not statistically different. The surfactants had no significant effects on seedling wilting ($P = 0.96$) (Fig 3a) and mortality ($P = 0.83$) (Fig 3b).

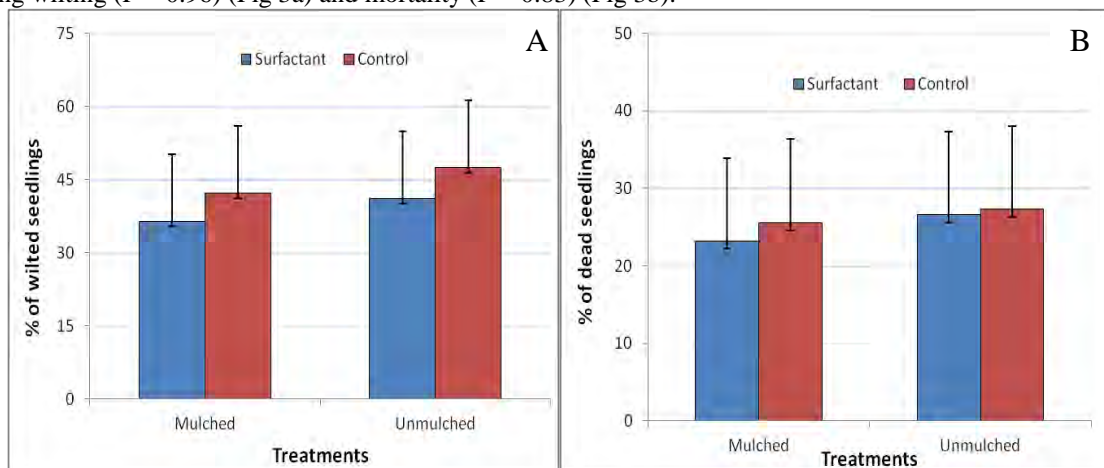


Figure 3. Effect of surfactant on number of (A) wilting seedling and (B) seedling death in mulched treatments. Bars represent lsd ($P < 0.05$)

Discussion

Establishment of native species is of major concern in revegetation programs (Ashwath et al. 1994). Hydrophobic potting media restrict movement of water from the soil to the potting media when the media becomes dry, and this could result in reduced survival of transplanted seedlings. Treating the seedlings with compost tea,

clay, lime or surfactant overcame the problem of hydrophobicity to a great extent under dry conditions. The treatments extended the number of days plants could survive in dry conditions. In rehabilitation sites where seedlings are not watered after transplanting, they can benefit from any of the aforementioned treatments. Application of clay physically masks the effects of hydrophobic constituents present in the potting media by covering up the hydrophobic surfaces (Blackwell 2000; Roper 2005). Addition of lime can raise pH of the potting media which is essential for the wax degrading bacteria to be active and produce wax degrading bio-surfactant (Lupwayi et al. 2009). Roper (2005) found that application of lime to hydrophobic soil increased both the populations and activities of wax degrading bacteria in an Australian soil that had low pH. Use of surfactant is a common practice to overcome hydrophobic properties of turf grass and golf courses (Ciser et al. 2000; Kostka 2000) and sand dunes (Dekker et al. 2005). Surfactants assist in reducing surface tension of water (Blackwell 2000; Doerr et al. 2000), thus leading to penetration of water into hydrophobic layers of the soil/potting media. The role of compost tea in ameliorating soil hydrophobicity is poorly understood. The compost tea used in this study was a vermi-liquor. Worm casts enhance microbial activities to decompose hydrophobic organic substances (Müller and Deurer 2011). Thus, it is likely that the same microbes would have played a positive role on correcting hydrophobicity of the potting media. The effects of surfactant were not strong in the field study. The most likely cause for this could be the occurrence of unexpected rainfall on day 9 and day 21 of transplanting. Another cause could be the protective irrigation provided to the seedlings after transplanting. Seedlings are rarely watered after planting in Central Queensland and those seedlings are usually exposed to prolonged drought due to infrequent and unpredictable rainfall. Further trials of such treatments under 'typical' rainfall conditions and a normal season would therefore help confirm the benefits of these treatments.

Conclusions

Hydrophobicity can be overcome by treating hydrophobic potting media with lime, compost tea, clay or surfactants. If the seedlings are raised in hydrophobic media, the root balls of such seedlings may be dipped in treatment solutions prior to planting to overcome hydrophobicity. The latter however, can add substantial costs to the revegetation programs.

References

1. Ashwath, N, Gray, E and Banks, J 1994. Native Grasses: Their potential use in revegetation of disturbed sites in the wet-dry tropics, AusIMM Annual Conference, Darwin NT, Australian Institute of Mining and Metallurgy, pp. 459-464.
2. Blackwell, PS 2000. 'Management of water repellency in Australia, and risks associated with preferential flow, pesticide concentration and leaching', *Journal of Hydrology*, 231-232:384-395.
3. Cann, MA 2000. 'Clay spreading on water repellent sands in the south east of South Australia—promoting sustainable agriculture', *Journal of Hydrology*, 231-232:333-341.
4. Ciser, JL, Williams, KE, Vivas, HE and Haydu, JJ 2000. 'The occurrence and alleviation by surfactants of soil water repellency on sand-based turgrass systems', *Journal of Hydrology*, 231-232:352-358.
5. Dekker, LW, Oostindie, K, Kostka, SJ and Ritsema, CJ 2005. 'Effects of surfactant treatments on the wettability of a water repellent grass-covered dune sand', *Australian Journal of Soil Research*, 43 (3):383-395.
6. Doerr, SH, Shakesby, RA and Walsh, RPD 2000. 'Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance', *Earth-Science Reviews*, 51 (1-4):33-65.
7. EPA 2007, Regional Ecosystem Description Database (REDD). Version 5.2, Queensland Herbarium, Environmental Protection Agency, Brisbane.
8. Gautam, R and Ashwath, N 2012. 'Hydrophobicity of 43 potting media: Its implications for raising seedlings in revegetation programs', *Journal of Hydrology*, 430-431:111-117.
9. King, CA, Purcell, LC and Brye, KR 2009. 'Differential Wilting Among Soybean Genotypes In Response To Water Deficit', *Crop Sci.*, 49 (1): 290-298.
10. Kostka, SJ 2000. 'Amelioration of water repellency in highly managed soils and the enhancement of turfgrass performance through the systematic application of surfactants', *Journal of Hydrology*, 231-232:359-368.
11. Letey, J, Carrillo, MLK and Pang, XP 2000. 'Approaches to characterize the degree of water repellency', *Journal of Hydrology*, 231-232:61-65.
12. Lupwayi, NZ, Arshad, MA, Azooz, RH and Soon, YK 2009. 'Soil microbial response to wood ash or lime applied to annual crops and perennial grass in an acid soil of northwestern Alberta', *Canadian Journal of Soil Science*, 89:169-177.
13. Müller, K and Deurer, M 2011. 'Review of the remediation strategies for soil water repellency', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144 (1):208-221.
14. Roper, MM 2005. 'Managing soils to enhance the potential for bioremediation of water repellency', *Soil Research*, 43 (7):803-810.
15. Shrestha, K 2011, 'Characterisation and potential uses of microbially enhanced compost extracts for plant growth', PhD thesis, CQUniversity, Australia, Rockhampton.

EIA OF TAILINGS DAM SITE TO FORM THE BASIS FOR A MAJOR REMEDATION

SITE LOCATION

The site is located in the central north part of Albania, next to the riverbanks of the Big Fan River and adjacent to the Fushe Arrez concentrator, (Fig.-1). The Fushe Arrez site comprises two set of tailings facilities such as the site enrichment plant and the new tailings dam. The new tailing facility is currently operated by the Turkish company Ber-Ober Madencilik that processes copper ore at the site over an area of approximately 20 hectares in total. The new tailings dam is reported to contribute to the pollution of the other impoundment and also to constitute a physical hazard in itself (UNEP, 2009) due to: "... *inadequate engineering, inappropriate seepage control and inadequate management of tangible dam failure risks, delivering water [...] directly to the State-owned part of the site where it is eroding tailings into the river; allowing leachate [...] to interact with the downstream tailings dumps on the State owned part of the site*".

DESCRIPTION OF THE WORK

The present section describes the actions carried out in respect of the SoW. Minimum quantities (minimum number of boreholes, monitoring wells, samples, investigation area etc.) were accomplished. In order to assess the short and long-term stability of the new and old tailing dam, a comprehensive geotechnical stability study is carried out at the site, assessing also the consequences of a potential failure on the control of major-accident hazards involving dangerous substances.

Ground water and surface water

A number of signposts in the area to warn about the potential risk from using/drinking groundwater and surface water were installed. Signposts have been placed at the site as well as downstream of it, along water features surrounding the site. The maximum distance between signposts shall be not more than 150m.

Surface water

Among the different approaches to treat acid water outflow from the tailings dams in the post-closure phases, a passive treatment system is taken into consideration.

Characterization of top-soil

It is ought to be carried out analyses to determine atmospheric deposition of contaminants (PCBs, asbestos, dioxins, furans and dioxin-like compounds). These samples shall be taken from the top 10 cm of soil.

Waste sampling

Waste samples, must be characterized in accordance to the local and EU legislation. Whenever the Contractor is to take waste samples, these shall be ideally taken as composite samples made up of at least 10 increments taken at different depths from homogeneous waste piles. Sampling tools shall be decontaminated after each sampling operation and disposable PPE (e.g. disposable gloves) and tools shall be disposed of at the end of each waste sampling operation.

Correct Selection of the Worksite

For the correct selection of the worksite, project offices and camp, a certain criteria should be applied such as: Located outside the heavily populated residential areas; Located in areas where the least interventions to the soil morphology are required; Located in areas where the potential of outflow towards water receptors of the area is minimized; Far from schools or any social establishment; Far from the ecologically sensitive habitats; and Easy access to the construction site.

Geomembrane

Geomembranes shall be HDPE. For a complete evaluation of the material the following shall be tested: Impermeability; Mechanical characteristics; Survivability; Installation; Chemical compatibility; Long term durability.:

Low permeability geological layer

This layer shall be made of certified material. Tests on this material shall be carried out with the frequency and specification given in the following table.

Geotextiles

These shall be tested and verified to have the characteristics required by the UNI EN 13257 norm.

Draining layer

In the case that the draining layer is made of a natural material it shall have the technical requirements listed below such as content of material passing through the ASTM 200 sieve <5%, maximum dimension of stone elements <30mm, carbonate content <5% and hydraulic conductivity > 10-4m/s.

MITIGATING ENVIRONMENTAL IMPACTS

Protection of Soil

During the construction phase, should be applied the maximum care in order not to inflict unnecessary damage to natural resources. Local geomorphology must be conserved and protected from the damage that might result from the construction or demolition activities. Furthermore, dumping any type of waste in unauthorized

landfills is prohibited.

Transportation of hazardous waste

The chemicals and/or hazardous waste to be removed off site will be transferred by using an authorized sub-contractor (transporter), which would have to ensure the following:

- To ensure packaging and labeling of waste according to the Albanian legislation.

Protection of vegetation and green areas

Natural vegetation should be preserved. The removal of green cover should be avoided as much as possible and interventions on the vegetation of the area would be made, only if completely necessary. Special attention should be given to species with strong root structures which would contribute to the soil stability and soil retention. Irrigation provision should be in place, too.

Protection of Biological Diversity

In addition to what is stated above as mitigation measures, the following actions should be strictly adhered to in order to mitigate the project anticipated impacts on the biological environment.

Protection of Agricultural Resources

Agricultural mitigation measures are as follows:

- Ensure safe passageways dedicated for the use of farmers
- Establish mitigation measures for possible negative impact on farming lands companies.

Mitigating Visual / Aesthetic Impacts

Additional measures should be applied for mitigating the visual / aesthetic impacts that might arise during the construction phase. Visual impact can be minimized by using local construction materials. The construction designs of the aerial high-voltage electricity supply that might need to pass through the project site should be verified and approved by the relevant authorities.

Site Health and Safety

During the course of the work, the contractor should be responsible for providing and properly maintaining all temporary roads and other work required including access to existing carriage, factories, shops, building and the like.

Leachate treatment

The contractor shall evaluate the possibility of using the site water treatment plant and shall operate the appropriate improvements to revamp the water treatment plant if/as appropriate. If this is not possible the Contractor shall design and install a leachate treatment plant to treat any AMD leaching from the covered waste rock, mining waste and tailings. Among the different approaches to treat leachate in the post-closure phases a passive treatment system shall be preferred over active treatment systems. The treatment plant shall be designed and set up in such a way to both:

- warrant a long term cost sustainability;
- keep a long term effectiveness with a minimum input.

The treatment plant shall be composed by:

- a leachate collection system located down gradient of the covered waste piles and
- tailings;
- a set of culverted ditches connecting the leachate collection systems to the actual treatment;
 - Constructed Wetlands;
 - Anoxic and/or Oxic Limestone Drains;
 - Open Limestone Channels
- a treatment system consisting in either (or a combination of):
 - A discharge system collecting the treated leachate to be discharged into surface
 - water.

M. HELMEL, M. MARCHETTI-DESCHMANN, G. ALLMAIER

Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, Austria

A. POSCH, C. HERWIG

Institute of Chemical Engineering, Vienna University of Technology, Austria

INTACT CELL MASS SPECTROMETRY AS A NOVEL TOOL FOR IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF MICROORGANISMS EXEMPLIFIED ON FILAMENTOUS FUNGI

The impact of various microorganisms in food production, biotechnology and particularly in medical therapy is huge. Since the accidently discovery of penicillin in the year 1928 by Sir Alexander Fleming antibiotics and their fermentative production are indispensable in pharmaceutical industry. The filamentous fungus *Penicillium chrysogenum*, formerly known as *Penicillium notatum*, is a producer of penicillin and is therefore of great importance in this application area. The huge demands on antibiotics, especially during World War II, lead to a lot of strain improvement studies to increase penicillin yields. An insight in the fermentation process as well as the

characterization of it is indispensable to even further advance penicillin productivity. Therefore a fast method to differentiate fermentation stages of *Penicillium chrysogenum* using intact cell mass spectrometry (ICMS) based on MALDI (matrix-assisted laser desorption ionization) time-of-flight (TOF) mass spectrometry (MS) was successfully developed within this project. This novel tool allows obtaining rapid information about the process progress regarding growth stage as well as morphological behavior during the whole fermentation.

Whole and/or partially intact cells can be measured with ICMS to obtain information on specific intact molecular patterns either associated with the surface of an object (e.g. cell, bacterial or fungal surface) or correlating to analytes coming from partial object lysis. This analytical tool gives the possibility to identify and differentiate bacteria, fungi as well as various strains of them without knowing the exact identity of the molecules measured. ICMS facilitates the highly reproducible pattern results gathered by MS and compares the spectral information. A subsequent data analysis approach, usually statistical approach, allows species identification or differentiation of biological states.

Within this project we used ICMS to monitor a biotechnologically relevant fermentation process. The complexity of a fermentation broth and the filamentous fungus itself demand an optimization of previously published ICMS methods^{1,2}. Samples from a batch process were directly collected from a fermenter. After a short washing step, to reduce substances interfering with mass spectrometry to a minimum, the samples were spotted together with a proper matrix on a disposable polymer target (produced by Sony DADC BioSciences for Shimadzu) for MALDI linear TOF MS.

The washing procedure, the choice of MALDI matrix and finding a convenient sample preparation technique are one of the most crucial parts during this improvement step. The optimized ICMS method was used for samples at different time points over the whole fermentation process to cover all various stages of cell growth^{3,4}. All mass spectra were generated under the very same conditions with respect to laser intensity, positive linear ion mode, delayed extraction conditions and number of mass spectra summed up for one sample using a AXIMA CFR⁺ from Shimadzu Biotech Kratos Analytical.

The growth stages in a batch fermentation can be divided into three major parts, namely lag, exponential and stationary phase. By comparing peak patterns over the whole process a differentiation of the three mentioned growth stages is possible by hierarchical cluster analysis of the specific peak patterns of all samples. Hierarchical cluster analysis itself was performed with Datalab v2.6 (Epina).

Morphology of *Penicillium chrysogenum* is another major bioprocess parameter which changes during the batch fermentation. Single hyphae at the beginning of the fermentation were displaced over the whole process by pellet formation. Applying stepwise multiple linear regressions (MatLab) allows identifying ICMS peaks having the highest influence on morphology. Additionally a model based on these indicative signals can be established to predict fungal morphology and the amount of pellets formed⁴.

We proved that ICMS has the potential to obtain fast information about the growth stages and the morphological behavior of *Penicillium chrysogenum* throughout the whole fermentation process. The obtained information of the growth stage should help to optimize penicillin productivity in the future by changing fermentation conditions via extending the production phase of penicillin. Characterization of bioprocesses of filamentous fungi by means of ICMS is a novel and helpful tool in biotechnology and bioprocess engineering. Based on our developments applications in geo, environmental and food microbiology can be envisioned.

Part of this work was supported by the Vienna University of Technology Ph.D. program AB-Tec as well as by Sony DADC BioSciences Austria.

References

1. Dong H., et al., Anal Bioanal Chem (2009) 395:1373-1383.
2. Kemptner J., et al., Rapid Commun Mass Spectrom (2009) 23: 877-884.
3. Helmelt M., et al., (2013) to be submitted.
4. Posch A., et al., Fungal Genet Biol (2013) 51: 1-11.

A. JONUSAS, L. MIKNIUS
Kaunas University of Technology, Lithuania

REPROCESSING OF WASTE TIRES INTO LIQUID FUEL

Introduction

At present one of the global eco-system degradation reasons - pollution. For industrial and non-industrial human activities produce various waste products and materials, which have a negative impact on humans and the environment. Therefore, waste management, recycling are especially important ecological problems [1, 2].

Every year in the world pile more than 20.2 million tons used tires (2009 statistical data around the world they created an average of 1 billion tires, U.S. per year - an average of 291.8 million tires (4.38 mln. tons) [3], Europe - about 250 million tires.), which complements the growing bio-inert waste. As the tire has a high energy

content (~39 MJ/kg) [4, 5], which determines the elemental and chemical composition, it can be processed into various physical state of fuel [5, 6, 7].

Thermolysis - the simplest process of recycling tires into liquid products. The main research object (liquid state product) was obtained by thermolysis of tires at atmospheric pressure.

The research goal was to determinate how much suitable fractions for petrol and diesel production are in thermolysis oil.

Materials and methods

The waste tires rubber of the passenger cars was used as feedstock for experiments of thermolysis. For research were choiced waste summer and winter type tires, which were shredded into 8 x 5 x 1, 6 x 5 x 1 and 5 x 5 x 1 cm size pieces. The atmospheric thermolysis of chopped tires was reprocessing in 3-liter capacity semi-continuous distillation reactor, which is connected with cooling and condensation system of the reaction products and further separation equipment (Fig. 1). The reactor has a thermocouple and well outlet nozzle for removal of the reaction products. A heat for the endothermic reaction was supplied by burning gas.

The waste tires were reprocessed at atmospheric pressure, raising the temperature from 20 to 500 degrees by Celsius. About the pyrolysis process decided by the gaseous and liquid reaction products speed.

During the thermolysis process there was separated gaseous and liquid product, while the solid product stayed in the reactor. The liquid product of the process was condensed by air (4) the by water (7) condensers. The liquid and the solid products were spited in the separator (6). From the condenser (7) the lightest thermolysis product got in a gas meter (8), and then to the burner (9).

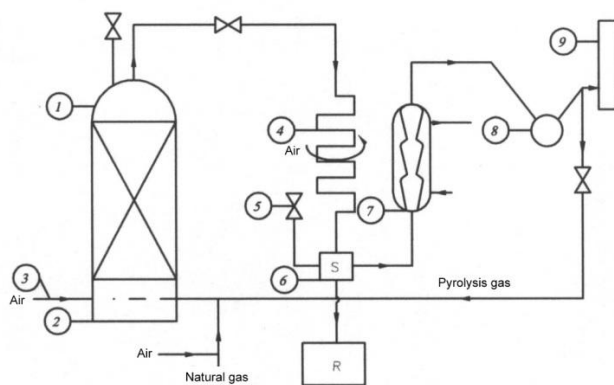


Figure 1. Schematic diagram of the thermolysis process: 1 – reactor, 2, 9 – burner, 3 – air intake pipe, 4 – air condenser, 5 - safety-valve, 6 – separator, 7 – water condenser, 8 – gas meter

Results and discussion

The material balance of the tire thermolysis process (Fig. 2), shows that shredding degree of the tire influences the yield and ratio of the product - the smaller the piece of feed the more liquid products and less gas are obtained in the products. The reason is more even distribution of heat in the feedstock and faster escape of liquid products avoiding secondary cracking and gasification reactions.

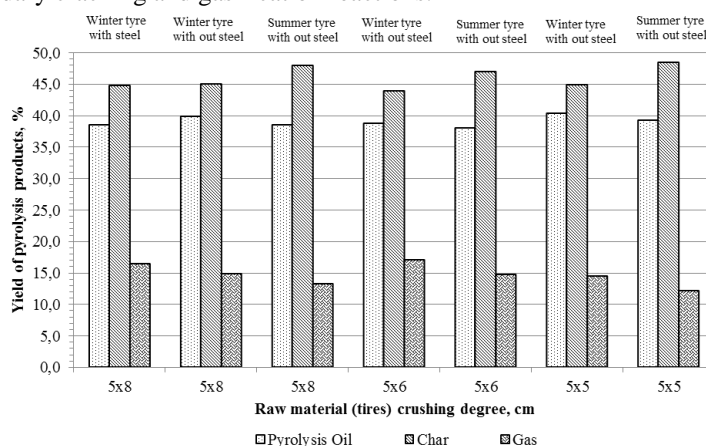


Figure 2. The yield of thermolysis products at atmospheric pressure

The maximum yield of the main product is obtained by shredding tires into 5 x 5 cm pieces. As such feedstock was used for thermolysis 40.5 % of winter and 39.3 % of summer tires turned into liquid products, 14.6 % of winter and 12.3 % of summer tires turned into a gaseous products and 45 % of winter and 48.5 % of summer tires formed inorganic compounds like coal and coke.

In order to assess how much hydrocarbons suitable for gasoline and diesel production could be obtained

from liquid thermolysis product, the distillation characteristics of the product were set.

The results (Fig. 3) show that the liquid product from winter tires has the lower boiling point hydrocarbons in the light part of the product, but the heavier part of the liquid product produced from the summer grade tires have higher boiling point compounds.

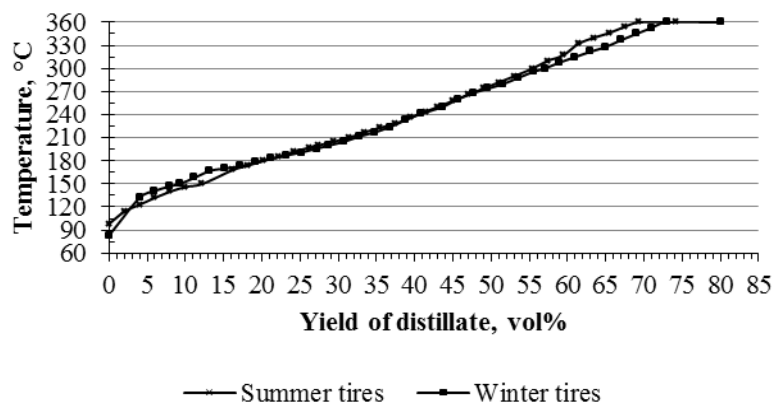


Figure 3. The distillation characteristics of tire thermolysis liquid products

Distillation of the liquid product shows that the oil obtained from the winter tires have more hydrocarbons which boil up to 360 °C.

From tires thermolysis liquid product were separated fractions suitable for gasoline (i.b.p. – 200 °C) and diesel (200 °C – 360 °C) production. The potential yields of the fractions are depicted in Figure 4.

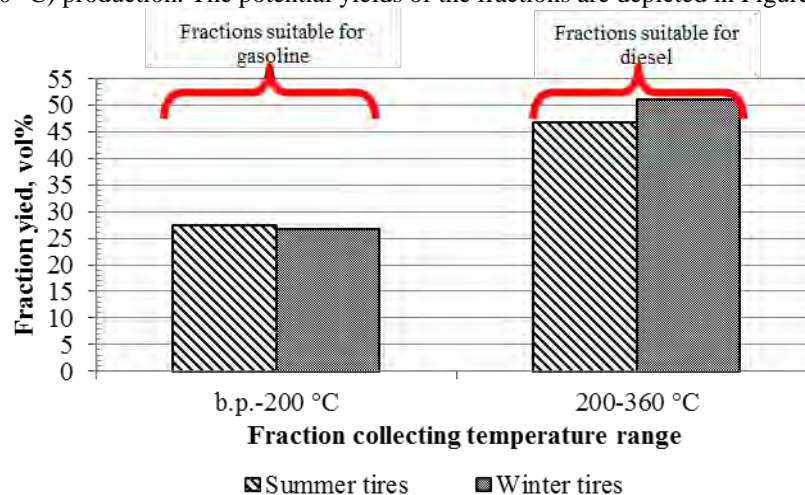


Figure 4. Fractions separated from liquid thermolysis product

Fractions suitable for gasoline production yield about 27 vol. %. For diesel production could be offered 47 vol. % of distillate from summer grade tires and from winter tires 4 percent more.

Conclusion

Thermolysis of used summer and winter tires was investigated in a semi-continuous reactor. It was determined that a greater degree of feedstock cutting, yields more liquid and less gaseous products regardless of the tires season grade.

Fractional analysis of the tires thermolysis liquid product showed that 27.4 % by volume of it is suitable for gasoline production regardless to thermolysis feedstock grade. For diesel production there could be employed 51.2 % of the liquid product from winter grade and 46.8 % - when summer grade tires are used as thermolysis feed.

References

1. Vaiciene, M. 2009. Technogeniniu, statybiniu ir buitiniu atlieku naudojimas gaminant betona. Mokslas - Lietuvos ateitis 1 tomas Nr. 5: 20-24.
2. Silvestravičiute I.; Sleinotaite-Budriene L. // Environmental research, engineering and management. 2002. No. 3 (21), p. 38-48;
3. Rubber manufacturers association, U.S. Scrap Tire Management Summary 2005-2009; October 2011, http://www.rma.org/publications/scrap_tires/index.cfm?PublicationID=11517, Obtained January 20, 2013.
4. Sceirs J. Polymer recycling. Chichester, United Kingdom. 1998;
5. Tyre recycle statistic in EU countries; 2008. // <http://recyclerubber.wordpress.com>. Obtained January 27,

2013;

6. Ani F. N., Jamil N. K. // Polymer recycling. 1997. Vol. 3 (4): p. 255-261;
7. Williams P. T., Brindle A. J. // Environmental Technology. 2003. Vol. 24 (7): p. 921-929.

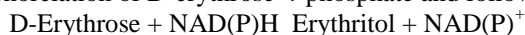
B. JOVANOVIĆ, R.L. MACH, A. R.MACH-AIGNER

Institute of Chemical Engineering, Vienna University of Technology, Austria

CHARACTERIZATION OF THE ERYTHROSE REDUCTASE 1 FROM BIOMASS-DEGRADING FUNGI

Erythritol is a four-carbon sugar alcohol, which is applied as flavour enhancer, formulation aid, humectants, stabilizer, thickener, and as low-calorie sweetener, of which the latter is the main utilization. It has a natural occurrence in several foods including beer, sake, wine, soy sauce, water melon, pear and grape and is well tolerated by the human body. Erythritol can be chemically synthesized from dialdehyde starch with a nickel catalyst at high temperatures, but this process is not stereospecific and low in yield and therefore not industrialized. Current biotechnological production of erythritol use osmophilic yeasts like *Aureobasidium sp.*, *Trichosporonoides sp.*, *Torula sp.*, and *Candida magnolia*. As substrate a highly concentrated glucose (typically 40% (w/v)) solution is applied, which is gained from chemically and enzymatically hydrolyzed wheat- and cornstarch. It serves as carbon source and to obtain high osmotic pressure that pushes the yeast to produce the osmolyte erythritol. Although these processes reach 40% (w/w) yields of D-glucose to erythritol conversion, they depend on D-glucose as starting material. With regard to (socio)economical issues, D-glucose is not a preferable substrate. Therefore it would be an interesting perspective to use organisms that could utilize biowaste material for the production of erythritol.

Filamentous ascomycota, like *Trichoderma reesei* (teleomorph *Hypocrea jecorina*), *Aspergillus niger*, and *Fusarium graminearum* (teleomorph *Gibberella zeae*) are very potent degrader of biomass. A genome-wide search using the JGI Genome Portal revealed for *T. reesei* 10 cellulolytic and 16 xylanolytic enzyme-encoding genes, and for *F. graminearum* 20 and 34, respectively. The (hemi)celluloses of *T. reesei* and *A. niger* are intensively used in a lot of industrial fields, as pulp and paper, food and feed, and textile industries as well as biofuel production. By secretion of xylanolytic enzymes these fungi are capable of degrading xylenes into their major monomers D-xylose and L-arabinose, which both can be metabolized to D-xylose-5-phosphate to supplement the pentose phosphate pathway (PPP). D-xylose-5-phosphate and D-ribulose-5-phosphate are then transferred by transketolase to D-glyceraldehyde-3-phosphate and D-sedoheptulose-7-phosphate, which are further processed by transaldolase to fructose-6-phosphate and D-erythrose-4-phosphate. Erythritol is formed as a side product of the PPP by dephosphorelation of D-erythrose-4-phosphate and following reduction.



The characterization of the protein performing this reduction (named erythrose reductase) has been done for some yeasts, but until now no such protein has been identified for the above-mentioned filamentous fungi.

In this study, we identified by *in silico* analysis proteins in *T. reesei*, *A. niger*, and *F. graminearum* exhibiting a high sequence similarity to the erythrose reductase from *Trichosporonoides mechachiliensis*. These proteins were heterologously expressed and characterized in enzymatic assays with respect to their substrate specificity to D-erythrose and eight other potential substrates. In order to do this, the optimal assay conditions (temperature and pH) for all three enzymes were determined at first. Finally, we aimed to prove the function of the putative erythrose reductase *in vivo*. Therefore, the corresponding *T. reesei* enzyme was over-expressed in this fungus and the production of erythritol in the recombinant strain was compared to the parental strain.

J. S. KIPRY, C. WIACEK, M. SCHLÖMANN

Interdisciplinary Ecological Center, Institute of Biosciences, TU Bergakademie Freiberg

E. JANNECK

Department of Biotechnology, G.E.O.S Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH

STRATEGIES TO OPTIMIZE THE BIOTECHNOLOGICAL REMEDIATION OF ACID MINE WATERS

Abstract

The oxidation capacity of a biotechnological mine water treatment plant may be stabilized and optimized by recirculation of schwertmannite precipitated on carrier material present in the pilot plant or by addition of the essential nutrient phosphate. Analysis using the LIVE/DEAD[®] BacLight[™] Bacterial Viability kit revealed almost constant cell numbers within the mineral precipitate; even though the percentage of viable cells decreased with increasing mineral depth. The microbial community within the schwertmannite was dominated by the pilot-plant dominating bacteria "*Ferrovum myxofaciens*" and *Gallionella* relatives. The cultivation of a mine water sample in a bench-scale model indicated a limitation of "*F. myxofaciens*" by phosphate under natural circumstances, since "*F.*

myxofaciens” was detected with relative abundances of up to 100% when phosphate was added resulting in an increase of the oxidation rate by a factor of 1.7.

Introduction

Millions of liters of mine drainage waters with low pH, high loads of iron and sulfate are formed yearly. Due to the impact on environment remediation of such waters is required. At the opencast pit Nochten (Germany) mine waters are treated biotechnologically by immobilization of iron by microbial iron oxidation with subsequent schwertmannite precipitation [1]. The iron oxidation in the pilot plant is catalyzed by the iron oxidizer “*Ferrovum myxofaciens*” and by *Gallionella* relatives [1]. The process is stable against seasonal impacts [2]. For industrial application the oxidation capacity of the plant has to stabilize and to be optimized further. Since bacteria were detected in the mineral precipitate [1], a recirculation of schwertmannite precipitated on carrier material in the pilot plant was considered and thus we investigated the number of viable cells and the microbial community in the schwertmannite. A second strategy was the addition of the essential nutrient phosphate. Since it was only detected in traces, a limitation by phosphate was assumed. Therefore, the effect of phosphate on the microbiology was investigated in a bench-scale model.

Material and Methods

Sampling of Schwertmannite. Schwertmannite precipitated was collected using a sterile hollow drill. The core obtained was cut into four layer of 0.5 cm depth each. Mineral of each layer was dissolved by incubation of the samples in 0.2 M oxalic acid for 2 h at 4°C. Afterwards cells were harvested by centrifugation (15,500 g, 15 min), resuspended in phosphate-buffered saline, and analyzed.

Simulation of the Pilot Plant. Bacteria from a 1-L water sample of the pilot plant were cultivated continuously (100 mL/h). 10 mM KH₂PO₄ was added directly into the reactor (10 mL/h). For cultivation artificial pilot plant water (pH 4.0) was used. A simultaneous approach inoculated with the same water sample, but without phosphate addition, was performed as control. Daily samples were taken to determine pH, Fe(II) concentration using the Ferrozin method [3], and microbial community by T-RFLP.

Determination of Microbial Parameters. The number of viable and non-viable cells was determined with the LIVE/DEAD® BacLight™ Bacterial Viability kit (Invitrogen). The cell number during the continuous cultivation was determined by staining the cells with DAPI. DNA was extracted using the UltraClean® Microbial DNA Isolation kit (MO BIO Laboratories, Inc.). T-RFLP analyses were performed according to Heinzl et al. [3].

Results and Discussion

Microbial Abundance in Schwertmannite. The availability of microbial cells within schwertmannite precipitated on carrier material was investigated using the LIVE/DEAD® kit. The total cell number decreased very slightly from 1.9 x 10⁵ cells/g (dry weight schwertmannite) in the mineral layer exposed to the water (0-0.5 cm) to 1.5 x 10⁵ cells/g in the mineral layer next to the carrier material (1.5-2 cm) indicating a continuous precipitation of schwertmannite with an immobilization of microorganisms (Fig. 1A). In contrast, the number of viable cells decreased significantly within the schwertmannite. 1.4 x 10⁵ viable cells/g were detected in the upper layer, while just 7.2 x 10⁴ viable cells/g were counted in the layer next to the carrier material (Fig. 1A). The reduction of viable cells indicates a limitation of the microorganisms by nutrients or oxygen within the mineral precipitate. The microbial community within the mineral precipitate, as determined by T-RFLP, consisted of 25-35% “*F. myxofaciens*” and of 15-20% *Gallionella* relatives independent of the mineral depth. Besides the two species mentioned *Oxalobacter* sp., *Acidiphilium* sp., *Acidocella* sp., and *Sphingomonas* sp. were detected (Fig. 1B). Since these species were also detected in the pilot plant water [1], the results indicated that the microbial community found in schwertmannite precipitated on the carrier material reflects the microbial community of the mine water during the mineral precipitation.

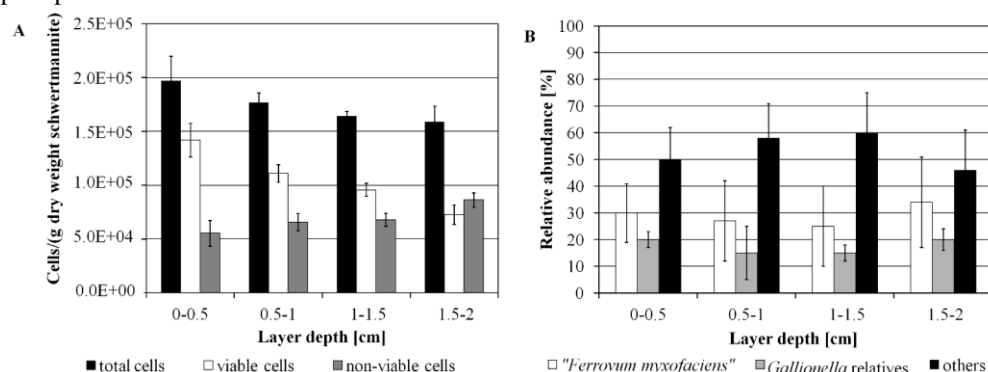


Figure 1. Cell number of total, viable, and non-viable cells (A) and the relative abundance of relatives of “*F. myxofaciens*” and of *Gallionella* (B) in various depth deposits of on carrier material. Besides “*F. myxofaciens*” and *Gallionella* relatives *Oxalobacter* sp., *Sphingomonas* sp., *Acidiphilium* sp., and *Acidocella* sp. were present in low percentages (pooled in “others”). Total cell number is the sum of viable and non-viable cells

Effect of Phosphate. To investigate the effect of phosphate on the pilot plant a microbial community in a water sample was cultivated in a bench-scale model. Addition of phosphate caused a shift in the microbial community. While “*F. myxofaciens*” dominated the microbial community with up to 95% with phosphate addition,

various iron oxidizers (“*F. myxofaciens*”, *Acidithiobacillus ferrooxidans*) were detected without phosphate addition (Fig. 2).

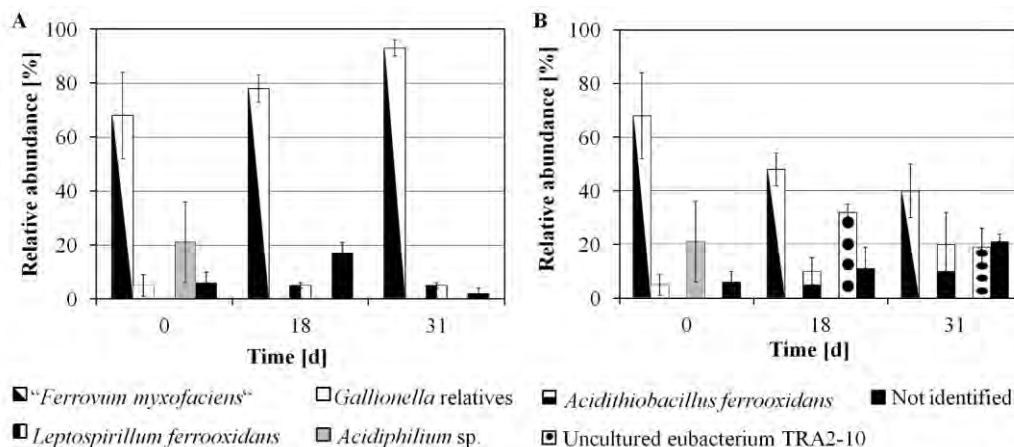


Figure 2. Changes of the composition of the microbial community during the cultivation of a microbial mine water community with (A) and without (B) phosphate addition

In addition to the microbial community the cell number was determined. The cell number counted in the reactor with phosphate addition was twice as high as the one in the reactor without phosphate addition (Fig. 3A). The dominance of “*F. myxofaciens*” and the increased cell number when phosphate was added resulted in an increase of the oxidation rate by a factor up to 1.7 (Fig. 3B). The results obtained during the cultivation of a microbial community in a mine water sample indicated a limitation of the pilot plant dominating iron-oxidizing bacterium “*F. myxofaciens*” under natural circumstances.

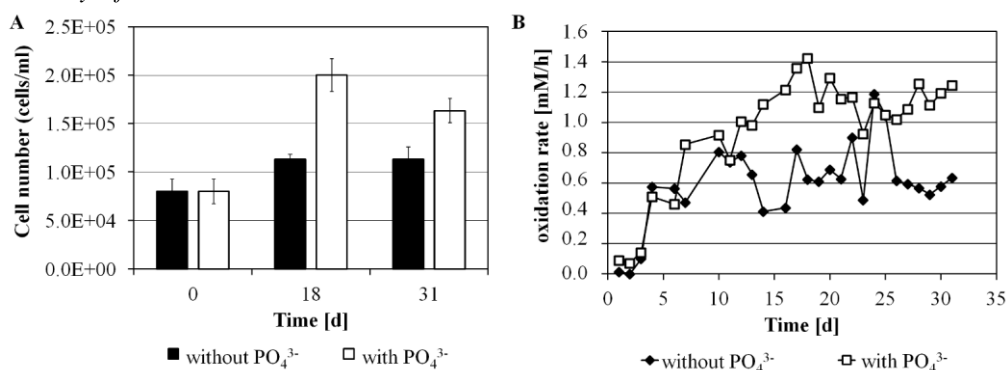


Figure 3. Changes of the cell number (A) and the oxidation rate (B) during the cultivation of a microbial mine water community without and with phosphate addition

Conclusion

The study suggested that a recirculation of schwertmannite as well as the addition of phosphate could increase the oxidation capacity of the treatment plant; since iron-oxidizing bacteria and viable cells were detected in schwertmannite precipitated and since a limitation of “*F. myxofaciens*” by phosphate seems to be overcome.

Acknowledgement

We thank the BMBF for funding the projects SURFTRAP (03G0714B) and SURFTRAPII (03G0821B). Furthermore we acknowledge Mareen Moche for helping with cell counting.

References

1. Heinzl E, Hedrich S, Janneck E, Glombitza F, Seifert, J, Schlömann, M (2009) Applied and Environmental Microbiology 75(3): 858–861.
2. Heinzl E, Janneck E, Glombitza F, Schlömann M, Seifert J (2009) Environmental Science & Technology 43(16): 6138–6144.
3. Lovley D, Phillips E (1987) Applied and Environmental Microbiology 53(7): 1536–1540.

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS IN THE AREAS OF ORGANIC PRODUCTION AROUND AT COPPER MINE

Abstract: The aim of the study was to determine the level of copper, lead, nickel and zinc in the sward of grassland located in the protection zone of Copper Foundries "Głogów".

Determine the level of accumulation of heavy metals in the biomass from these terrains, let to determine its quality for its intended use for animal feed. Hay obtained from these sites is used for feeding wildlife. The samples taken for analysis after harvesting hay. The 8 samples for the analysis was taken. The samples are representative of the batch of hay intended for animal feeding. The sample was dried, grinded and homogenized. The material was dry digestion in a muffle furnace and then taken up in nitric acid. The contents of copper, lead, nickel and zinc in solution was detected by atomic emission spectrometry ICP-OES Optima 2000 in the Perkin Elmer Apparatus. Results of this study indicate that the copper content in the samples ranged from 14.06 to 21.43 mg · kg⁻¹. Average zinc content in the samples was 103.04 mg · kg⁻¹ and ranged from 78.35 to 128.64 mg · kg⁻¹. The concentration of nickel in the hay samples ranged from the 2.345 to 5.655 and at average value of 4.069 mg · kg⁻¹. The lead content in the samples ranged from 5.646 to 9.456 mg · kg⁻¹. The contents of the analyzed elements in the hay with the copper smelter zone does not exceed the critical values for feed, according to Polish legislation. Testing plants biomass can be used for feeding wild animals. Organic production at the areas transformed by mining activities is possible, but in such cases it is necessary to monitor the quality of plants.

Each steel industry is in its nature a nuisance to the environment, because all technological operations and transport are made on large streams of material. This prevents the complete isolation of the activities on the environment. As a result of mining and the steel activities the impact zone cover large areas changing the landscape and the chemistry of biotic and abiotic components of the environment. Copper industry is specific example because copper ore contain only a few percent of this metal, and the manufacturing process cause considerable quantities of waste. Copper metallurgy stands out as technologies that produce high levels of emissions. The most troublesome is a greenhouse gas and dust emission into the atmosphere. In the case of the copper smelter the most harmful are: sulfur dioxide, carbon monoxide and particulates metals. Due to the significant impact of copper smelting on the environment, leading to local environmental degradation, protection zones are created, where reduced activity in the area of food production and colonization.

The results of the monitoring of existing protected zones indicated the good quality of the environment, what gave rise to the approval of the use thereof for recreational purposes. In the woods growing around the smelter the bike paths, toboggan run and lanes for walkers had been created. In these areas willow plantations were also created. The soil with the highest valuation class has been subjected to detoxification, so it can still use them for the cultivation of industrial crops, mainly of rapeseeds. The study of land and watercourses, which has been conducted by the Polish Geological Institute in the protection zone, it follows that all environmental parameters are within the standards set out in the Polish legislation. By reduced emissions the self-cleaning of environment was possible. These monitoring results also gave a basis for analyzing possibilities of the production of biomass for purposes other than industrial. In the protection zone the large areas of permanent pasture are located. Biomass of these sites can be used for energy purposes, but there is need appear to use it for the purpose of wild animal feeding. In the protection area of copper smelter "Głogów" activities in the field of natural resource management of nature leads Wheel Hunting Hutnik. Wheel hunting acquires animals of these areas in order to investigate the possibility of using mill zone areas to collect biomass for the purpose of feeding wild animals. Based on the results of monitoring carried out by the Geological Institute, it was assumed that the quality of the tested biomass from grasslands located in the protection zone of Głogów Smelter is allowed for use for the purpose of feeding animals. Wheel hunting "Hutnik" Głogów produces organic hay on the above mentioned areas. Organic production is certified by "TUV Rheinland Polska" company.

The aim of the study was to determine the level of copper copper, lead, nickel and zinc in the sward of grassland located in the protection zone of Copper Foundries "Głogów". Determine the level of accumulation of heavy metals in the biomass from these terrains, let to determine its quality for its intended use for animal feed.

Material and methods

The samples taken for analysis after harvesting hay. The 8 samples for the analysis was taken. The samples are representative of the batch of hay intended for animal feeding. The sample was dried, grinded and homogenized. The material was dry digestion in a muffle furnace and then taken up in nitric acid. The contents of copper, lead, nickel and zinc in solution was detected by atomic emission spectrometry.

Results

Results of this study indicate that the copper content in the samples ranged from 14.06 to 21.43 mg · kg⁻¹. The average content of this element in the test samples was 16.49 mg · kg⁻¹ [Fig. 1]. Copper content of the pasture grass in Poland showed that in 80% of samples, the level was lower than the required quality of the feed. The same author gives a value of 6 mg Cu · kg⁻¹ DM, as deficiency value for the animals, at the same time he points at the diversity requirements to the content of copper in the feed and the different degree of tolerance for these metal in

case of individual species. Copper content in the natural grassland vegetation in Bieszczady developed within the 4-9 mg Cu · kg⁻¹ DM [Wozniak 1996]. Trąba et al. [1999] found the content of this element in plants legume sward of grassland valleys of the San and Dynowskie foothills at the level of 8-12 mg Cu · kg⁻¹ DM. Copper content in aboveground biomass are typically low, which was stated by Lina et al. [2003] due to the low mobility of the element in plants and gathering it in the roots of plants. Copper content in study samples were significantly higher than the content of these element in the grass flora from Pore Valley [Wozniak and Trąba 1998]. Average zinc content in the samples was 103.04 mg · kg⁻¹ and ranged from 78.35 to 128.64 mg · kg⁻¹ [Fig. 1]. The most common zinc content in cereal crops are formed within the limits of 21-70 mg Zn · kg⁻¹ · sm [Follett and Lindsay 1971], and the average content of this element in the leaves of oats in Poland is 20 mg Zn · kg⁻¹ sm [Dudka 1989]. Related content of this element stated Czyż et al. [1998] in the meadow vegetation in the Pomorskie province. Ćwintal and Wilczek [2004] showed the contents of this element in the biomass of alfalfa in the range of 50 mg · kg⁻¹. Zinc content in the material were higher than those presented in the scientific literature.

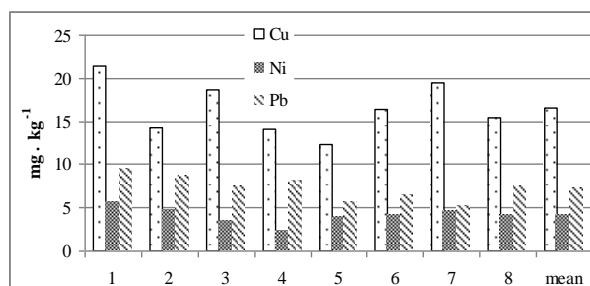


Figure 1. Content of Cu, Ni, and Pb in study biomass

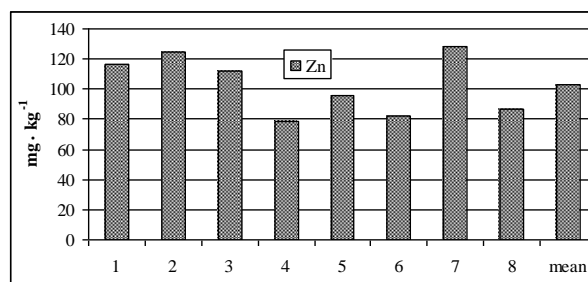


Figure 2. Content of Zn in study biomass

The concentration of nickel in the hay samples ranged from the 2.345 to 5.655 and at average value of 4.069 mg · kg⁻¹ DM. The contents of this metal, within the limits of 0.58 to 1.23 mg Ni · kg⁻¹ DM, was stated by Wozniak [1996] in the Bieszczady plants, in areas with low human pressure. Beckett and Davis [1977] found that the optimal nickel content in the plants are about 2 mg · kg⁻¹. By the contents of 12 mg · kg⁻¹ were observed adverse effect of this element on the plant. In studies of Poulík [1997] the biomass of oat grown at unpolluted areas contained 0.75 mg Ni · kg⁻¹. Biomass analyzed contained nickel in quantities indicating anthropogenic enrichment, but there was no exceedance of critical value for the development of plants or for plants to allocate for feeding. The lead content in the samples ranged from 5.646 to 9.456 mg · kg⁻¹. Average amount of this element in the hay was 7.31 mg · kg⁻¹. Sapek [1991] reported several times less lead in permanent grassland sward. Despite the fact that the lead content found in the hay harvested in the areas of protective copper smelter Głogów indicate anthropogenic enrichment, however, there was no sample exceeded the critical concentration of lead in feed quality. Amount of lead found in the analyses do not threaten for growth development of plants.

Conclusion

1. The contents of the analyzed elements in the hay are higher than the data in the literature concerning the chemistry of plants from the uncontaminated areas.
2. The contents of the analyzed elements in the hay with the copper smelter zone does not exceed the critical values for feed, according to Polish legislation. Testing plants biomass can be used for feeding wild animals.
3. Organic production at the areas transformed by mining activities is possible, but in such cases it is necessary to monitor the quality of plants.

References

1. Sapek B. 1991. Wpływ wapnowania na zawartość i pobieranie kadmu i ołowiu przez roślinność łąki trwałej. *Roczniki Gleboznawcze*, 42, 3/4, 223-228.
2. Beckett P.H.T., Davis R.D. 1977. Upper critical levels of toxic elements in plants. *New. Phytologists*. 79, 95-106.
3. Czyż H., Dzida M., Jakubowski P. 1998. Wpływ warunków glebowych na zawartość makro- i mikroelementów w runi łąkowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 462, 93-99.
4. Sapek B. 1991. Wpływ wapnowania na zawartość i pobieranie kadmu i ołowiu przez roślinność łąki trwałej. *Roczniki Gleboznawcze*, 42, 3/4, 223-228.
5. Poulík Z. 1997. Production and quality of oat haylage on nickel contaminated soils. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 448 a, 291-296.
6. Ćwintal M., Wilczek M. 2004. Zawartość cynku i manganu w odmianach lucerny różnego pochodzenia zbieranych 3 i 4 kośnie. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 502 Cz. II, 683-687.
7. Follett R., Lindsay W.L. 1971 Changes in DTPA-extractable zinc, iron, manganese and copper in soils following fertilization. *Proceedings - Soil Science Society of America*, 35, 600-602.
8. Woźniak L. 1996. Biogenne pierwiastki metaliczne i niektóre toksyczne metale ciężkie w glebach i roślinach Bieszczadów. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Rozprawy*, 216, 75 ss.
9. Trąba Cz., Woźniak L., Wolański P. 1999. Zawartość makroelementów i mikroelementów w roślinach

łak trwałych w dolinie Sanu i na Pogórzu Dynowskim. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Sesja Nauk., 347, 62, 315-321.

10. Lin J., Ijang W., Liu D.C. 2003. Accumulation of copper by roots, hypocotyls, cotyledons and leaves of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Bioresource Technology, 86, 2, 5.

D. KOCHANEK

AGH University of Science and Technology, Poland

THE CONCEPT OF THE REVITALISATION OF THE AREA AFTER THE EXPLOITATION OF SAND AND GRAVEL MINE PODLESIE DĘBOWE FOR TOURISM AND RECREATION

After the exploitation

The open pit mining of natural aggregates, regardless of its extent, interferes with the natural environment. Relief is transformed, soil profile is disturbed, water relations may change and flora is badly affected. Very often after the mining operations of irresponsible entrepreneurs the landscape is decayed and consists of “holes in the ground” often used as illegal dump site, which is even more hazardous to people. Such behaviour mainly aims at avoiding reclamation costs and stems from the state authorities’ weakness in enforcing the obligation of postindustrial area reclamation. Another reason for that is the lack of rational planning and ongoing reclamation at the mining stage.

It’s worth noting, however, that post-mining forms, such as excavations, often filling themselves with water, or heaps of overburden provide opportunities to be used in an interesting way, i.e. for recreational purposes. What’s necessary, however, is to plan the area’s future functions in agreement with the territorial authorities and the local community at a sufficiently early stage. In addition to the mining area features, the commune’s land development, the local people’s needs, the investment completion time, the costs and the division of obligations between the entrepreneur and the future land user also need to be taken into account.

The proposed tourism and recreation functions results from the taking into account of post-mining land value (water reservoir), as well as are response to the social needs.

Location of the Podlesie Dębowe Mine

Podlesie Dębowe is located in a small town called Żabno in the Małopolska province. It is located about 5 km from the region largest city – Tarnów and about 80 km from the capital of Małopolska, Kraków. The project covers an area of 22,5 hectares. Next to Mine is old pit with neglected beach (fig 1.).



Figure 1. View from Satellite (Google Earth)

The concept of the revitalisation

The concept was created based on the study on the preconditions and directions for the spatial development of the municipality. The land broadly divided into three parts (fig. 2):

I. Area of physical activity, where we can find: fast food with disco, water equipment rental, gym, playing field, mini golf, sanitary facilities, public toilet and beautiful beach with gradual descent into the water.

II. Area of lower standard, where we can find: restaurant, bar and small pool on the beach, large campsite and small wooden houses.

III. Area of high standard, where we can find: hotel, high standard wooden houses and green square with picnic place.

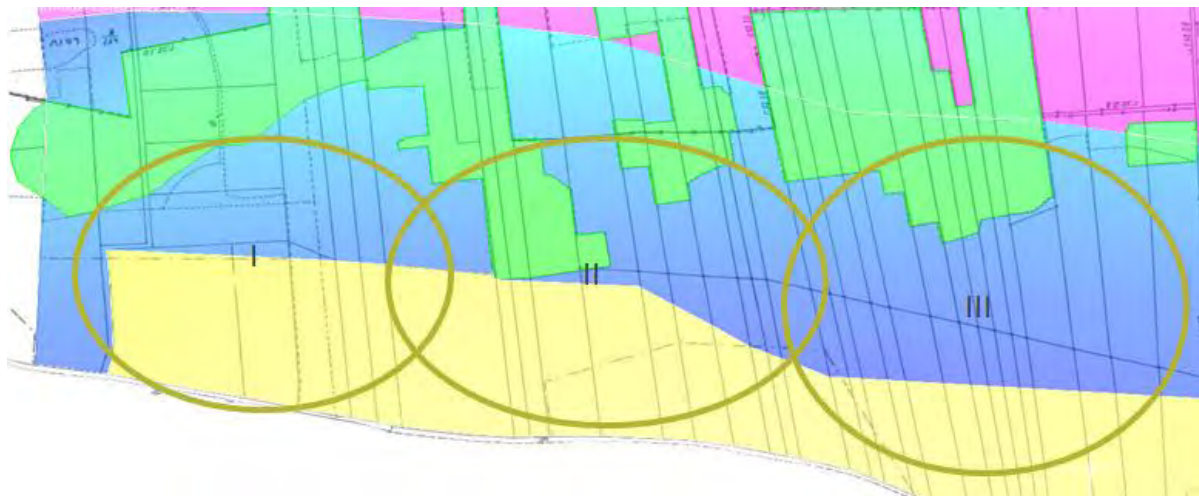


Figure 2. The study on the preconditions and directions for the spatial development of the municipality – own study [1]

Functioning after mining

Redevelopment of the post – mining area for the recreational and tourism functions will make to the public space more attractive, as well as will contribute to the of socio-economic development in this area. Moreover, in view of the local community, especially families with children, we will organize seasonal attractions such as outdoor events, concerts, cinema, open-air disco, games and winter fun on the ice.

Conclusions

Impact on the revitalization of the region:

- The creation of tourist and leisure complex,
- More attractive public space,
- Restore of the area socio-economic functions.

References

1. The study on the preconditions and directions for the spatial development of the municipality - Dokument form commune office Žabno.
2. The Act on Land Use Planning and Space Management - Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717. *Ustawa z dnia 27 marca 2003 r.*

M. KOSOK, S. FRÖHLICH, G. ALLMAIER, M. MARCHETTI-DESCHMANN
Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, Austria

J. VON BYERN

Ludwig Boltzmann Institute for Experimental and Clinical Traumatology, Austria

ANALYSES OF ADHESIVE BIOMOLECULES SECRETED BY THE SALAMANDER PLETHODON SHERMANI

Introduction

The salamander *Plethodon shermani* utilizes an adhesive secretion which is used for defense. Since nowadays biomaterials like adhesives become of special interest for industry to develop and produce products (bionic-based design) with less negative impacts on the environment (biodegradability, sustainability, etc.), it is of highest interest to analyze the biochemical composition of this yet undescribed bioglue. To identify proteins present in the secret, mass spectrometry is used. In particular peptide mass fingerprinting (PMF) and *de novo* peptide sequencing is performed which includes tryptic digestion of proteins and subsequent matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight - mass spectrometry (MALDI-TOF-MS) and tandem mass spectrometry (MALDI-TOF/RTOF-MS). To localize proteins/peptides of interest within salamander glands the emerging method of MALDI-based mass spectrometry imaging (MSI) will be implemented in the workflow in the future, too.

Up to now the research on natural adhesives was mainly restricted to marine animals. Even though the adhesive secret of the Australian frog genus *Notaden* shows a bonding strength of up to 1.7 MPa which is

comparable with industrial super glues [1], there is only little research available on terrestrial animals. Up to now, much is known about the secreted adhesives by frogs [1] as well as the toxic skin secretion of salamander [2 - 4] but nothing yet about secreted adhesives in salamander. This study aims to gather new information about secreted adhesives in amphibians, especially about the involved proteins.

A proteomics based workflow was applied for protein identification. An *in-gel* tryptic protein digestion is conducted on proteins separated by gel electrophoresis. The generated peptides are then analyzed by means of MALDI-TOF-MS. Those detected peptides are also further fragmented in the mass spectrometer using collision-induced dissociation (CID) to obtain amino acid sequence information. This identification method works quite well for rather large proteins (>14 kDa), but smaller proteins are not easily separated by gel electrophoresis. To circumvent this drawback, smaller proteins and peptides are measured directly from the bioglue without prior separation. For this, bioglue is collected from the animal's skin on an inert polymer film, subsequently covered with matrix, essential for MALDI-MS, and again subjected to mass spectrometric analysis. The smaller peptides and proteins can again be fragmented using CID to determine amino acid sequence information. The desorption/ionization of molecules from a surface makes this approach also a perfect technique for MSI which is able to visualize the spatial distribution of molecules on a surface.

Methods

Bioglue samples were gathered by stressing *Plethodon shermani* to stimulate secretion and depositing the secret on Aclar[®]-film (Honeywell, Morristown, NJ, USA), by rolling the animals over the film. This was done for a single individual as well as for different individuals. Secret of the single individual was also gathered in a microcentrifuge tube and further vacuum dried. For gel electrophoresis ~0.7 cm² Aclar[®]-film was clipped and halved, incubated and sonicated in NuPAGE lithiumdodecylsulfate (LDS) sample buffer (Invitrogen[™], Carlsbad, CA, USA) followed by an incubation at 70°C. An equal volume of 500 mM dithiothreitol (DTT) was added and again sonicated, followed by incubation at 70°C.

14 mg of the vacuum dried sample from the single individual were incubated and sonicated in 50 mM Tris-HCl pH 8.5 (final protein concentration: 0.4 mg/ml bicinchoninic acid (BCA) assay). Not all sample was dissolved and the remainder was partially dissolve by sonication and incubation at 70 °C in a solution containing 5 mM DTT, 2 M thiourea, 7 M urea, 2 % CHAPS and 50 mM Tris-HCl at pH 8.5 (protein concentration: 1.5 mg/ml Bradford assay).

All obtained samples were then separated on a 4-12 % Bis-Tris (Invitrogen[™], Carlsbad, CA, USA) using MOPS running buffer (Invitrogen[™], Carlsbad, CA, USA). Protein bands were visualized by silver staining. Protein bands of interest were cut out of the gel, destained with sodium thiosulfate and potassium hexacyanoferrate (III), reduced with 10 mM DTT, alkylated with 54 mM iodoacetamide and *in-gel* digested with 12.5 ng/μl trypsin overnight. The extraction of the thereby generated peptides from the gel occurred using 1 % formic acid and acetonitrile (1:1 v/v) followed by C₁₈ Zip-Tip (Millipore, Billerica, MA, USA) purification and embedding in α -cyano-4-hydroxycinnamic acid (α -CHCA) matrix on a stainless steel target for MALDI-TOF-MS measurement using an ultrafleXtreme (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) and a quadrupole reflectron time-of-flight mass analyzer (MALDI-QRTOF-MS) on a Synapt G2 (Waters, Manchester, UK) instrument, both operated in reflectron positive ion modes. Mass spectra were obtained in a m/z range of 500-3500.

To analyze molecules below a molecular weight of 12 kDa approx. 1 cm² of Aclar[®]-film were clipped, covered with α -CHCA MALDI-matrix using commercial available Profi-Airbrush-Set (Conrad Electronic, Vienna, Austria), fixed on a steel target and analyzed using a Synapt G2 (Waters, Manchester, UK) instrument in reflectron ion mode and an ultrafleXtreme (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) instrument operated in reflectron as well as linear ion detection mode.

Further protein identification has yet to be performed. This is done by comparing the generated peptide pattern of each tryptic digested protein with the pattern of *in-silico* digested proteins available in databases using Mascot-Search engine by Matrix Science (London, UK).

The analysis of the total amino acid composition was parallel performed by Institute Kuhlmann GmbH (Ludwigshafen, Germany) which will help to identify the main compounds of the secret.

Results & Discussion

Gel electrophoresis under reducing conditions showed a similar distinctive protein pattern after silver staining for the main bands for all samples which indicates similar protein compounds. MALDI-MS was used for protein identification of selected major protein bands visible in all samples. Nevertheless the different specimen did differ slightly in their protein composition (slightly changed protein pattern after gel electrophoresis), which indicates that different living conditions are reflected in the secret composition.

Detailed amino acid analysis revealed that in contrast to the average occurrence of common amino acids in proteins, acidic amino acids represent the main group with 16,2 % in the sample. Amino acids like leucine and alanine on the other hand, which usually are the most frequent amino acids, occur only half as much as usual. The basic amino acid arginine which is essential for the tryptic digestion occurs also to a much lower extent than usual which will be critical for the protein identification approach.

A first overview of intact proteins below 12 kDa analyzed by MS indicates several signals around 2 kDa, ~3.7 kDa, ~5.9-6.5 kDa, ~9 kDa and 11 kDa which have to be further investigated.

Outlook

The next step after protein identification (by database search after *in-gel* digestion), will be to perform

MALDI-based MSI on tissue sections of the mucous and granular glands of the animal to visualize the spatial distribution of surface-present molecules (the respective proteins). By aligning those images to light microscopic images, further histological tissue information will be generated in respect to molecular information, which provides better understanding on the function of biological systems.

Altogether this study will not only contribute to the knowledge about the gland system in salamanders but also to new aspects about the diversity of biological adhesives. This will help to discover and develop new environment-friendly biochemical or biomedical glues. For example nondegradable or chemically questionable products which represent an environmental risk, may be replaced by new products based on biological substances.

References

1. Graham et al. Characterization of a protein-based adhesive elastomer secreted by the Australian frog *Notaden bennetti*. *Biomacromolecules*. 2005;6:3300-12.
2. Brandon, R. A. and Huheey, J. E. Toxicity in the plethodontid salamanders *Pseudotriton ruber* and *Pseudotriton montanus* (Amphibia, Caudata). *Toxicon* 1981; 19, 25-31.
3. Brodie, E. D. and Smatresk, N. J. The antipredator arsenal of fire salamanders: Spraying of secretions from highly pressurized dorsal skin glands. *Herpetologica* 1990; 46, 1-7.
4. Mebs, D., Pogoda, W. Variability of alkaloids in the skin secretion of the European fire salamander (*Salamandra salamandra terrestris*). *Toxicon* 2005; 45, 603-606.

H. MIKULA, C. HAMETNER, J. FRÖHLICH

Institute of Applied Synthetic Chemistry, Vienna University of Technology, Austria

F. BERTHILLER, R. KRŠKA

Center for Analytical Chemistry, Department for Agrobiotechnology, IFA-Tulln, Austria

G. ADAM

Institute of Applied Genetics and Cell Biology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria

MASKED MYCOTOXINS – A CHALLENGE FOR SYNTHETIC CHEMISTRY IN ENVIRONMENTAL SCIENCES

During phase II detoxification in plants, animals or humans xenobiotic substances like mycotoxins are conjugated to a hydrophilic moiety, for example glucose, glucuronic acid or sulfate (Fig. 1). These conjugates, the so called masked or conjugated mycotoxins, are usually not detected using standard protocols and quantification is not possible due to lack of reference materials.¹ Therefore this class of substances is getting more and more into the focus of synthetic chemists.

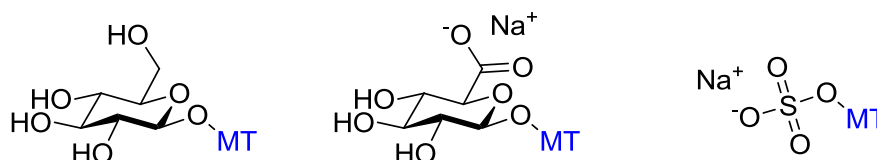


Figure 1. Basic structures of masked or conjugated mycotoxins (glucosides, glucuronides, sulfates; MT = mycotoxin)

Compared to the well-studied synthesis of oligosaccharides the preparation of mycotoxin glucosides and glucuronides is more difficult due to stability problems of these target molecules during deprotection in the last step. Classic esters (e.g. acetyl or benzoyl) are commonly used as participating protective groups in carbohydrate chemistry, but deprotection under basic conditions is not fully compatible with ester or acyloin functionalities present in mycotoxins like zearalenone (ZEN) or deoxynivalenol (DON), respectively. Furthermore regioselectivity plays an important role in the synthesis of mycotoxin metabolites if more than one site for conjugation is present within the target molecule.

In this contribution the development and application of novel synthetic methods affording reasonable amounts of several conjugated mycotoxins (Fig. 2)²⁻⁴ will be presented and discussed.

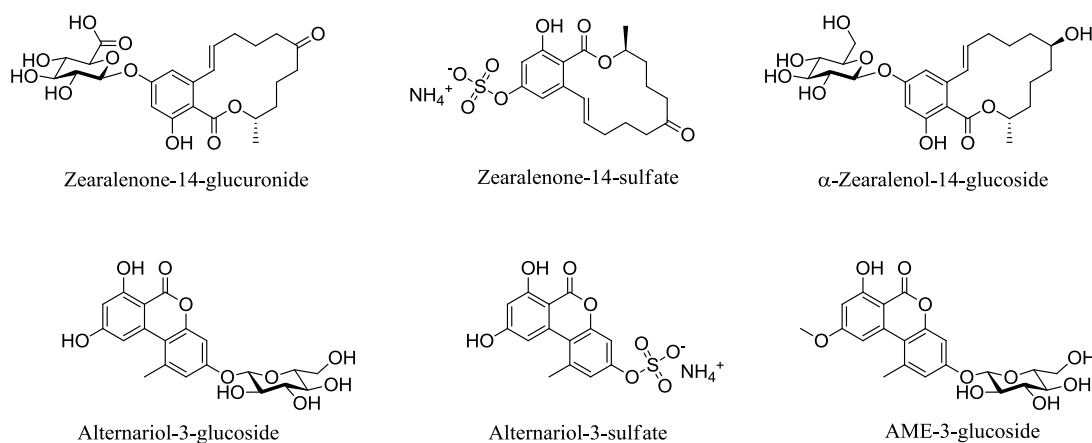


Figure 2. Structures of synthetic conjugated mycotoxins

References

- Berthiller, F.; Crews, C.; Dall'Asta, C.; De Saeger, S. D.; Haesaert, G.; Karlovsky, P.; Oswald, I. P.; Seefelder, W.; Speijers, G.; Stroka, J. *Mol. Nutr. Food Res.* 2013, 57(1), 165-186.
- Mikula, H.; Hametner, C.; Berthiller, F.; Warth, B.; Krska, R.; Adam, G.; Froehlich, J. *World Mycotoxin J.* 2012, 5, 289-296.
- Mikula, H.; Weber, J.; Lexmüller, S.; Bichl, G.; Schwartz, H.; Varga, E.; Berthiller, F.; Hametner, C.; Krska, R.; Fröhlich J. *Carbohydr. Res.* 2013, in press.
- Mikula, H.; Sohr, B.; Skrinjar, P.; Weber, J.; Hametner, C.; Berthiller, F.; Krska, R.; Adam, G.; Fröhlich, J. *Tetrahedron Lett.* 2013, submitted.

N. MOMOT, T. GAWENDA

AGH University of Science and Technology, Poland

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SELECTIVE MECHANICAL PROCESSING OF POST-COAL WASTES ON ROCK MATERIALS QUALITY

Post-coal wastes – to store or to invest?

Production of conventional energy carrier as hard coal leads to production of extractive wastes during preparation works as well material beneficiation. The data of Main Statistical Agency show that in 2007 the wastes produced by hard coal extraction amounted 34.4 million of tons. It was about 50% of all wastes from extraction industry and about 27% of total amount of wastes produced by industry in Poland [4].

This problem can be solved thanks to application of proper technological systems of comminution and classification in mines like, for example, selective mechanical processing. It is based on selection of material of the best physicochemical properties from wastes which is then processed. This allows to obtain the aggregates of properties being in accordance with currently existing norms and expectations of clients [2, 3].

Selective processing of post-coal wastes from KWK "Piast"

The post-coal waste were investigated (about 200 kg) originated from KWK "Piast" which were created during processing in Disa beneficiation devices. In first stage of research the wastes were classified according to lithologic types (fig. 1) into: gray mudstone, mudstone with outgrowth of iron spars, coal shale and sandstone.

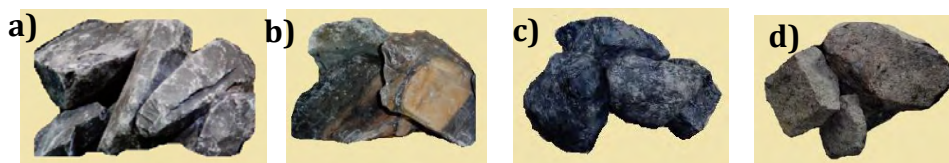


Figure 1. Lithologic types being part of post-coal wastes from KWK „Piast”: a – gray mudstone; b – mudstone with outgrowth of iron spars; c – coal shale; d – sandstone (photo: Momot N.)

Then the percentage shares of individual lithologic types were investigated. The biggest part of wastes from KWK "Piast" were mudstones – gray mudstone and mudstone with outgrowth of iron spars, which share was equal to 74.8%.

Furthermore, the microscopic observations of wastes allowed to state that gray mudstone features by the best endurance properties comparing to other lithologic types because it was not significantly self-comminuted. The

particle size distribution indicates that the majority of particles (about 90%) were particles of size >100 μm. The researches elaborated in the further part of the paper concerned the gray mudstone. The other lithologic types will be also analyzed in the following investigations.

The laboratory research (fig. 2) concerned the analysis of gray mudstone properties. The mudstone of granulation 0 – 300 μm was comminuted in laboratory crusher Makrum, width of outlet gap 8 mm. The product of granulation 0 – 31.5 μm was obtained, the plus mesh product was directed to additional crushing.

The comminution product was separated into two representative samples, from which one was called real mixture – real product and second was divided by means of gap screens onto regular and irregular particles. Such prepared three samples were then screened in purpose of determination of three particle size fractions: 4 – 8, 8 – 16 and 16 – 31.5 mm. In this way 9 samples were obtained which were then tested for susceptibility to comminution in Bond mill (fig. 3a) by 100 rotaries (laboratory of Department of Environmental Engineering and Mineral Processing, AGH) and also for smashing in device presented on the photo (fig. 3b) located in Institute of Ceramics and Constructive Materials (ICiMB) in Krakow. The identification of durability to smashing was done according to the norm PN-78/B-06714 concerning investigation of mineral aggregates.

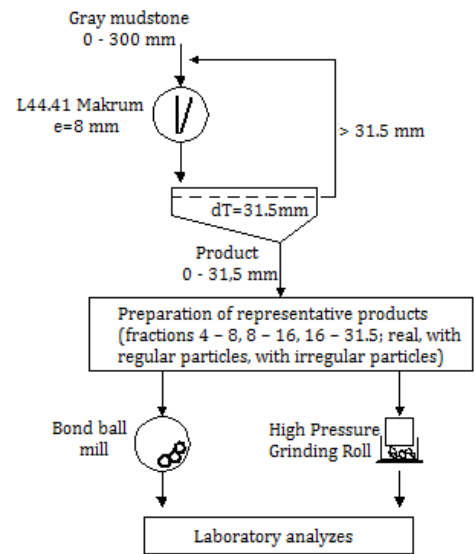


Figure 2. Scheme of laboratory research conducted on gray mudstone

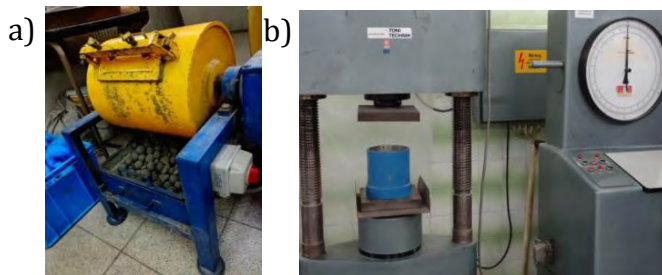


Figure 3. Investigation of susceptibility to comminution and smashing for aggregates from post-coal wastes: a – Bond mill in laboratory AGH; b – endurance devices in ICiMB in Krakow (photo: Momot N.)

Table 1
Comminution levels 20- and 80- percentage – aggregate fraction 4 – 8 mm

Comminution level	MRZ	ZN	ZF
20-percentage S_{20}	2,1	3,03	1,5
80-percentage S_{80}	1,1	1,15	1,05

products. It occurred that the finest particles comminuted the most easily (4 – 8 mm). It is connected to the fact that fine aggregates require less to become a dust. It is also related to the short time of grinding for all samples. The similar results were obtained for the smashing products. The highest amount of dusts <1 mm was observed in the finest fraction.

However, it occurred that applying the method of determination of smashing resistance for aggregates according to the norm PN-78/B-06714 concerning investigation of mineral aggregates, the reverse results were obtained. According to the formulae (1) the crushing factor X_r was calculated for which the growth of smashing product mass below control screen is taken into consideration: fraction 4-8 mm: <1 mm; fraction 8-16

After grinding in Bond Mill, as certain type of alternative for determining the susceptibility to comminution in Los Angeles mill, the particle size distribution curves were obtained for feed and products and the 20- and 80-percentage comminution levels were calculated.

As example the plot of particle size distribution curve was presented below for feed 4 – 8 mm and grinding products (fig. 4) and comminution levels were collected in Table 1.

Particle size distribution curves allow to state that particle size distribution of feed and grinding product for irregular particles (ZN) characterizes by higher share of fine particles in comparison to other curves. Moreover, regular particles (ZF) have bigger sizes.

It is possible then to think about lowering energy consumption of mineral processing, based on comminution by selecting only irregular particles from feed on screens because they feature by highest susceptibility to comminution.

The next step was to investigate the percentage share of particle size fraction <1 mm (dusts) in grinding

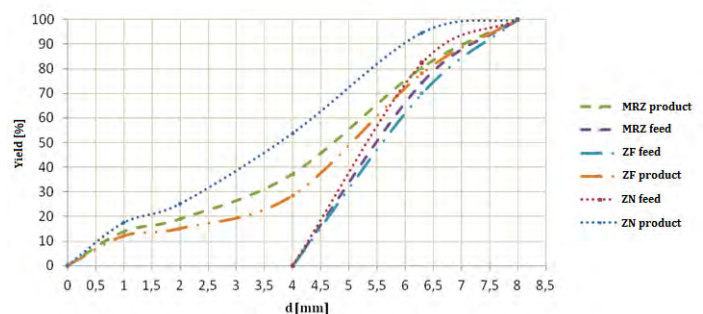


Figure 4. Particle size distribution curves for feed 4- 8 mm and grinding products in Bond mill

mm:

<2 mm; fraction 16-31,5 mm: <4 mm.

$$X_r = \frac{m_1}{m} \cdot 100 \% \quad (1)$$

m_1 – mass of sample of particle size below control screen [g]; m – mass of the whole sample [g].

The fine aggregates (4 – 8 mm) are the most resistible and indicate the lowest value of the factor X_r (lowest growth of the fraction below 1 mm). This is in accordance with ideology: the finer particle and more comminution stages earlier then it is stronger and requires more energy to its further comminution.

Conclusions

In purpose of obtaining the aggregate of better properties from post-coal wastes the multiple stage systems should be used (at least two stages) because the fine grained aggregates feature by higher durability to smashing.

The technological process of post-coal wastes processing and production of aggregate should lead to obtaining the maximum amount of regular particles. One of solutions can be direction of separated irregular particles obtained on screens to cubisers.

In case of wastes or mineral processing (preparation to comminution) the energy consumption can be lowered by directing only irregular particles to the process – their susceptibility to comminution is higher.

It is possible to obtain the crushing factor for regular particles equal to about 13% by method of selective processing of post-coal wastes. This value is close to the ones for dolomite or limestone aggregates for which this factor is from the range 12.7 – 18.2%.

References

1. Gawenda T., Momot N.: Ziarna bardziej foremne. Układy rozdrabniania i klasyfikacji a jakość kruszyw z odpadów przywęglowych. Surowce i Maszyny Budowlane; Wyd. BMP Racibórz, ISSN 1734-7998. — 2012 nr 2 s. 18–22.
2. Gawenda T.: Analiza zawartości ziaren nieforemnych w kruszywach pochodzących z odpadów przywęglowych uzyskiwanych w kruszarkach szczękowych. Surowce i Maszyny Budowlane, s.22-27, Branżowy Magazyn Przemysłowy, 1/2009, ISSN 1734-7998, Wyd. BMP Sp. z o.o. Racibórz
3. Gawenda T.: Problematyka doboru maszyn kruszących w instalacjach produkcji kruszyw mineralnych, Górnictwo i Geoinżynieria 2010 R. 34 z. 4 s. 195–209 Polski Kongres Górniczy 2010, IX krajowy zjazd górnictwa odkrywkowego: Kraków, 9–10 września 2010,
4. Góralczyk S.: Badanie i diagnoza stanu obecnego rozwoju technologii w zakresie zagospodarowania odpadów w górnictwie. Foresight OGWK, Warszawa 2009.

V.M. NAIK, N. ASHWATH

Central Queensland University, Centre for Plant & Water Science, Australia

CONSERVATION OF THE RARE AND THREATENED PLANT SAMADERA BIDWILLII (HOOK.F.) OLIV. ON A COAL MINE SITE IN CENTRAL QUEENSLAND

Summary

Samadera bidwillii (Family: Simaroubaceae), is a shrub listed as a vulnerable species in Australia. This species occurs only at restricted localities, including a coal mine site near Biloela, Central Queensland. The major threats to its conservation include habitat clearance due to mining and grazing. Mining companies are required to develop conservation strategies to continue to undertake mining in the areas around which these species naturally occurs. Conservation of *Samadera bidwillii* requires information on population ecology, habitat preference, seed biology, propagation strategies, and its ability to grow successfully on rehabilitated mine sites. In this project, populations of *Samadera bidwillii* were surveyed at a mine site and other areas where it naturally occurs. Tissue culture studies and stem cutting methods of propagation were trailed and were found unsuccessful. Genetic variation studies are being carried out using microsatellite markers technique. Results of these studies will help develop a strong conservation strategy for *Samadera bidwillii*.

Introduction

Samadera bidwillii grows in patches from Cape York Peninsula, north of Queensland to northern New South Wales (Hewson, 1985). Queensland Department of Natural Resources (2001), however reports that this species is only found in Queensland- between Scawfell Island, near Mackay, and Goomboorian, north of Gympie. Recently, this species has also been reported to occur near Gympie (Harden *et al.*, 2006). It is suspected that the populations present in central Queensland (Figure 1) are more likely to be separate genotypes and may be related to two other undescribed species that occur in northern New South Wales (Parsons Brinckerhoff Australia, 2008).

The main identified threats for this species are habitat clearing as a result of agriculture, forestry, mining, urban development and recreational activities (Department of Sustainability Environment Water Population and Communities, 2011). Some weed species are also suppressing its growth (Smyrell, 2007). Insect attack is also suspected as one of the threats in central Queensland (Elsol & Elsol, 2005).

Management of *Samadera bidwillii* populations in the wild and on disturb lands is found to be difficult due to lack of knowledge on this species. The planned studies such as habitat survey, propagation studies and establishment of genetic variability, are all hoped to generate data which will help produce sound recovery and management plans.

Materials and Methods

A total of five locations have been identified for field survey at Callide (Elsol & Elsol, 2005) on undisturbed habitats. The methods described by Walker & Hopkins (1984), Neldner *et al.* (2005) and McDonald *et al.* (2009) were used in the survey and duplicate voucher specimens have been collected from all populations.

A fifty-meter transect was stretched in the middle of the population where *Samadera bidwillii* plants were found in frequent numbers. Sampling plots (5m x 5m) on both side of transect were marked with wooden pegs and marking tapes. A minimum of ten plants were tagged to measure plant growth within the marked plots. The population data were recorded using the modified vegetation survey template and the data were tabulated (Table 1). *Samadera bidwillii* populations that occur in other parts of Queensland (e.g. Maryborough) were also surveyed and the seeds have been collected for testing.

To examine propagation strategies, shoots were brought to the laboratory and different tissues were placed in tissue culture media containing different rooting hormones. The stem cuttings were treated with rooting hormones and placed in a mist house. Leaf samples of all populations were collected extract DNA with the view to delineating genetic variations between- and within populations. Leaf DNA was extracted using DNeasy Plant Mini kit (Qiagen Tech.).

Results and discussion

Samadera bidwillii grows on at least 40 known sites in Queensland as per Queensland herbarium records (Queensland Department of Natural Resources, 2001). Elsol & Elsol (2005) recorded at least five populations near Callide, with a density of 5 to 100 individuals per population (Parsons Brinckerhoff Australia, 2006). However during the current survey, only three main populations were found near Callide and these populations vary in size and contain sub-populations (Table 1, Figure 2).



Figure 1. *Samadera bidwillii* plants in their natural environment in Central Queensland

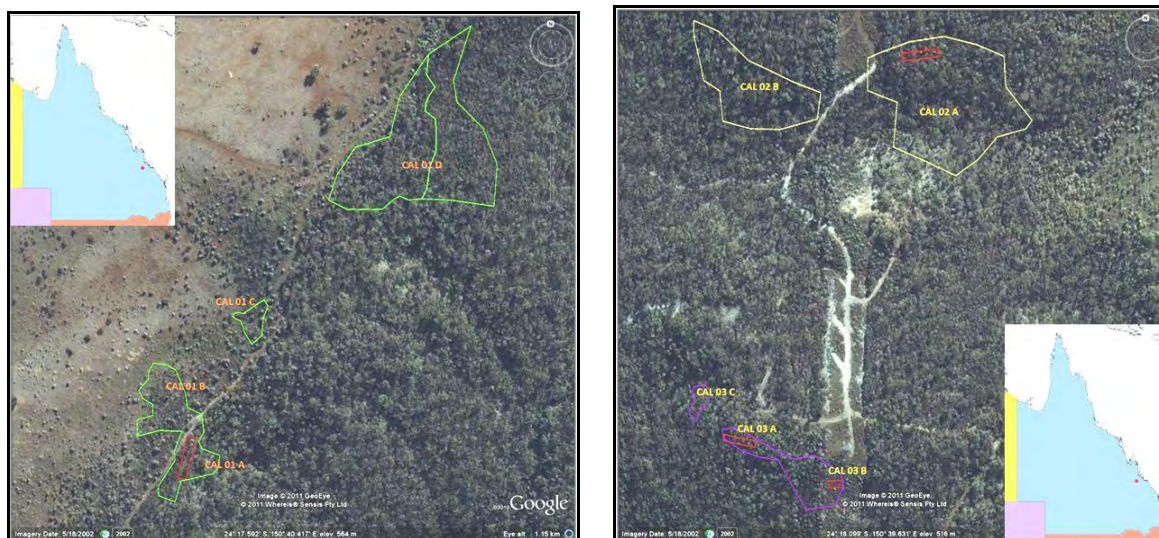


Figure 2. *Samadera bidwillii* populations at Callide, central Queensland (June 2011)

Samadera bidwillii can occur on lithosols, skeletal soils, sands, silts and sands with clay subsoils (Stanley & Ross, 1983). During survey, populations at Callide were found on sandstone geology with sandy and silty loamy soil. *Samadera bidwillii* commonly occurs in lowland rainforests or on their margins (Hewson, 1985) and the species can also be found in open forest and woodlands (Queensland Department of Natural Resources, 2001). This species has been reported to occur as an understorey species in *Eucalyptus cloeziana* and *Corymbia citriodora* tall woodlands (Parsons Brinckerhoff Australia, 2008). *Samadera bidwillii* usually occurs amongst spotted gum, grey

gum, white mahogany, forest red gum, pink bloodwood, ironbark, gum topped box, Gympie messmate and broad-leaved ironbark (Queensland Department of Natural Resources, 2001). During the field survey, *Samadera bidwillii* was found to occur in woodlands that were dominated by Gympie messmate (*Eucalyptus cloeziana*) and spotted gum (*Corymbia citriodora*) as well as with other species such as *Grevillea hockingsii* and *Boronia* sp. The plants found at CAL 03B population under power lines were taller than those occurring at other locations.

Table 1

Callide mine survey data (collected in June 2011)

Sr No.	Particular	CAL 01-A	CAL 02-A	CAL 03-A	CAL 03-B
1	Site Name	Callide Mine	Callide Mine	Callide Mine	Callide Mine
2	Location	Lot No. 23RN527, 'Lone star', Coal Rd, Dumgree/Thalberg, Biloela 4715.	The Hut refractory area, Callide Timber Reserve	North of the Bluff area, Callide Mine lease area	North of the Bluff area, Under power line, Powerlink managed area
3	Latitude (D°M'S")	S 24°17'40"	S 24°17'57"	S 24°18'13"	S 24°18'15"
4	Longitude (D°M'S")	E 150°40'20"	E 150°39'40"	E 150°39'30"	E 150°39'34"
5	Altitude (metre)	563	509	496	505
6	Landform Situation	Tableland / Plateau	Hill/Slope	Hill/Slope (HIL)	Hill/Slope (HIL)
7	Landform Pattern	Hill (HIL), Plateau (PLT)	Plateau (PLT)	Plateau (PLT)	Plateau (PLT)
8	Landform Elements	Gully (GUL), Hillslope (HSL)	Hillslope (HSL)	Hillslope (HSL)	Hillslope (HSL)
9	Morphological Type	Crest (C), Simple slope (S), mid slope (M), Open depression (V)	Crest (C), Simple slope (S), Mid slope (M), Open depression (V)	Upper slope (U)	Upper slope (U)
10	Aspect (°)	180°	180°	202°	180°
11	Aspect direction	South	South	South-Southwest	South
12	Slope (°)	50°	20°	30°	37°
13	Slope Class	Very steep and Precipitous (PR)	Moderate inclined (MO)	Moderately inclined (MO)	Steep (ST)
14	Soil Type	Rocky Skeletal soil	Sandy loamy soil	Sandy loamy soil	Loamy soil
15	Soil texture	Silty loam	Sandy loam	Sandy loam	silty loam
16	Geology	Sandstone, sedimentary rock	Sandstone	Sandstone, sedimentary Rock	Sandstone
17	Vegetation Structure	E. cloeziana open forest	E. cloeziana open forest	E. cloeziana open forest	Open Scrubland
18	Crown cover (%)	62%	64%	58%	0%
19	Vegetation health	2	2	2	1
20	Upper story dominant (U)	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. cloeziana</i>	-
21	Average Height (metre)	24	23	30	
22	Middle story dominant (M)	<i>Acacia pubicosta</i>	<i>Acacia sherlii</i>	<i>Acacia pubicosta</i>	-
23	Average Height (metre)	10.5	14	10	
24	Groundcover dominant (G)	Grasses	Grasses	Grasses	Grasses
25	Other plant species (O)	<i>E. fibrosa</i> , <i>Boronia</i> sp.	<i>E. decorticans</i> , <i>Boronia</i> sp., <i>Grevillea hokinsii</i>	<i>E. decorticans</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>A. sherlii</i> , <i>Boronia</i> sp.	<i>Boronia</i> sp.
26	Disturbance	-	Powerline > 5%, Selective logged	-	Powerline > 5%, logged periodical
27	<i>S. bidwillii</i> popl. area (ha)				
28	<i>S. bidwillii</i> plant per ha	5800	11440	7520	2650
29	Plant height (cm)	93.6	129.7	73.1	210.3
30	Stem dia at 40cm hght (mm)	9.02	13.03	6.6	26.53
31	Flowering/Fruiting observe.	No	No	No	No

Samadera bidwillii flowers in November to December and January to March, and the fruits mature from February to April. Poor flowering and regeneration from root suckers have also been reported (Elsol & Elsol, 2005).

Propagation via tissue culture was found unsuccessful due to difficulty in disinfecting the field-grown plant material. The stem cuttings trial was partially successful in that most stems produced shoots but they failed to induce roots (Figure 3). The root cuttings responded well so further propagation studies will be carried out using roots. DNA has been successfully extracted from the leaf samples collected from various populations. Genetic analysis of these samples is currently underway.

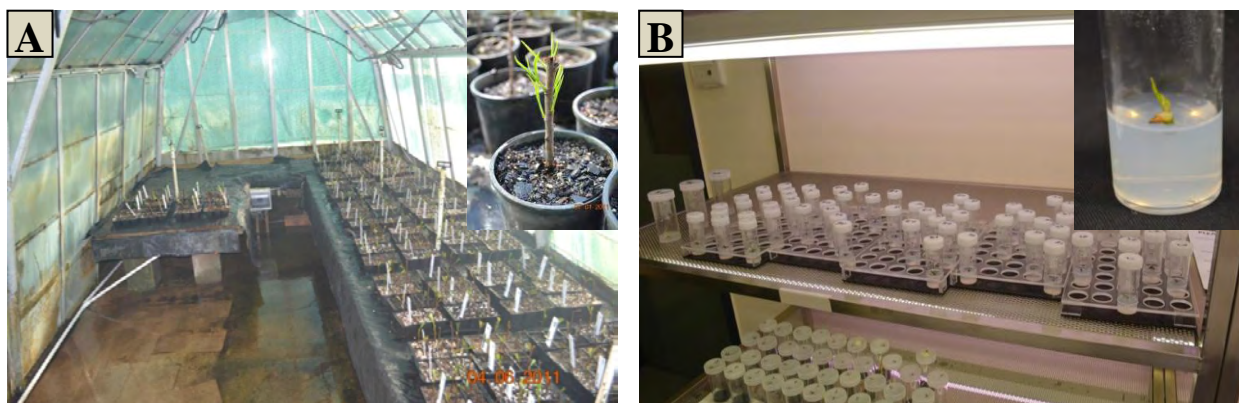


Figure 3. Stem cutting (A) and tissue culture propagation (B) showing bud break (see inset)

Expected outcome

This study will describe various populations of *Samadera bidwillii*, while also highlighting appropriate soil and habitat conditions required for its survival and growth. The propagation studies will develop technique by which this species can be regenerated on disturbed sites. Genetic studies will delineate if the populations that occur in central Queensland are related to those found in South-East Queensland. The above knowledge will be useful to conservation groups and mining companies for conserving and managing *Samadera bidwillii*.

References

1. Department of Sustainability Environment Water Population and Communities 2011, *Samadera bidwillii* in Species Profile and Threats Database, Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, Government of Australia, Canberra, viewed June 24th, 2011, <http://www.environment.gov.au/sprat>
2. Elsol, J.A. & Elsol, J. 2005, Report on the rare plant species (version April 2005), report, Submitted to Anglo Coal (Callide Management) Pty Ltd., Brisbane.
3. Harden, G.J., McDonald, W.J.F. & Williams, J.B. 2006, *Rainforest trees and shrubs: a field guide to their identification*, Gwen Harden Publishing, Nambucca Heads, NSW.
4. Hewson, H.J. 1985, 'Simaroubaceae', in *Flora of Australia*, vol. 25, Australian Government Publishing Service, Canberra, ACT, pp. 188-196.
5. McDonald, R.C., Isbell, R.F. & Speight, J.G. 2009, 'Land surface', in *The National Committee on Soil and Terrain* (ed.), *Australian Soil and Land Survey Field Handbook*, 3rd edn, CSIRO Publishing, Canberra, p. 264.
6. Neldner, V.J., Wilson, B.A., Thompson, E.J. & Dillewaard, H.A. 2005, *Methodology for survey and mapping of regional ecosystems and vegetation communities in Queensland*. Version 3.1, report p 128, Submitted to Queensland Herbarium, Environmental Protection Agency, Brisbane.
7. Parsons Brinckerhoff Australia 2006, *The Bluff Ecological Assessment – Preliminary information request*. Prepared for Anglo Coal (Callide Management) Pty Ltd, report, Submitted, Brisbane.
8. Parsons Brinckerhoff Australia 2008, *Callide mine threatened species survey - The Bluff Mining Lease*. Prepared for Anglo Coal (Callide Management) Pty Ltd, report, Submitted, Brisbane.
9. Queensland Department of Natural Resources 2001, *Species management profiles for plants in Species Management Manual*, Queensland Department of Natural Resources, Brisbane, viewed on 1 July 2011, http://www.environment.gov.au/cgi-bin/sprat/public/publicspecies.pl?taxon_id=10094
10. Smyrell, G. 2007, 'Surveys for *Quassia bidwillii* in the Hervey Bay region', Department of the Environment and Water Resources., Brisbane, (Unpubl).
11. Stanley, T.D. & Ross, E.M. 1983, *Flora of south-eastern Queensland*, Department of Primary Industries, Brisbane, Queensland.
12. Walker, J. & Hopkins, M.S. 1984, 'Vegetation', in RC McDonald (ed.), *Australian soil and land survey field handbook*, Inkata Press Proprietary Ltd, Melbourne.

WASTEWATER MANAGEMENT IN VIETNAM'S COAL MINING INDUSTRY – THE STATE AND SOLUTIONS

Background

In recent years, coal mining and mineral processing of Vietnam has been developing significantly. Besides its positive effect, there are still the negative effects of coal mining activities to the environment, especially pollution and degradation of water resources which are often used for agricultural production. During coal-exploitation process, removal of wastewater produced when mining, waste dumping, etc. have negative impacts on water resources for agricultural production in the surrounding area such as changing topography, surface-water systems, storage and drainage conditions (**mechanical effects**); changing the nature of physical, chemical composition of the water (**chemical effects**).

According to preliminary statistics, in the coal fields in Quang Ninh province (this is the major coal output accounted for 95% of Vietnam); the total volume of mining wastewater is 30-40 million m³ and rivers, streams, lakes, coastal areas have been negatively affected by mining wastewater; these effects include sedimentation, loss of aquatic resources, the decline in the water quality due to, affecting the quality of water for agriculture use. Besides, it also raises potential problems causing **soil pollution** because the coal screening processes produce a large amount of slurry which badly impact on the soil quality

Aware of this and to minimize the environmental impact of pollution, for many years, Vietnam's Coal Industry Offices have been developed the mining wastewater treatment system. Statistics from 2008 to present shows that the Coal Industry Offices had put 22 mining wastewater treatment systems into operation. Mining wastewater treated in 2011 through these 22 wastewater treatment plants is 25.922.000m³. However, in recent years, investment in solutions to improve environmental protection for the water resources of the coal mining business is still at a low level. **This lack of investments in environmental solutions** has a direct impact on the surrounding residential environment. For example, according to recent environmental status of the Ministry of Industry and Trade, in a number of localities in the north, including some areas of Quang Ninh coal-mining operations, the problem of water and air pollution is really alarming; in many areas, the content of poisonous substance in water and dust in the atmosphere are above standard allowed many times. **Therefore**, the study of the evaluation of wastewater management in coal mining to find out the causes and offer solutions to improve the efficiency of environmental management in general and wastewater management in particular in coal mining activities in Vietnam is a crucial issue and highly topical.

The assessment of the status of coal-mining wastewater in Vietnam

-The study results indicate the assessment of the status of coal mining wastewater in Quang Ninh province in Viet Nam as follows:

+ **pH Degree of mining wastewater is acidic; high metal concentrations in water; BOD index of several mines are highly beyond TCVN5945 - 2005** (TCVN means Standard of Viet Nam). To specify, wastewater is opaque yellow, smelly, pH degree = 3.3 with high ammonium concentrations of 3.5 mg /l, nearly twice as standard allowed, Manganese (Mn) concentration of 5.9 mg /l, Oxidized 33.6 mg/l.

+ Average wastewater flow:

- Pit Mine: 3 - 10 m³ /1 ton coal mining.
- Coal Screening: 0.5 m³ /1 ton of clean coal.

Wastewater from pit coal mines in Quang Ninh in the range of 25 - 30 million m³ per year, in which **Cam Pha** mines (*Cam Pha is a city of Quang Ninh province*) are 6 million m³ per year, **Mao Khe** mines (*Mao Khe is a Commune of Dong Trieu district, Quang Ninh province*) are 3 million m³ per year, **Mong Duong** (*Mong Duong is a ward of Cam Pha city*) are 1 million m³/year.

-Impacts on the surface water quality of mining activities and processing of coal in the Quang Ninh region expressed in the following aspects: Increased levels of suspended solids, especially coal slurry; changed the pH degree of the water, increasing concentrations of heavy metals and sulfate ions in the water.

+ According to the analysis, the amount of suspended solids in rivers, streams, ponds and lakes related to coal mining activities are high, ranging from 500 - 2500 mg / l, which is higher than the standard allowed 6-12 times. The pH of the water in the range of 4 - 7.5 and depends on the concentration of SO₄ ions presence in the water. The concentration of heavy metals in water associated with the coal mines is generally higher than concentrations in the surface water in these areas.

-The water quality in some lakes in Quang Ninh areas has been impaired, affecting irrigation for agriculture and aquaculture. Metal concentrations of Pb, Cu, and Zn in sea areas related to coal exploitation higher than other sea zones, surpassing environmental standards of coastal water from 3 to 10 times. Test results analysis of a sample of household wastewater and mining wastewater are summarized in the following table:

Table 1

The results of analyzing the mining wastewater from several coal mining regions of Quang Ninh

So TT	Indexes	Unit	Mao Khe mines	Vang Danh mines	Lo Tri - Thong Nhat mines	Khe Cham mines	Standard of Viet Nam (B) 5945-2005
1	Temperature	°C	28,2	22,0	-	28	40
2	pH Degree		7,17	6,16	3,83	3,41	5,5 + 9
3	Conductivity	mS/cm	0,98	0,381	1,56	2,82	-
4	Turbidity	NTU	382	22	680	249	-
5	Salinity	%	0,04	0,01	0,07	0,13	-
6	BOD ₅	mg/l	3,5	1,5	3,5	2,5	50
7	COD	mg/l	28,8	16,0	25,6	44,8	100
8	NO ₃ -N	mg/l	1,99	0,22	-	-	-
9	PO ₄ ³⁻	mg/l	0,202	-	-	-	-
10	TDS	mg/l	372	306	568	1352	-
11	TSS	mg/l	478	52	197	498	100
12	SO ₄ ²⁻	mg/l	572,5	137,8	478,5	316,5	-
13	Mn	mg/l	4,01	1,99	5,06	1,75	1
14	Fe	mg/l	4,98	3,72	154,7	25,76	5
15	Hg	mg/l	0,00034	0,00019	0,00025	0,00007	0,005
16	Pb	mg/l	0,00450	0,00174	0,02372	0,00121	0,5
17	As	mg/l	0,00236	0,0105	0,0223	0,0069	0,1
18	Cd	mg/l	0,0231	0,00247	0,00319	0,00198	0,02

Source: Compiled environmental management report 2011 - Institute of Mining Science and Technology

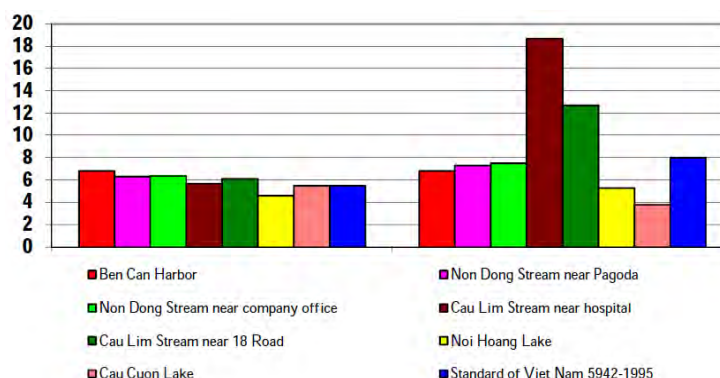


Figure 1. pH and TSS indexes in surface water Mao Khe Coal Company in 2010

Source: Doctoral thesis Nguyen Thi Kim Ngan – 2011

The Assessment of the status of wastewater management in the Vietnamese coal mining.

To alleviate the environmental pollution caused by the mining of coal, Vietnamese Coal Industry Offices have been implementing projects, works, and measures to protect the aquatic environment. Currently, Vietnamese Coal Industry invested about 700 billion VND per year for environmental protection (EP).

Many Vietnamese coal mining enterprises reports the *environmental impact assessment* and *environmental monitoring results* on a regular basis; and simultaneously avoiding coal transportation on roads, improve coal transportation routes used to separate the transportation of coal from the residential area to minimize dust and noise for residential areas; ditch dredging within the boundaries of fields such as improving drainage of Khe Cham - Duong Huy mines, improve environmental landscape of Vang Danh river (Uong Bi district, Quang Ninh province).

However, the management of mining wastewater in Vietnam also revealed many shortcomings. By this time, the total amount of mining wastewater of the coal industry treated is 47%; the rest is roughly pre-treated by mechanical methods, or not treated at all. **The problem is** the Coal Industry Offices only interest in wastewater treatment from coal pits mining and do not interest in wastewater from the industrial zones, areas of coal processing, coal storage bays, ancillary service stages. This is contributing to the contamination of the rivers, streams and drainage ditches around the mining operations, coal processing, affecting the lives of people.

On the other hand, for industrial wastewater management in general, the Vietnamese Government issued Decree No.67/ year 2003 and the Decree amended No. 04/year 2007 of wastewater charges. In the coal region of Vietnam, the total amount of mining wastewater declared by coal mining enterprises in 2011 was 38,914,075 m³.

However, this does not include runoff wastewater from mining waste dumps. Two typical parameters used to estimate the impact on the environment is acidic and suspended solids, besides the content of Fe and Mn. Mine the pH of the wastewater ranged from 3.1 to 6.5, the concentration of suspended solids (TSS) in excess of the permitted standards from 1.7 to 2.4 times, particularly 8.09 times.

Why does this phenomenon happen? According to the authors it is because management tools above mentioned **do not take into account the characteristics of the mining industry wastewater sewage charges.** Among 6 criteria as stipulated in Decree 04/year 2007, most of the indexes of the coal mining industry are lower than TCVN 5945-1995 (B) many times, except only "*Suspended Solids Index*" in excess of the permitted standards (Standards Index). Meanwhile, according to the results of environmental monitoring, coal mining wastewater, in recent years, shows the characteristics of the wastewater in the mining industry often have other special features. Specifically, mining wastewater is often strongly acidic (low pH degree), the Fe content exceeds acceptable standards from 2 to 10 times, Mn beyond acceptable standards 2-4 times, S₀₄ ion levels exceed acceptable standards 1-3 times.

Thus, the target of getting fees from manufactures specified in the Decree No 04/2007 when applied to the coal mining industry is not appropriate. Because of that, the wastewater charges do not encourage manufacturers to reduce pollution and increase the cost of environmental pollution control. **The reason is that** environmental fee does not focus on the characteristics of wastewater pollutants in coal mining activities, leading to fee which manufactures need to pay is not high enough and in addition, the construction of treatment systems to reduce pollutants in wastewater is not beneficial or its cost is higher than the payment of charges.

4. Proposed measures to improve the efficiency of coal mining wastewater management in Vietnam

Based on the assessment of environmental pollution and the management of mining wastewater in Vietnam, the authors propose measures to improve the efficiency of mining wastewater management of the coal industry in Vietnam as follows:

- Need to change ***pollutants indexes*** to estimate wastewater pollution in coal mining industry and the fees to be paid is determined so that fees are asymptotic with the investment to reduce pollution to achieve standards allowed (acceptable standards) of the Decree No. 04/2007.

- Enhance application of environmental management systems in coal mining enterprises. It means that these enterprises must periodically publish wastewater discharge activities in order to increase the transparency and accuracy of the data declaration.

- To construct wastewater treatment plants with acceptable standards. Especially, urgently implement the *overall environmental planning* for the coal mining industry, ensure that all wastewater be treated to meet the standards, regulations allowed before being discharged into the environment. According to the Guideline (announced recently) of Vietnam Coal and Minerals Industries (VINACOMIN), from 2014, mining wastewater will be entirely treated before being discharged into the environment, contributing to the environmental protection associated with the production environment.

- The coal mines are newly put into operation must build wastewater treatment plants and building the plants by using technology as follows:

- + **For water runoff and underground water from the wastesolid dump:** Around mines and the wastesolid dump, build a system of ditch to collect wastewater to a system of reservoirs, where wastewater is treated by chemical method (usually using powdered lime to neutralize), then measure the pH degree and several metal ions. If they meet the standard allowed, the wastewater is then acceptable to be dumped into the environment.

- + **For the wastewater that produced during exploitation:** After pumping the water to lay down sediments, a portion of the water is pumped back to the mine to serve production (screening, watering, etc.), the rest is pumped up to another reservoir to be treated with chemical and biological methods to provide water for the daily needs of the mining area.

- + **For wastewater after coal screening:** Water from coal screening factory is collected, then filtered mechanical and chemical (if needed), and after that, it is pumped back to coal screening system.

- Viet Nam Coal Industry should strengthen cooperation with Germany, South Korea, Japan, and Ixaren in order to receive the water treatment technology, gaining advanced knowledge of environmental management.

References

1. The doctoral thesis of Dr. Nguyen Thi Kim Ngan (2011).
2. Viet Nam Coal - Minerals Group (2011), report summarizes the work of environmental protection in 2010-2011 and mission in 2012.
3. Institute of Mining Science and Technology ((2011), general report on environmental monitoring in 2011 Quang Ninh mines.

THE CHROMIUM ACCUMULATION IN SOME LINKS OF FOOD CHAIN OF AQUATIC ECOSYSTEMS

Abstract

The aim of the study was to determine the level of chromium accumulation in a selected parts of food chain in the carp pond farming. Based on the results, the level of chromium bioaccumulation in the aquatic system was estimated. The study was carried out on two adjacent fish ponds, located in Krakow-Mydlniki. To conduct the analyzes the following samples were collected at each pond: water, soil from the bottom of the ponds, benthic organisms (larvae of midge flies), and organs of carp (gills, muscle, gonads, liver) which are involved in the metabolism of the tested element. In all samples, the chromium content was determined by atomic emission spectrometry using JY 238 Ultrace Jobin Yvon Emission analyzer. The preparation of samples was performed according to standard methods defined in the Regulations of the Ministry of Health and the Ministry of the Environment. The results of the research show the good quality of the abiotic components of ecosystems examined on the basis of their contamination with chromium. Water quality in the ponds was classified as water of first class of cleanliness due to its chromium content, while the soil was classified to A category. The chromium accumulation in fish bodies was as follows: gills > gonads > liver > muscle.

Determining the extent of hazard to aquatic system posed by trace elements is very difficult due to considerable changeability of water and bottom sediments chemistry in the reservoir in time and spatial approach. Chemical elements supplied to the aquatic environment from anthropogenic or natural sources undergo various chemical and biochemical transformations in result of which they may accumulate in living organisms or bind bottom sediments [Alam i in. 2002]. Determination of the total element concentrations in individual elements of the aquatic ecosystem does not provide information about the actual threat from xenobiotics. The quantity of elements accumulated in living organisms in the first place depends on form in which they occur in the environment, which determines their bioavailability. Pelagic organisms take up mainly elements contained in water and in seston. In case of benthic or benthic-feeding organisms, including carp, a crucial source of heavy metals are bottom sediments. The best method of estimating environmental hazards posed by trace elements is determining the bioaccumulation coefficient by assessment of their accumulation in organisms of subsequent trophic levels of the ecosystem. Determining the environment pollution using bioindicators requires a selection of appropriate animal and plant species which are characterized by considerable abilities to accumulate this xenobiotic. In case of aquatic macrofauna it is also necessary to choose the organ which accumulates the greatest amounts of the element.

Determining the environment pollution using bioindicators requires selection of appropriate animal and plant species, characterized by high abilities to accumulate a given xenobiotic. In case of water macrofauna it is also necessary to choose the organ in which an element accumulates in greatest quantities. The amount of elements accumulated in living organisms in first place depends on the forms in which they occur in the environment, which determines their bioavailability. In case of the elements which are microelements it is necessary to pay attention of their physiological role, the consequence of which is their increased accumulation in individual organs. The best method for an assessment of the threat posed to the environment by trace elements is determining bioaccumulation coefficient through an assessment of their accumulation in the organisms of subsequent trophic levels of the ecosystem [Oberholster et. al. 2012]. Determining the environment pollution using bioindicators necessitates a selection of appropriate animal and plant species which are characterized by considerable abilities for a given xenobiotic accumulation [Schlojden et. al. 2007] In case of water macrofauna it is also important to choose the organ in which an element accumulates in the biggest quantities [Yuvanatemiya and Boyd 2006].

The paper aimed at determining chromium accumulation in individual links of pond ecosystem food chain in conditions of intensive carp husbandry. On the basis of conducted research, the degree of pond pollution with this element was estimated and the element bioaccumulation coefficients were computed.

Material and Methods

Complex determination of water ecosystem hazard by trace elements is very difficult due to a great changeability of water and bottom sediment chemical composition in a reservoir, in time-spatial approach.

In 2008 research on chromium cycling was conducted in the commercial pond of area about 4 ha. The analyses comprised chromium assessment in water, bottom sediments, benthos and carp (*Cyprinus carpio* L.) organs. (gills, muscles, livers and gonads)

Result and discussion

Average chromium concentration in water of the analyzed pond was $7.76 \mu\text{g} \cdot \text{Cr dm}^{-3}$. No statistically significant differences in this metal concentration were assessed in water collected on various dates [Fig. 2]. Water collected in July contained slightly bigger amounts of this element.

Average chromium content in bottom sediments from the analyzed pond ecosystem was $12,79 \text{ mg Cr} \cdot \text{kg}^{-1}$. The contents of this element in sediments of fish ponds in India stood at 20-47 and only in basins with high levels of anthropopression, chromium concentrations were observed above 100 [Adhikari and al. 2009, Kumar and al. 2010].

Table 1

Statistic parameters of data								
Statistic parameters	Unit	Parameters						
	ppb	Water	Sediments	larvae	Gills	Gonads	Muscle	Liver
Minimum		6.985	9.463	0.204	trace	trace	trace	trace
Maksimum		8.256	15.73	0.393	0.986	0.704	0.363	0.271
Mean		7.760	12.79	0.308	0.211	0.109	0.080	0.092
Standard deviation		0.439	2.088	0.069	0.241	0.165	0.096	0.082
Median		7.912	12.713	0.306	0.165	0.038	0.052	0.078
coefficient of variation	%	5.66	16.32	22.49	114.1	151.6	120,1	89.16

Chromium content in benthic organisms of the examined ecosystem revealed the least changeability ranging from 0.204 to 0.393 mg Cr · kg⁻¹ d.m., on average 0.308 mg Cr · kg⁻¹ d.m. [Tab. 1]. Chromium bioaccumulation coefficient in the larvae of Diptera family Chironomidae analyzed in presented research was high, reaching in relation to the water and in relation to the bottom sediments, respectively 39.24 and 0.024.

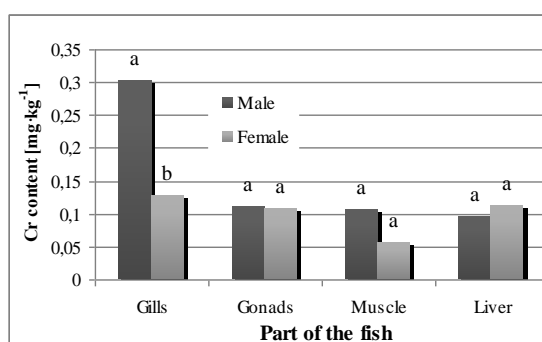


Figure 1. Concentration of chromium in parts of fish

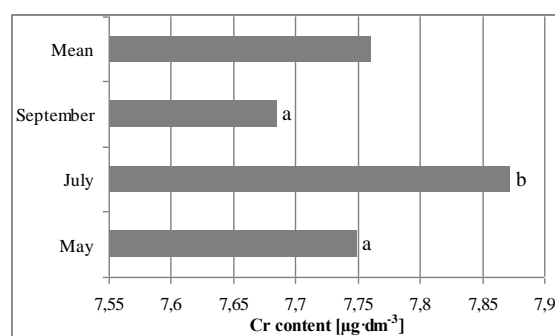


Figure 2. concentration of chromium in water

The use of fish for bioindication of water environment pollution with heavy metals provides an answer concerning the element content in water ecosystem, but first of all allows estimate the element toxicological effect in the environment. Carp is the fish well suitable for an assessment of the environment pollution with chromium due to high correlation between chromium amount in the environment and this element content in its organism, in the first place in liver.

Chromium content in the analyzed fish gills revealed little diversification and ranged from trace to 0.986 mg · kg⁻¹ d.m., with an average of 0.211 mg · kg⁻¹ d.m. Chromium content in carp muscles revealed considerable variability fluctuating from trace to 0.363 mg Cr · kg⁻¹, and the average was 0.08 mg Cr · kg⁻¹ [Tab. 1].

The content of chromium accumulated in livers of the analyzed carps revealed the highest changeability fluctuating between trace to 0.271 mg Cr · kg⁻¹ d.m. This element content in gonads was greatly variable, fluctuating from trace to 0.704 mg Cr · kg⁻¹ d.m., at mean content of 0.109 mg Cr · kg⁻¹ d.m. With the exception of the gills, there were no statistically significant differences of the chromium content in the organs of male and female [Fig. 1].

Similar to our study, found in the chromium content in water and sediments found in Işikli Lake. The contents of this element in the muscle, liver and gills of wild carp from Lake Işikli Lake were several times higher compared to the results obtained in the present study [Tekin-Özan and Aktan 2012]. The level of chromium in different parts of the studied ecosystem is low and is characteristic for the environment of a low level of anthropopressure. Chromium content in the biotic components of the pond ecosystem do not indicate a threat to fish and to humans who eat the meat.

Conclusions

Both water and bottom sediments from the ponds revealed chromium concentrations normally observed in the areas with low degree of anthropopressure.

Chromium concentrations in individual fish organs one can put in order from the highest: gills > gonads > liver > muscles. Copper content in carp gills is the most reliable indicator of chromium hazard to the environment.

Chromium contents in all analyzed organs were on the level observed in fish from unpolluted environments.

References

1. Oberholster P.J., Myburgh J.G, Ashton P.J., Coetzee J.J., Bothae A-M. 2012. Bioaccumulation of aluminium and iron in the food chain of Lake Loskop, South Africa. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 75, 1, 134–141.

2. Yuvanatemiya V., Boyd C.E. 2006 Physical and chemical changes in aquaculture pond bottom soil resulting from sediment removal, *Aquacultural Engineering*, 35, 2, 199–205.
3. Schjolden J., Sørensen J., Nilsson G.E., Poléo A.B.S. 2007. The toxicity of copper to crucian carp (*Carassius carassius*) in soft water. *Science of the Total Environment*, 384, 1–3, 239–251.
4. Adhikari S., Ghosh L., Giri B.S., Ayyappan S. 2009. Distributions of metals in the food web of fishponds of Kolleru Lake, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72, 4, 1242–1248.
5. Kumar B., Kumar K.S., Priya M., Mukhopadhyay D., Shah R. 2010. Distribution, partitioning, bioaccumulation of trace elements in water, sediment and fish from sewage fed fish ponds in eastern Kolkata, India. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 92, 2, 243–260.
6. Tekin-Özan S., Aktan N. 2012 Relationship of Heavy Metals in Water, Sediment and Tissues with total Length, Weight and Seasons of *Cyprinus carpio* L., 1758 From Işikli Lake (Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 44, 5, 1405–1416.
7. Aisler R. 1986. Chromium hazards to fish and invertebrates: a synoptic review. I Report 85, Contaminant Hazard Reviews, Patuxent Wildlife Research Center U.S. Fish and Wildlife Service, Laurel, pp 38.

M. PANKIEWICZ

Central Mining Institute, Katowice, Poland

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION PROCESS ON THE WATER ENVIRONMENT USING ECOTOXICOLOGICAL STUDIES

Introduction

Underground coal gasification (UCG) is now one of the most promising methods for obtaining chemical energy from coal (Staćzyk et al., 2012; Eftekhari et al., 2012; Prabu et al., 2012; Liu, H. et al., 2011). Around the world can be seen increasing research in this area. (Yang et al., 2008; Liu et al., 2007; Liu et al., 2009; Yang, 2007; Kapusta et al., 2011). In Poland, the only center carrying out the studies on the UCG process is the Central Mining Institute in Katowice. Katowice lies in the centre of Silesia, which is closely related to the coal mine industry. This method is especially suitable for coal resources, the traditional methods of mining production is not cost-effective or impossible for safety reasons.

Preliminary results of research conducted by GIG and the available literature data indicate the possibility of a serious environmental risk associated with technology UCG, mainly regard to groundwater and surface water environment (Kapusta., Stańczyk., 2011).

Water Environmental Risk

Post-processing waters generated during process are mainly separated in different parts of the gas collection and treatment system. During UCG process number of hetero and homogenous reactions takes place (Kapusta ., 2011; Yang, 2008). This causes that UCG post-processing waters contain many dangerous chemicals compounds in the form of inorganic and organic aromatic compounds including benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes, phenols and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Table below (Table 1), shows a selected concentrations of pollutants present in the post-processing waters.

In case of improper technological operation these waters could cause considerable pollution problems by contacting the soil and ground waters. Although the problem of pollution generated during the UCG has been many times described, there is a lack of a full analysis of post-processing waters, not only in terms of physico-chemical characteristics, but also taking into account the ecotoxicological aspects.

Ecotoxicological studies of the influence of UCG process on the water environment

Ecotoxicological studies are use to determine the impact of toxic substances on ecosystems (Manahan 2006). Traditional toxicology concerns the impact of chemical exposure on the particular species of living organisms, especially humans. Ecotoxicology concerns the impact on the populations living in the natural environment. It is a key to assessment the impact of the UCG process on the water environment.

The only attempt of toxicity analysis of post-processing waters from UCG process was described in 1980 by Degraeve et al. (1980). They described bioassays which were used to determine toxicity of the untreated condenser water from Hanna-3 UCG experiment (Wyoming, USA). The results of toxicological studies indicated very high toxicity of the samples.

Within study on environmental risk associated with the UCG process in Central Mining Institute, it was decided to conduct ecotoxicological analysis using *Vibrio fischeri* microorganisms as bioindicators. In this studies toxicity index EC₅₀ was used. It is equal to the concentration that caused a measurable effect on 50% of the observed population (Walker, Hopkin 2002). *Vibrio fischeri* are aquatic microorganisms, which 10% of its metabolism consume for producing light. In this case, the luminescent inhibition of microorganisms was measurable. The averaged results of the analyzes are presented in Table 2.

Table 1

Selected concentrations of pollutants present in the tested effluents

Compound	Unit	Sample I	Sample II
Phenolics	mg/l	689.4	796.4
<u>Total BTEX including:</u>	μg/l	2 350	2 110
Benzene	μg/l	1 770	1 320
Toluene	μg/l	430	550
Ethylbenzene	μg/l	6	7.1
Xylene	μg/l	142	230
<u>Total PAHs including:</u>	μg/l	2 670	3 150
Napthalene	μg/l	2 330	2 855
Acenaphthene	μg/l	7.7	7.6
Fluorene	μg/l	178	212
Phenanthrene	μg/l	98.8	56.8
Anthracene	μg/l	22.4	11.8
Fluoranthene	μg/l	15.2	5.7
Pyrene	μg/l	11.9	5.0
COD	mg/l O ₂	4 890	4 740
BOD-5	mg/l O ₂	2 900	3 000
<i>where:</i>			
<i>COD- chemical oxygen demand</i>			
<i>BOD-5 – 5-days biological oxygen demand</i>			

In both samples, the EC₅₀ value was achieved at very high dilution. Such low EC₅₀ values indicate a very high toxicity of the test samples and very negative impact on the water environment. These study results are very similar to the studies carried out in the 80's in the U.S., where EC₅₀ values was reported in the range 0.11 and 0.18% (Degraeve et al.,1980).

Conclusions

Application of ecotoxicological analysis to study impact of UCG process on water environment is a novelty in the field of UCG process research.

Ecotoxicological analysis results showed that the potential negative impact of UCG process on the environment requires further analysis. In the world literature there are very few studies on this subject. Physico-chemical parameters can suggest the toxicity, but only ecotoxicological studies provide a direct answer for the question about the real impact on the environment. Ecotoxicological studies will be continued. The results will be used for further UCG process research, including studies on the development biological methods of post-processing water treatment in order to minimize environmental risk.

This paper is a part of the ongoing Research Task 'Development of coal gasification technology for high production of fuels and energy' funded by the National Center for Research and Development under the Strategic Programme for Research and Development entitled: "Advanced energy generation technologies".

References

1. DeGraeve G.M, Overcast R.L., Bergman H.L., 1980. Toxicity of underground coal gasification condenser water and selected constituents to aquatic biota. Arch. Environ. Contam.Toxicol., vol.9, p.543-555.
2. Eftekhari, A.A., Van Der Kooi, H., Bruining, H.,2012. Exergy analysis of underground coal gasification with simultaneous storage of carbon dioxide. Energy 45, 729 – 745.
3. Kapusta, K., Stańczyk, K., 2011. Pollution of water during underground coal gasification of hard coal and lignite. Fuel 90, 1927 – 1934.
4. Liu, H., Chen, F., Pan, X., Yao, K., Liu, S., 2011. Method of oxygen-enriched two-stage underground coal gasification. Mining Science and Technology 21, 191 – 196.
5. Liu, S., Li, J., Mei, M., Dong, D., 2007. Groundwater pollution from underground coal gasification. Journal of China University of Mining and Technology 17 (4), 467–472.
6. Liu, S., Wang, Y., Zhao, K., Yang, N., 2009. Enhanced-hydrogen gas production through underground gasification of lignite. Mining Science and Technology (China) 19 (3), 389–394.
7. Manahan S.E , 2006. Toksykologia środowiska. Aspekty chemiczne i biochemiczne. Warszawa, PWN (PL).
8. Prabu, V., Jayanti, S., 2012. Underground coal-air gasification based solid oxide fuel cell system. Applied Energy 94, 406–414.
9. Stańczyk, K., Kapusta, K., Wiatowski, M., Świądrowski, J., Smoliński, A., Rogut, J., Kotyba, A.,

Table 2

Calculated EC values for the UCG condensates

	Sample Concentration %	
	Sample I	Sample II
EC ₂₀	0.032	0.032
EC ₃₀	0.055	0.057
EC ₄₀	0.084	0.091
EC₅₀	0.125	0.141
EC ₆₀	0.187	0.218
EC ₇₀	0.288	0.350
EC ₈₀	0.489	0.624

2012. Experimental simulation of hard coal underground gasification for hydrogen production. *Fuel* 91, 40 – 50.
10. Walker C.H., Hopkin S.P., 2002. *Podstawy ekotoksykologii*. Warszawa, PWN (PL) [Ecotoxicology Fundamentals. Warsaw, Poland National Scientific Publisher].
11. Yang, L., 2007. Experimental study of shaftless underground gasification in thin high-angle coal seams. *Energy and Fuels* 21, 2390 – 2397
12. Yang, L., Zhang, X., Liu, S., Yu, L., Zhang, W., 2008. Field test of large-scale hydrogen manufacturing from underground coal gasification (UCG). *International Journal of Hydrogen Energy* 33 (4), 1275–1285.

H. PERMANA, C. DREBENSTEDT
TU Bergakademie Freiberg, Germany

ACCIDENT PREVENTION BY HESHA+71 IN THE SURFACE COAL MINING INDUSTRY OF INDONESIA

Introduction

The mining industry has an important and strategic role in the developing countries, it have been proven to provide benefits to the nation and country development in various fields of social and economic life or in other words as a driving force or prime mover for national development. The majority of Indonesia's coal mining system using an open pit method with combination shovel and truck equipments. The national coal output significantly increased every year since from 2006 upto 2011, in 2011 of 371.00 million tons. Otherwise, the increasing coal productions also have a problem of work related to accidents in the mining operations. The coal mine accidents statistic data from 2006 upto 2011 indicated of 496 minor injured, 266 serious injured, and 97 fatality were increasing by linear forecast trendline. According to the International Labour Organization (ILO) calculation data in 2011, the losses of money caused of working accidents in the developing countries are around 4% of GNP⁹, with every day, 6,300 people die as a result of occupational accidents or work related diseases. The research study is involved of the four surface coal mining companies in Indonesia, with mine located at Kalimantan island such as Adaro Indonesia, Berau Coal, Trubaindo Coal Mining (TCM), and Kaltim Prima Coal (KPC) which contributed to the national output around 37.03% of coal, with total employees in 2012 approximately 60,000 employees, and also fatal mine accidents contributed of 24.62%. due to the mentions above, the important things are how to reduce or prevent the accident at work effectively.

Coal mining companies spend or invest money in preventing occupational accidents or mine accidents to improve occupational health and safety (OHS) in the workplaces for employees benefits. Although the main purpose of social security programs (e.g. *Jamsostek*) for workers, despite getting the best compensation and rehabilitation program but can not replace the loss of quality of life due to work related accident. Therefore for the long term, so in need of a sustainable financial program for the prevention of accidents. Financial program is expected to be an effective strategy in preventing accidents in the workplaces, so will reduce the frequency and severity rates of accidents, potential loss of quality of life can be reduced and the financial workers' social security programmes is ensured and sustained.

The companies follow not only statutory and corporate social responsibility requirements, but also their own business concerns (e.g. image, performance, perception). Costs and monetary benefits of prevention work can be calculated as an empirical survey approaches such as interview, observation, and questionnaire. The return on prevention (ROP) is consisted of seven parameters with one main goal to achieve zero accident vision which elaborated into *heSHA+71*¹⁰. The respondent sampling of four companies are used approximately 1,600 workers with margin error 5%. In this study, the questionnaire is created with 35 items of questions, open questions, and suggestion for safety improvement related to seven parameters. The seven parameters are involved such as OHS training and education, personal protective equipment (PPE), preventive medical check-up (P-MCU), employment injury insurance (EII), improvement existing technology (IET), signalization, and organizational. The result of the study exposes that it is worthwhile for mining businesses to invest in prevention work.

Objective and Method

The research study aims to find out or get informations on how the management and employees efforts to prevent accidents in the workplaces by using seven (7) parameters as an introduction mentions. The research has been conducted to the four of surface coal mining companies in Indonesia starting from 28th of August, 2012 upto 8th October, 2012. The approaches of the research are used the qualitative and quantitative statistical approaches. This study will involve several activities such as delivery of questionnaire, interview and observations to the respondents and working conditions. The respondents are divided two criterias of the management level and non management level. The Management level is representative by a manager, superintendent, and supervisor, and for non management level is representative by the heavy equipment operator, mechanic, light vehicle and bus driver.

⁹ Abbreviation: GNP is Gross National Product

¹⁰ Abbreviation: heSHA+71 is the hint economic of safety and health assessment through 7 parameters with one main goal to achieve zero accident vision

To assess the questionnaire will use two instruments of validity (e.g. Pearson's formula) and reliability (e.g. Cronbach's alpha). The examine the validity and reliability test of questionnaire is used the correlation between two variables, x and y . Before measure the validity and reliability values, the sample of the respondents must be determined by Slovin's formula, and finally the questionnaire will be scored by the likert scale. The likert scale is a psychometric scale commonly involved in research that employs questionnaires. It is the most widely used approach to scaling responses in survey research, the rating scale is divided into the five level likerts, the strongly disagree (score 1) upto strongly agree (score 5). After the questionnaire is completed, each item may be analyzed separately or in some cases item responses may be summed to create a score for a group of items.

The results can be seen through the r_{count} is compared with the r_{table} , where the r_{table} can be obtained through df (degree of freedom) = $n - 2$, degree of significant is 95%, and n = number of respondents. If the $r_{\text{table}} < r_{\text{count}}$ is valid, and If the $r_{\text{table}} > r_{\text{count}}$ is not valid. And also the reliability test conducted using Cronbach alpha method is measured using scale of 0 to 1 into five classes, with interpreted from less reliable until extremely reliable. The criteria of the prevention cost-benefit ratios are explained that the result of value greater than one (>1) is profit, less than one (< 1) is lost, and equal one ($= 1$) is balanced. The ROP can also be expressed as a prevention cost-benefit ratio.

The study paper is intended to consider only the mine accidents related to surface coal mining operations. Danger occurrences and occupational diseases or work related to illness were not considered for limitation of these cases. The empirical results will be demonstrated that it is worthwhile for coal companies to invest in occupational safety and health.

Result and Discussion

The following selected results are based on the assessments offered by the questionnaire, interview, and observation to the selected areas of hauling road, mine pit, and workshop. The descriptive analysis represents average consideration approached. The results are indicated illustrate of company situation in relation to accident prevention.

The respondent characteristic distributions majority of the four surface coal mining companies are conducted by mine contractors of 77%, with age of workers distribution majority 36 upto 45 years old (26%), following of 21 upto 25 years old (24%), and the age of 18 upto 20 years old only 6%. The senior high school is majority of respondents of 80%, with working experiences majority distribution is 2 upto 3 years (27%). The majority of married status is 71 %, and the job position majority distributions shown the dump truck operator (45%), following mechanic (14%), trailer operator (12%), and the light vehicle driver (6%). In this explanation is called the mine operations majority was conducted by mine contractors with medium education level.

The majority number of loss time incidents (LTIs) of serious and fatality of mine accidents from 2003 upto 2012 related to: The age of workers are indicated of 26 – 30 years of ages (31.52%), and 26 – 30 years of 37.50%. The job positions are involved mechanics (43.48%), and light vehicle drivers of 50%. The working experiences are indicated of 0 – 1 years (42.39%), and 2 – 3 years of 31.25%. The sources of accident are indicated the workshop tools and equipments of 45.65%, and workers transportation crashed of 43.75%. In other words, the majority of LTIs are involve of young workers such as mechanic and light vehicle drivers as the main supporting workers in the mine operations, and shown tendency that the workers have a low of knowledges, and awarenesses while working, or still adaptations to the type of jobs and environment working conditions, and also the facility or tools of working are not properly well. The mine accident locations are majority occurred in the hauling road and workshop.

The validity and reliability tests for 35 questionnaires are calculated by linear correlation formula with all results are valid and extremely reliable. for example question number one is a $r_{\text{count}} = 0.49$ is greater than $r_{\text{table}} = 0.098$ (with $\alpha = 5\%$, and $s = \text{approx.}400$), the validity test for question number one is valid and further more. Reliability test of questionnaire used cronbach's alpha (r_{ca}), the result is 0.996, this indicated of the reliability of cronbach alpha value of questionnaires are extremely reliable.

The respondent perceptions by the likert scale on an example for Adaro Indonesia and Berau Coal related to the age of workers, education background, job position, and working experiences, that an accident prevention can be achieved with the main efforts are shown that the Preventive MCU (the highest score) is most important things to improvement first for reduce of accident or accident prevention and following organization, OHS training and education, IET, PPE, signalization and EII is the last effort considerations (the lowest score).

The respondent suggestions summary by radar plot illustrations are indicated of the organization should be reviewed and improved first for accident prevention, and following the improvent existing technology, signalization, OHS training and education, PPE, P-MCU, and the last is EII. According to the organization review and improve performances are majority indicated show low of awareness, accountability, comply and obey to the OHS rules, and also communication gap between operator, mechanic, and driver with supervisor.

The result of interviews are explained there any communication gaps between operators including mechanics, drivers and management level such as direct supervisors. And also need more efforts to improve in relation to seven parameters approached, because the final result shown especially for non management level is indicated of low to moderate impression of safety actions at work. Due to, lack of of knowledge, missed OHS information and socialization, lack of awareness and accountability.

According to the field observations between night and day of mine operations are still found worker violations of the OHS rules, and not all good working conditions. So, for safety improvemnet should always be inspected by supervisor and also workers during working in the mine pit area, workshop, and the hauling road

conditions regularly.

The OHS costs for every company is totally different, the ratio of OHS cost comparing to production cost as following such as Adaro Indonesia is 0.29% the meaning is in every US\$ 1.0 of production cost will spend money of OHS cost is US cent 0.29, Berau Coal is 3.77% the meaning is in every US\$ 1.0 of production cost will spend money of OHS cost is US cent 3.77, Trubaindo Coal Mining is 2.70% the meaning is in every US\$ 1.0 of production cost will spend money of OHS cost is US cent 2.70, and Kaltim Prima Coal is 4.01% the meaning is in every US\$ 1.0 of production cost will spend money of OHS cost is US cent 4.01. this cost valuation is not include the improvement existing technology, preventive medical check up, and employment injury insurance which premium cost is 1.74% of basic salary per employee. Regarding to ratio above mentions are decided that the minimum ratio as a benchmarking is 2.69% (averages of ratio). The company considers that the OHS costs just an obligation issued only and it's not a requirement to provide benefits in the long term.

Conclusion

Regarding to the explanation in the result and discussion as mentions above, the *heSHA+71* is on of the best method approached to prevent or reduce of mine accidents in the workplaces or in mine site activities. The companies must invest of money into occupational health and safety (OHS) with minimum ratio of 2.69% elaborated in seven parameters, it can be protected people or workers, property and profit of company in the long term. The zero accident vision (ZAV) will be achieved as a target goal, because we believe that the accident is preventable.

The validity and reliability test of the questionnaire are valid and extremely reliable, so the correlations are very good between two variables. According to respondent perceptions, suggestions, interviews, and observations summary that the preventive medical check up and organization are most important things to improve and review first to prevent of accidents and following others. Also improve awarenesses and accountability, competency, OHS promotion, communication gap of workers, and working conditions regularly.

Improvement of worker performances including OHS budget properly and practices of safety in mining periodically, it can let the economic and social benefits. Because majority of mine accidents involved the young workers with low working experiences.

The Investing money in OHS and safety enforcement properly will contribute significantly to the company images and performances, such as reduced number of accidents, reduce costs of accidents and finally will increase the amount of coal production as well.

References

1. Cronbach, L., *Essentials of psychological testing*. Harper & Row, New York, 1990.
2. Heinrich, H.W, *Industrial incident prevention: A scientific approach* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Book Company, 1959.
3. Kohstall T, Dr., Bräunig D. Prof. Dr., Mehnert K, Dipl.- Vw. MPH., *Quality in Prevention*, final report, Institute Arbeit and Gesundheit der DGUV, Germany, Sept. 30th 2008.
4. Robert Johnson, *Elementary statistics* (7th edition), Monroe community college, Duxbury press, an international Thomson publishing company, USA, 1996.
5. Winer, B., Brown, D., and Michels, K., *Statistical Principles in Experimental Design*, Third Edition. McGraw-Hill, New York, 1991.
6. Wuensch, Karl L., "What is a Likert Scale and How Do You Pronounce 'Likert'", East Carolina University, April 30, 2009.
7. Michael Karmis, *Mine Health and Safety Management*, published by SME Inc. Littleton, Colorado, USA, 2001.

B. PFEIFFER

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)

COMBUSTION OF BIOMASS: KINETIC MODELLING BY A NONISOTHERMAL THERMOGRAVIMETRIC APPROACH

Biomass is an important renewable source of energy able to contribute to climate change mitigation. Additionally it addresses national energy security concerns as domestic material can be utilized. However, biomass has caused some controversial issues such as deforestation, threats to biodiversity and food competition. Many of those problems can be avoided by the production of second generation biofuels which are obtained from abundant lingo-cellulosic materials (e.g. forest residues, cereal straw, grass, hazelnut shale, etc.).

Amongst other conversion methods, pyrolysis is a thermochemical process that can transform biomass directly into gaseous, liquid and solid fuels. Additionally pyrolysis is the preceding step in gasification and combustion. As the composition of biomass is rather complex (and varies strongly between different feedstock) it is important to have a deep understanding of the process in order to design tailor made fuels that meet the requirements of their end-use. The kinetic analysis of pyrolysis has gained much of attention as kinetic data are essential for

designing pyrolysis devices. A good kinetic model is capable of describing the samples within a wide range of experimental conditions and allows predictions about behaviour outside this range by means of extrapolation. Moreover the comparison of samples can reveal interesting information.

Data treatment

Although it is possible to perform kinetic studies in different ways, thermogravimetry is the most widespread technology so far. In thermogravimetry the sample is subjected to a temperature program and the time dependent mass is recorded (TG curve). Usually the derivative thermogravimetry (DTG-curve) is used for the fitting procedure as changes in the TG curve are magnified in the DTG, making it more easy to extract kinetic information. Figure 1 illustrates the TG/DTG curves obtained from birch wood pyrolysis at two different heating rates (10K/min and 20K/min). It can be seen that higher heating rates tend to shift the DTG curve towards higher temperatures and increases its magnitude. Normally thousands of data points are selected in a DTG/TGA experiment. Using that amount of raw data for subsequent data processing would be rather time consuming, especially if more complex models are tested. Therefore it is necessary to reduce data size but conserve the information. This can be achieved in three steps. In the first step the raw TG data is filtered (the filter should preserve the higher moments, e.g. Savitzky-Golay filter can be used). In the second step The DTG curve is created from the filtered TG data. In the last step a sufficient amount (100-200) of data points is extracted from the DTG curve. It is good practice to extract equidistant points along curve instead of extracting points equally spaced in time.

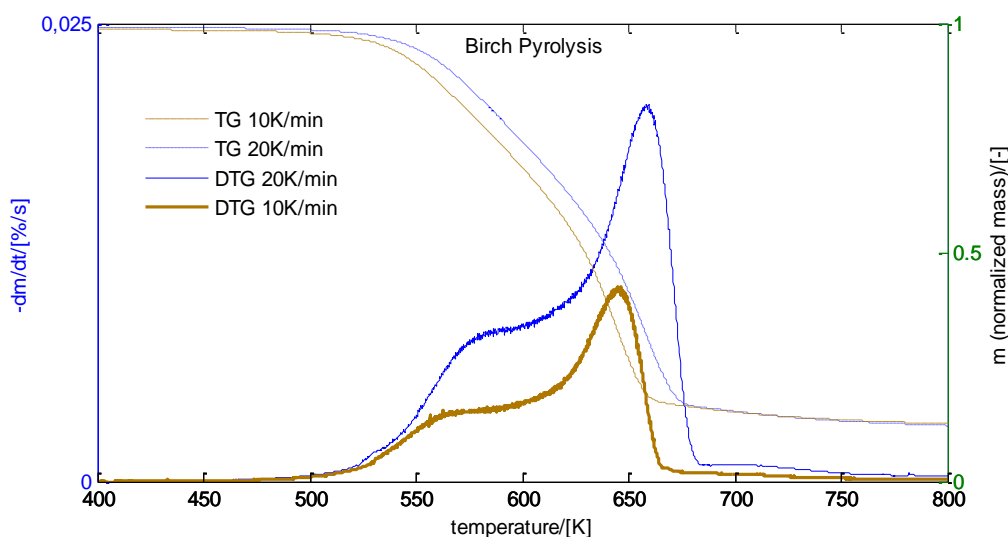


Figure 1. TG and DTG curve obtained from birch pyrolysis at two different heating rates (10 K/min and 20 K/min)

Mathematical model of pyrolysis

The kinetic model is an important part of kinetic analysis. In order to obtain kinetic data it is convenient to start with modeling the mechanism. After that the model is fitted to the experimental data. If the model cannot describe the experimental data sufficiently, another model has to be chosen. The accuracy of a model increases with its number of parameters but its complexity rises as well. Consequently the number of parameters within the model should be hold on a minimum. A good model is able to describe experimental results in a broad range and should be based upon kinetic considerations. Biomass consists of several chemical components. These components feature different reactivity and thus decompose at different temperatures. A model which is frequently used for biomass pyrolysis is the independent first-order model:

$$d\alpha_i/dt = A_i e^{-\frac{E_i}{RT}} (1 - \alpha_i)$$

where $d\alpha_i/dt$ denotes the reaction rate, A_i denotes the pre-exponential factor, E_i denotes the activation energy and the index i refers to the pseudocomponent. A pseudocomponent can be regarded as lumped species which exhibit similar reactivity. The interference of different species is neglected. The overall change in mass is the weighted sum of these components:

$$-\frac{dm}{dt} = \sum_{i=1}^n c_i * d\alpha_i/dt$$

Where m is the normalized mass, n is the number of pseudocomponents, $d\alpha/dt$ is the reaction rate and c_i the normalized mass of volatiles generated. Consequently for each pseudocomponent exists three parameters, namely c_i , E_i and A_i which have to be determined.

Data Fitting

In order to determine the parameters the model is fitted to the experimental data by means of the least squares method:

$$\min S = \sum_{j=1}^{NC} \sum_{i=1}^{NP_j} z_{ij} \frac{(DTG_{exp} - DTG_{calc})^2}{NP_j * NC}$$

Where NC is the number of DTG curves to be simultaneously fitted, NP_j denotes the number of experimental points in the j th curve, z_{ij} is the weighting factor, DTG_{exp} are the values obtained from the experiment, DTG_{calc} are the simulated values. It is highly recommended to fit the kinetic data simultaneously for several heating programs in order to avoid the compensation effect (changes in activation energy are compensated by changes in the pre-exponential factor et vice versa). As initial values data from previous studies should be used. Also several initial parameters should be used to avoid local minima. Figure 2 displays the results obtained from the independent first order model using four pseudocomponents fitted simultaneously at two different linear heating programs (10K/min and 20K/min).

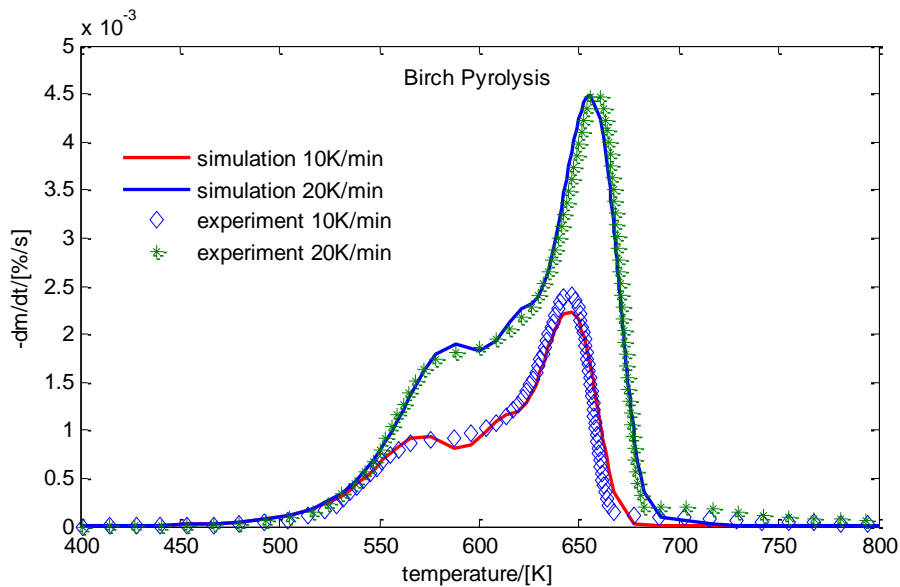


Figure 2. Description of birch pyrolysis by a kinetic model of four pseudocomponents (first order kinetics) at linear heating with 10 K/min and 20 K/min, respectively

Figure 3 displays the contribution of the four pseudocomponents to the overall mass loss rate. Due to their reactivity and concentrations the four pseudocomponents can be associated with the four wood compounds where pseudocomponent 1 represents hemicellulose, pseudocomponent 2 represents cellulose, pseudocomponent 3 represents lignin and pseudocomponent 4 represents extractives. The extracted kinetic parameters from this model are shown in table 1 and are in accordance with results obtained from the chemical characterization of birch wood.

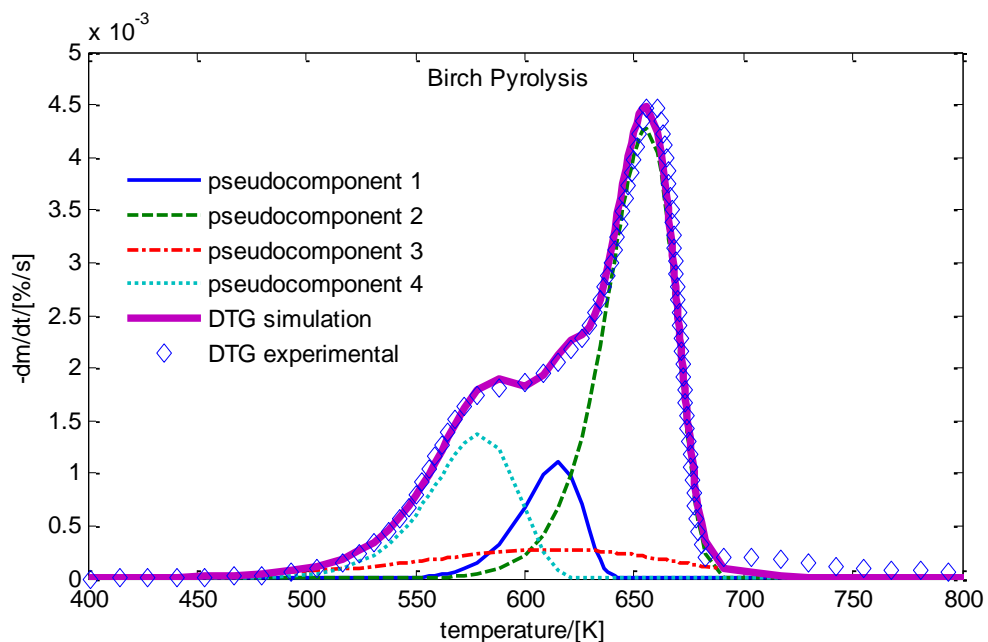


Figure 3. Reactivity of the four pseudocomponents at linear heating with 20 K/min.

Table 1

Kinetic constants obtained from birch pyrolysis			
	Activaton energy E_i [KJ/mol]	Pre-exponential factor A_i [-]	Normalized mass of volatiles generated [-]
Pseudocomponent 1	238	10^{18}	0.12
Pseudocomponent 2	229	10^{17}	0.56
Pseudocomponent 3	50	10^2	0.11
Pseudocomponent 4	140	10^{11}	0.21

Conclusion

Provided that accurate data treatment is applied, kinetic modelling is a useful tool to extract further information from TG/DTG experiments and helps to get deeper insights into the complex pyrolysis process.

References

1. Burnham, R. Braun. Global Kinetic Analysis of Complex Materials. *Energy&Fuels* 13 (1999).
2. Bujanovic, N. Yilgor, J. Cameron, R. Aravamuthan. Chemical Characterization of Birch, Maple and Spruce Kraft and Kraft-Borate Pulps. *Journal of Pulp and Paper Science* (2004).
3. G. Várhegyi. Aims and methods in non-isothermal reaction kinetics. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 79 (2007).
4. J.Caballero, J. Conesa. Mathematical considerations for nonisothermal kinetics in thermal decomposition. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 73 (2005).
5. M. Becidan, G.Várhegyi, Johan E. Hustad, Ø. Skreiberg. Thermal Decomposition of Biomass Wastes. A Kinetic Study. *Ind. Eng. Chem. Res.* 46 (2007).

P. SHRESTHA, N. ASHWATH

Centre for Plant and Water Science (CPWS), Central Queensland University, Australia

MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE AND CARBON-UTILISATION DIVERSITY IN A COAL MINE SPOIL IN CENTRAL QUEENSLAND: EFFECTS OF VEGETATION COVER AND AGRONOMIC TREATMENTS

Introduction

Extraction of coal via open cut mining alters topography, hydrology, soil chemistry and plant-soil-microbe interactions. Soil microbial communities are crucial to ecosystem functioning as they play important role in nutrient cycling and nutrient availability to plants (Axelrod et al., 2002; Ponder and Tadros, 2002). Thus successful rehabilitation of mine spoils also depends on regeneration of microbial communities. Microbial exudates promote plant growth by mobilising nutrients, transforming soil organic matter, providing pathogen protection and producing growth-promoting substances (Bolton et al., 1992). Despite these roles played by the microorganisms, little is understood about the soil microbial community in mine spoil rehabilitation (Noyd et al., 1995).

Soil microbial communities can be assessed using various methods (Gil-Sotres et al., 2005). The properties such as microbial biomass, basal respiration (Sourkova et al., 2005) and activities of different soil enzymes (Izquierdo et al., 2005; Baldrian et al., 2008) have been measured. An important function of the microbial community in a rehabilitated site is its ability to metabolise a wide range of carbon sources to facilitate nutrient cycling (Andersen et al., 1998). Measurements of microbial diversity may give additional information on microbial communities (Machulla et al., 2005). The Biolog microtiter plate (Biolog[®], Inc., Hayward, CA) is one of the popular methods of analysing physiological profiles of microbial communities based on carbon utilisation patterns. The Biolog[®] assay may be a valuable tool for rapid and convenient screening of functional abilities of a large number of soil samples (Insam, 1997; Ros et al., 2008). The current study was carried out to assess the roles of various agronomic treatments and vegetation cover on microbial properties of a coal mine spoil in Central Queensland, Australia, with the view to identifying appropriate treatments that will enhance the build-up of microbial communities in mine spoils.

Materials and Methods

Study sites and soil sampling

A coal mine site was selected in Central Queensland. The mine spoil dump was covered with a layer of top soil (up to 30 cm) which supported dense growth of wild sorghum. Up to 10 agronomic treatments were imposed on this landscape to selected treatments that would enhance growth and diversity of native species; however only five of these treatments were used for microbial assessment. These treatments include: Control (which supports a dense cover of wild sorghum), green manure crop (GM), succession planting (SP), mulching (M) and selective herbicide (SH). The top soil samples were collected in December 2012 to a depth of 20 cm. Core samples (27) were taken

from each treatment plot and were mixed to form three bulk samples per treatment. The samples were passed through a 2-mm sieve, with the exclusion of coarse roots and were stored at 4 °C until used for microbial analyses. The treatments were replicated three times.

Physico-chemical analyses

The pH and electrical conductivity (EC) were measured using soil: water (1:5) extracts (Rayment and Higginson 1992). Moisture content was calculated after drying the soil at 105 °C for 72 h. Chemical compositions of soils were determined at “Soil and Plant Analysis Laboratory”, CSBP, Perth.

Fluorescein diacetate (FDA) hydrolysis and microbial biomass carbon (MBC)

A modified method of Fluorescein Diacetate (FDA) hydrolysis was used to measure microbial activity (Adam and Duncan 2001). Soil sample (1 g fwt) was added into 30 mL of phosphate buffer (60 mM, pH=7.6) followed by FDA and incubated at 37 °C for 1 h. The reaction was stopped by the addition of 10 mL acetone and quantified spectrophotometrically at 490 nm. Microbial biomass carbon was determined by chloroform fumigation-extraction method (Vance et al., 1987). Half of the samples were fumigated with chloroform and the other half was used as is. Total C concentrations were determined spectrophotometrically using dichromate digestion (Walkley and Black, 1934). The microbial biomass C was calculated using K_{EC} factor of 0.33 (Sparling and West, 1988).

Microbial respiration

Microbial respiration was measured according to Andreson (1982). Soil samples were brought up to 40-50% water holding capacity by adding distilled water and incubated at room temperature for 7 days. Basal respiration (BR) was estimated by measuring CO₂ evolved from 10 g of fresh soil that was incubated in dark in a closed vessel for 24 h at 25 °C. The CO₂ produced was absorbed in 0.5 M NaOH and quantified by titration with 0.5 N HCl after adding saturated BaCl₂, using phenolphthalein as the indicator. Substrate induced respiration (SIR) was estimated using the same method as BR except that 1 mL of glucose (0.5 g/mL) was added to each sample.

Community level physiological profiles

The Ecoplate (Biolog[®] Inc, USA) was used to identify microbial functional diversity where in the rates of utilisation of 31 different C substrates were assessed (Insam 1997). Soil samples (1 g fresh wt) were serially diluted to 10⁻³ in 9 mL of sterile saline solution in triplicate. The final solutions (200 µL) were then inoculated to each of the Biolog Ecoplate well. The microplates were monitored by ELISA Reader at 570 nm at 0, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 h. The average well colour development (AWCD) of all absorbance data was then individually calculated for different C substrates used by the microbiota (Konopka et al., 1998). For Statistical analysis, only the 144 h absorbance data were selected (Garland, 1996).

Statistical analysis

The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using GENSTAT (V 13) after testing the data for normality, outliers and homogeneity of error variances.

Results and Discussion

Physico-chemical properties

Soil pH was significantly ($P<0.05$) lower in GM than in other treatments. This may be due to increased organic matter accumulation (Bolan et al., 1991) and nitrogen fixation in GM treatment. The soil conductivity was not significantly ($P=0.768$) different between the treatments.

Treatments

The GM treatment had higher ammonium, sulphur and phosphorus content than most other treatments. Higher organic carbon (1.7%) and lower nitrate nitrogen (4%) was also observed in SP (Table 1).

Table 1

Chemical composition of the mine spoil exposed to various agronomic treatments.					
Treatments	Ammonium N (mg/kg)	Nitrate N (mg/kg)	Organic C (%)	Sulphur (mg/kg)	Phosphorus (mg/kg)
Mulch	5	8	1.3	4.2	7
GM	8	8	1.35	6.2	9
SH	7	8	0.84	5.8	6
SP	6	4	1.71	4.5	9
Control	5	5	1.45	4.6	5

Fluorescein diacetate hydrolysis and microbial biomass carbon

Soil microorganisms and their activities play an important role in soil formation, decomposition of organic matter, nitrogen fixation and nutrient cycling (Bandick and Dick, 1999). Thus measuring their activities may provide information on changes occurring in the soil. FDA hydrolysis was used as an indicator of biochemical activities; which revealed significantly ($P<0.05$) lower microbial activity in SH than in other treatments. The selective herbicide and Control had similar but markedly lower activities than other treatments. The high microbial activity observed in GM possibly reflects the contribution of nitrogen fixing bacteria.

Consistent with FDA hydrolysis, the MBC was also the lowest in selective herbicide. Comparison of treatments for both microbial activity and MBC amongst the treatments clearly demonstrated the effect of these treatments in improving microbial activities in a mine spoil. The marked reduction in microbial activity and microbial biomass in selective herbicide treated plots indicated that the presence of vegetation is important for building up of microbial activity in the spoil dumps. The presence of even the weeds (e.g. wild sorghum) as in

Control, would enhance the microbial processes (Anderson and Ineson, 1984; Dinesh et al., 2003). Building up of soil organic carbon is also crucial for long-term sustainability of native plants on mine spoils. The current study shows that establishment of green manure crops can enhance microbial activities on mine spoils.

Soil respiration

Soil respiration is one of the most important components of carbon cycle in forest ecosystems (Minako et al., 2006). Generally, soil respiration varies with time and space, soil temperature and soil moisture. Soil respiration for a specific ecosystem can be characterised by its magnitude, and its temporal and spatial variability (Fang et al., 1998). In this study the BR was lowest in SH compared to other treatments.

No marked differences were observed for SIR, except for the Control which had the lowest SIR. The fact that the SIR as those of other treatments suggests indicate that it had similar types and diversity of microbiota, but they were not functioning as well as those in other treatments, possibly due to reduced availability of carbon resulting from low vegetation cover.

Community level physiological profiles

The functional diversity of culturable microorganisms in the soils can be differentiated on the basis of bacterial kinetics and substrate utilisation patterns (Konopka et al., 1998). The agronomic treatments showed significant differences in the overall activity, as expressed by the AWCD. The samples from SP showed significantly ($P < 0.05$) higher activity, and those from SH and Control showed low activity despite having similar total microbial activity as measured by FDA and MBC. The low activity in AWCD could be due to toxicity induced by the redox dyes used in the Biolog wells (Ullrich et al. 1996). However in this study no such antagonistic effect seem to have occurred as the AWCD of some treatments is higher than those of other treatments.

The Ecoplate data for various substrates show that the average utilisation of specific substrate was high in SP and GM followed by Mulching for most substrates except for amines/amides. The lowest utilisation of amides by GM treatment suggests that the bacteria that thrive in this treatment may have different nitrogen utilisation pattern due to their ability to fix nitrogen (Peoples et al., 2002). The treatments SP, GM and Mulching showed higher microbial activity and MBC. In addition they are also more physiologically active and functionally diverse as shown by Ecoplate data (Lynch et al., 2004).

Conclusions

Agronomic treatments such as green manure crops, succession planting and mulching had significant effects on microbiological activity and substrate utilisation patterns compared to control or the herbicide treatment. Use of such treatments should therefore be considered to enhance the build-up microbial communities in mine spoils to ensure long time sustainability of established plant communities.

Reduced microbial activity and lower MBC in selective herbicide treatment indicates that the presence and density of vegetation cover play an important role in maintaining microbial activity and diversity on coal mine spoils.

References

1. Andersen, A., Morrison, S., Belbin, L., Ashwath, N., Brennan, K., 1998. The role of ants in minesite restoration in the Kakadu region of Australia's Northern Territory, with particular reference to their use as bioindicators. *Supervising Scientist Report 130*. Supervising Scientist for the Alligator Rivers Region, Canberra, pp. 98.
2. Anderson, J.M., Ineson, P., 1984. Interaction between microorganisms and soil invertebrates in nutrient flux pathways of forest ecosystems. In: Anderson, J.M., Rayner, A.D.M., Walton, D.W.H. (Eds.), *Invertebrate microbial interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 59-88.
3. Axelrood, P. E., Chow, M. L., Arnold, C. S., Lu, K., McDermott, J. M., Davies, J., 2002. Cultivation-dependent characterization of bacterial diversity from British Columbia forest soils subjected to disturbance, *Canadian Journal of Microbiology*, 48, 643-654.
4. Baldrian, P., Trögl, J., Frouz, J., Šnajdr, J., Valášková, V., Merhautová, V., Cajthaml, T., Herinková, J., 2008. Enzyme activities and microbial biomass in topsoil layer during spontaneous succession in spoil heaps after brown coal mining, *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 2107-2115.
5. Bandick, A. K., Dick, R. P., 1999. Field management effects on soil enzyme activities, *Soil Biology and Biochemistry*, 31, 1471-1479.
6. Bolan, N.S., Hedley, M.J., White, R.E., 1991. Processes of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures, *Plant Soil*, 134, 53-63.
7. Bolton, H., Fredrickson, J.K., Elliott, L.F., 1993. Microbial ecology of the rhizosphere. In: Metting, Jr. F.B. (Eds.), *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, New York, pp. 27-64.
8. Dinesh, R., Chaudahri, S.G., Ganeshamurthy, A.N., Dey, C., 2003. Changes in soil microbial indices and their relationships following deforestation and cultivation in wet tropical forests. *Applied Soil Ecology*, 24, 17-26.
9. Fang, C., Moncrieff, J., Gholz, H., Clark, K., 1998. Soil CO₂ efflux and its spatial variation in a Florida slash pine plantation, *Plant and Soil*, 205, 135-146.
10. Garland, J. L., 1996. Analytical approaches to the characterization of samples of microbial communities

using patterns of potential C source utilization, *Soil Biology and Biochemistry*, 28, 213–221.

11. Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leirós, M., Seoane, S., 2005. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties, *Soil Biology and Biochemistry*, 37, 877-887.

12. Insam, H., 1997. Substrate utilization tests in microbial ecology-A preface to the special issue of the Journal of Microbiological Methods, *Journal of Microbiological Methods*, 30, 1-2.

13. Izquierdo, I., Caravaca, F., Alguacil, M., Hernandez, G., Roldan, A., 2005. Use of microbiological indicators for evaluating success in soil restoration after revegetation of a mining area under subtropical conditions, *Applied Soil Ecology*, 30, 3-10.

14. Konopka, A., Oliver, L., a Turco, J., 1998. The use of carbon substrate utilization patterns in environmental and ecological microbiology, *Microbial Ecology*, 35, 103-115.

15. Lynch, J., Benedetti, A., Insam, H., Nuti, M., Smalla, K., Torsvik, V., Nannipieri, P., 2004. Microbial diversity in soil: ecological theories, the contribution of molecular techniques and the impact of transgenic plants and transgenic microorganisms, *Biology and Fertility of Soils*, 40, 363-385.

16. Machulla, G., Bruns, M. A., Scow, K. M., 2005. Microbial properties of mine spoil materials in the initial stages of soil development, *Soil Science Society of America Journal*, 69, 1069-1077.

17. Minako, A., Yukiko, S.B., Wan, R., Toshinori, O., Hiroshi, K., 2006. Differences in soil respiration between different tropical ecosystems, *Applied Soil Ecology*, 34, 258–265.

18. Noyd, R.K., Pflieger, F.L., Norland, M.R. and Sadowsky, M.J. 1995. Native prairie grasses and microbial community responses to reclamation of taconite iron ore tailing, *Canadian Journal of Botany*, 73, 1645-1654.

19. Ponder, J. F., Tadros, M., 2002. Phospholipid fatty acids in forest soil four years after organic matter removal and soil compaction', *Applied Soil Ecology*, 19, 173-182.

20. Peoples, M. B., Boddey, R. M., Herridge, D. F., 2002. Chapter 13 -Quantification of Nitrogen Fixation, In: Jeffery Leigh G., (Eds), *Nitrogen Fixation at the Millennium*, Elsevier Science, Amsterdam, 357-389.

21. Rayment, G. R., Higginson, F. R., 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods, *Australian soil and land survey handbooks*. Inkata Press, Melbourne.

22. Ros, M., Goberna, M., Pascual, J. A., Klammer, S., Insam, H., 2008. 16S rDNA analysis reveals low microbial diversity in community level physiological profile assays, *Journal of Microbiological Methods*, 72, 221-226.

23. Šourková, M., Frouz, J., Fettweis, U., Bens, O., Hüttl, R., Šantrůčková, H., 2005. Soil development and properties of microbial biomass succession in reclaimed post mining sites near Sokolov (Czech Republic) and near Cottbus (Germany), *Geoderma*, 129, 73-80.

24. Sparling, G., West, A., 1988. A direct extraction method to estimate soil microbial C: calibration *in situ* using microbial respiration and ¹⁴C labelled cells, *Soil Biology and Biochemistry*, 20, 337-343.

25. Ullrich, S., Karrasch, B., Hoppe, H. G., Jeskulke, K., Mehrens, M., 1996. Toxic effects on bacterial metabolism of the redox dye 5-cyano-2,3-ditolyl tetrazolium chloride' *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 4587-4593.

26. Vance, E., Brookes, P., Jenkinson, D., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C, *Soil Biology and Biochemistry*, 19, 703-707.

27. Walkley, A., Black, I. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil Science*, 37, 29-38.

M. SPITALNIAK

Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Poland

WATER ABSORBING GEOCOMPOSITE AS AN INNOVATIVE SOLUTION FOR SUPPORTING DEVELOPMENT OF BIOTECHNICAL PROTECTION OF SLOPES

While creating constructions such as an earth embankments or excavations we are forced to make a protection of their surface in order to avoid undesirable effect which is the erosion by rain and air (Figure 1). Depending on the type of slope, surface erosion can lead to a major accident – breach of slope stability as a result of leaching of soil or excessive infiltration water which can lead to landslides. Therefore, designers for slopes design the surface protection systems. Thus, we should distinguish the two types of slope protection: ones using synthetic elements like a mats, geotextile, anchors, geogrid, and those which are made from biodegradable materials like fiber mats of plant or grass mixtures. Both methods can be combined (Figure 2.)



near water reservoir in Pierwoszew. Photo M. Spitalniak.



Figure 2. Slope of the embankment of the main railway station in Wrocław city. The combination of grass and mat. Photo M. Spitalniak

Commonly used protection against erosion is a mix of grasses sowed on the slope which is adapted to the climatic conditions. This type of protection has several advantages inter alia is cheap, nature close and effective with good maintain. Root growth is restricted in summer because of high temperature and lack of water. Root mass is not evenly distributed, and the deep of their sprawl is mainly dependent on humidity and soil fertility. In the first two years after planting grass root mass is less than the weight of aboveground and only later become more balanced [PROŃCZUK, 1982].

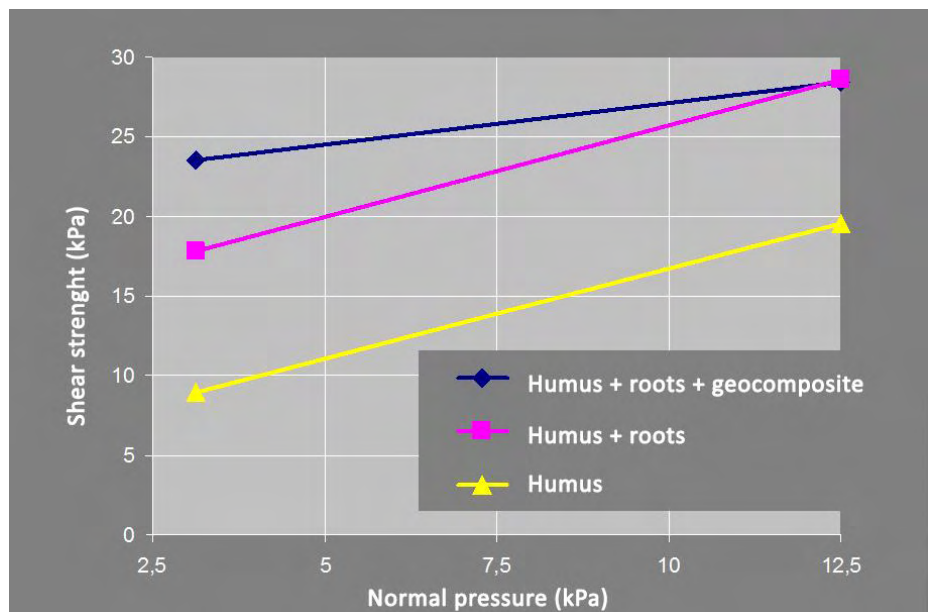


Figure 3. Results of the effect of applying the geocomposite on the shear strength of soil oversized by grass roots [Lejcus & others, 2006]

Plants and their roots increase the strength of soil by binding the soil particles and prevent against cutting along the slip of surface (Figure 3.) Herbaceous plants, grass and shrubs have got an influence on the reinforcement of the slope 1,5 meter deep. This means an increase in shear strength and increases the safety factor calculation by about 10% [JEŽ, 2008].

In order to solve the drawbacks often encountered after several years of research, scientists from the Institute of Environmental Engineering at Wrocław University of Environmental and Life Sciences developed and patented water absorbing geocomposite (Figure 4.). Geocomposite is bulid of a geotextile, syntetic frame and water absorbing substance. For every 1g of water this cross-linked hydrophilic polimer substance can absorb 300g of water.

Below are showed results of the effect of applying the geocomposite on the shear strength of soil oversized by grass roots.



Figure 4. Different types of geocomposites



Figure 5. Plants planted at the same time with the same watering frequency. On the left side is plant with geocomposite. On the right side is the plant without geocomposite.

Figure 1. Erosion on a slope solution a plant will have a sustainable development (Figure 5).

Potential areas of application include: Supporting the biotech protection of anti-flood embankments, on slopes of landfills, embankments for road and rail, in urban areas, transport and storage of crops, agriculture or in the restoration of degraded land.

Research conducted and carried on geocomposites (Figures 6. and 7.) showed that on the slopes on which they were applied, the grass is much better and has established faster which has a direct impact on the protection embankment from erosion and loss of stability.



Figure 6. Slope of 8 test plots, the plots are separated: plots with geocomposites and control plots. Examines the effectiveness of geocomposite depending on the depth of the foundation. Photo M. Spitalniak

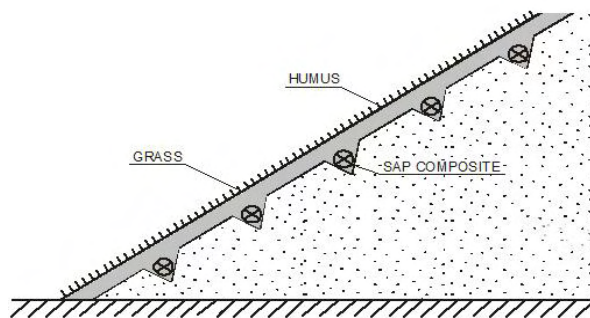


Figure 7. Example of distribution geocomposites on one of the experimental plots

Acknowledgments: This work was supported by research grant POIG.01.03.01-00-181/09-00, co-financed by the European Union from the European Regional Development Found.

References

1. PROŃCZUK J., 1982. Podstawy ekologii rolniczej. Warszawa: PWN s. 185-220.
2. JEŻ J., 2008. Biogeotechnika. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej: 247-249.
3. LEJCUS K.; GARLIKOWSKI D.; ORZESZYNA H. & PAWŁOWSKI A. 2006. Management of Pollutant Emission from Landfills and Sludge. London: Taylor & Francis Group: 151-157.

P. STĘPIEŃ

Wroclaw University of Environmental and Life Science, Poland

IS THE BURNING OF BIOMASS NEUTRAL IN TERMS OF CO₂?

The paper presents the possibility of reduction of CO₂ emissions to the atmosphere resulting from the conversion of fossil fuel burned in the power plants into biomass fuel. The attention was paid not only to the CO₂ emission from the combustion in the boiler, but also the CO₂ emission associated to various technological processes related to the preparation and transportation of biomass to the place of burning. Moreover, it was shown that the

accompanying CO₂ emission is an important factor in the context of environmental effects of biomass use for energy purposes, and that the transportation of biomass over long distances may cause more CO₂ release to the atmosphere than from the burning of coal itself.

S. STRANZINGER, G. ALLMAIER, M. MARCHETTI-DESCHMANN

Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna University of Technology, Austria

K. STERLINGER

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria

ITRAQ (ISOBARIC TAGS FOR MULTIPLEXED RELATIVE AND ABSOLUTE PROTEIN QUANTITATION) AS A TOOL FOR BLACK MICROCOLONIAL FUNGI ANALYSIS

Background

Black, rock inhabiting fungi are highly stress resistant eukaryotic organisms living on bare rock surfaces in hot and cold deserts of all regions. Recent studies have shown that their stress resistance against solar radiation, radioactivity, desiccation and oligotrophic conditions even allows them to survive in space and under Martian conditions. Therefore this organism is used as a model for Astrobiology and for gamma radiation experiments. Black fungi are not only resistant against high levels of radioactivity but furthermore benefit from it. The already mentioned fact as well as the following fact that this organism survives deserted areas (low water availability) and its resistance against high temperature makes it a promising organism to engineer new bio-based tools suitable for waste management and a model organism for biodegradation of compound material. Understanding its biological behavior also allows a better preservation strategy for cultural heritages due to the fact that this fungus is also able to inhabit and slowly destroy dry surfaces like stone buildings, statues or similar art objects.

To get a deeper understanding of the ecology of black microcolonial fungi and the underlying cellular mechanisms responsible for their enormous stress tolerance, a method for relative protein quantitation has to be developed. Bovine Serum Albumin (BSA) is used to establish a quantitation method based on iTRAQ (isobaric Tags for Relative and Absolute Protein Quantitation). With molecular weight matched iTRAQ labels peptides in different samples can be labeled and up to 4 samples can be measured and relatively quantified in parallel by matrix-assisted laser desorption/ionization reflectron time-of-flight mass spectrometry (MALDI-RTOF-MS).

Methods

Varying concentrations of BSA (10-50 µg) were first denatured with SDS (2 %) and reduced using Tris-(2-carboxyethyl) phosphine (5 mM). After incubation at 60 °C for one hour, iodoacetamide (3.7 mM) was used for alkylation. Samples were incubated at room temperature for half an hour. Trypsin (ratio 1: 50, trypsin: protein) was used to digest the samples at 37 °C over night. Subsequently the digested samples were purified using a micro reversed-phase clean-up step and labeled with different iTRAQ reagents (m/z 114, 115, 116 or 117). The labeling reaction was quenched with distilled water after incubation for one hour. After combining the labeled samples a further micro reversed-phase clean-up step was conducted. Purified samples were mixed with the MALDI matrix α -cyano-4-hydroxycinnamic acid (2-3 mg/mL 0.1% trifluoroacetic acid: acetonitrile ratio 1: 1), ratio of 1: 1, and immediately spotted on an anchor chip target (Bruker Daltonics, Bremen, Germany). An UltrafleXtreme (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) was used for MALDI-RTOF-MS and was operated in the reflectron positive ion mode at adjusted laser energy per area. Mass spectra were analyzed using FlexAnalysis, Biotools (both Bruker Daltonics) and the web-based software Mascot (Matrix Science, London, UK).

Results

Relative and absolute protein quantitation by mass spectrometry is usually based on labels attached to proteins or peptides. One strategy is iTRAQ labeling at the peptide level. The molecular weight matched labels itself consists of a reporter group (m/z 114, 115, 116 or 117), a counteracting balance group (m/z 31, 30, 29 or 28) and an amino-reactive group which can covalently link to the N-terminus of the peptide. Using MALDI for MS analysis, ions are created by mixing the analyte with a matrix which absorbs light at the wavelength of the laser. Desorption and ionization produces then mainly positively charged ions which are detected and shown in a mass spectrum. After subsequent selection of one of the detected ions (one particular m/z value) tandem mass spectrometry (MS/MS) can be conducted. For the iTRAQ workflow this means that fragmentation of this selected labeled peptide is performed and that this collision induced fragmentation (CID) process generates reporter ions (m/z 114, 115, 116 and 117) which are further used for relative quantitation. For quantitative protein analysis on the peptide level, as it is done in an iTRAQ experiment, sample treatment includes cleaning steps, the labeling step and again a clean-up step before mass spectrometry is carried out for final analysis. To determine the influence of sample concentrations, clean-up steps and handling, the iTRAQ labeling procedure was carried out using various BSA amounts and different iTRAQ labels in combination (e.g. m/z 114 and 117 or 115 and 116). For this, after the BSA sample was reduced, alkylated and digested using trypsin it was split, labeled with different iTRAQ reagents and subsequently mixed again but in several ratios. After MALDI-RTOF-MS analysis signals which could be associated with label carrying BSA peptides (m/z is correct for m/z of peptide with label) were selected for fragmentation. The average

ratios for the various BSA mixtures were calculated from the measured reporter ion intensities and compared with initially used mixing ratios. To get statistically relevant data different ratios were evaluated in triplicates. The findings showed strong evidence of a good iTRAQ labeling protocol and based on the obtained results the protocol was partially adapted for black microcolonial fungi.

Conclusion

Using different approaches a protocol for BSA samples could be established. This protocol is a basis for protein quantitation for black microcolonial fungi whose proteome changes under different growing conditions. It helps to measure the response of this fungus towards desiccation, temperature stress and radioactivity on the level of the proteome. The method is helpful to understand the behaviour of black fungi relating to different environmental conditions and can help understanding why certain cell products are up- or down-regulated. This will help to engineer tools useful for waste management in the future, to preserve our heritage better and to understand biological data collected during space programs.

Acknowledgments

This project was partly founded by FWF (Project nr. P24206-B16). The high-speed MALDI mass spectrometer was provided by the Vienna University of Technology, Institute of Chemical Technologies and Analytics (Univ.-Prof. Mag. pharm. Dr. rer.nat. Günter Allmaier).

References

1. de Hoog G.S. and Grube M.: Black fungal extremes. *Stud Mycol.*, 2008, 61.
2. Onofri S. et al. Resistance of Antarctic black fungi and cryptoendolithic communities to simulated space and Martian conditions. *Stud Mycol.*, 2008, 61: 99–109.
3. Dadachova E. and Casadevall A.: Ionizing Radiation: how fungi cope, adapt, and exploit with the help of melanin. *Curr Opin Microbiol*, 2008, 11(6): 525–531.
4. Elliot M.H., Smith D.S., Parker C.E. and Borchers C.: Current trends in quantitative proteomics. *J Mass Spectrom*, 2009, 44: 1637–1660.
5. Westermeier R., Naven T. and Höpker H-R.: *Proteomics in Practice. A Guide to Successful Experimental Design*, 2nd Ed. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2008.

D. SVATUNEK, H. MIKULA, C. HAMETNER, J. FRÖHLICH
Institute of Applied Synthetic Chemistry, Vienna University of Technology, Austria

ADVANCED SYNTHESIS OF GLYCOCONJUGATES AND OLIGOSACCHARIDES

Monitoring harmful substances in food and feed is an important task, but also a challenge in environmental sciences. During phase II metabolism in plants, animals or humans xenobiotic substances like toxins, pesticides or biocides are conjugated to a hydrophilic moiety, for example glucose or glucuronic acid. These glycoconjugates can further be modified to glycosides of di-, tri- and oligosaccharides.¹⁻² [ENREF_1](#) Such compounds are usually not detected using standard analytical protocols and quantification is not possible due to lack of reference materials. Therefore this class of substances is getting more and more in the focus of synthetic chemists.

Glycoconjugates consist of a carbohydrate moiety, the glycone and an aglycone which are linked by a glycosidic bond. Figure 1 shows the basic structure of a simple glycoside, containing glucose as glycone.

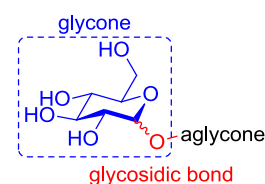


Figure 1. Basic structure of a glycoside

Synthesis of such glycosides is a rather difficult task. In chemical glycosylation a glycosyldonor (G-donor) reacts with the aglycone (glycosyl acceptor, G-acceptor) to form the glycoside (Fig. 2). To achieve mild and selective reaction conditions the saccharide is activated using a leaving group in anomeric position. To prevent unwanted side reactions protecting groups (PGs) are introduced on the sugar moiety. These PGs can influence the reactivity of the donor as well as the stereochemical outcome of the reaction. Cleavage of those groups can also be a problem, since the target molecule should not be decomposed during this step.

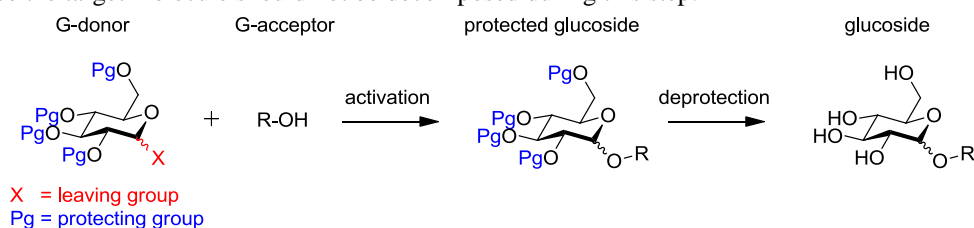


Figure 2. Chemical glycosylation

This makes the selection of a suitable protecting group pattern a difficult task and new PGs have to be

developed to satisfy the requirements. Another problem is the formation of two different products, namely the α and β configured ones. The α form is energetically favored and therefore formation of this isomer is preferred, whereas in most cases the β product is desired.

We have developed a set of new β -selective glycosyl-donors, e.g. 3,4,6-tri-O-benzyl-2-O-benzyloxycarbonyl protected glucopyranosides (Fig. 3). These donors can be considered as high reactive 'super armed' glucosyl donors due to the activating protecting group pattern. The benzyloxycarbonyl group introduced in 2-position allows for diastereoselective formation of β -configured products.

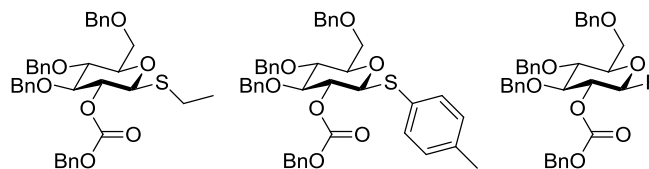


Figure 3. Novel glucosyl donors

Three different synthetic routes for the synthesis of these G-donors were developed and optimized. These glycosylation reagents were tested on different substrates, showing truly high reactivity and selectivity.

Furthermore a set of new, semiorthogonal PGs, suited for automated oligosaccharide synthesis was developed. Oligosaccharides are an interesting class of substances in environmental sciences, not only because they can be part of a product formed during phase II metabolism, but also many natural products like drugs or toxins consists of glycostructures. A major challenge in the synthesis of oligosaccharides is the selection of an appropriate protecting group strategy. Especially in the case of automated oligosaccharide synthesis there are high demands on PGs. An approach to satisfy all these demands is the application of semiorthogonal protecting groups, which can be cleaved in a certain order using very similar reaction conditions. This can be achieved applying the 'relay deprotection' principle. In this

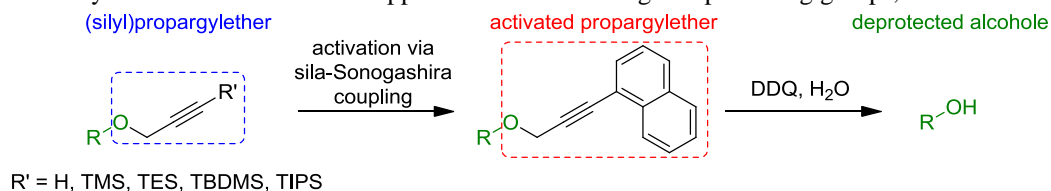


Figure 4. Activation and cleavage of SiProps

case the protecting group is activated within a first step and then cleaved selectively under mild reaction conditions. This allows for using very similar groups which are cleaved in the same way after activation, but the order of deprotection depends on their reactivity during the first step.

There are already some examples of such groups described in literature, e.g. halobenzylethers developed by Seeberger *et al.*³ Our approach is to use silylated propargyl ethers (SiProps), which can be activated by conversion to (1-naphthyl)propargyl ethers by sila-Sonogashira coupling. (1-Naphthyl)propargyl ethers were already used in oligosaccharide synthesis by Crich *et al.*⁴⁻⁶ and can be cleaved using DDQ (Fig. 4). Stability of the silyl-group towards activation determines the order of deprotection (Fig. 5).

order of deprotection

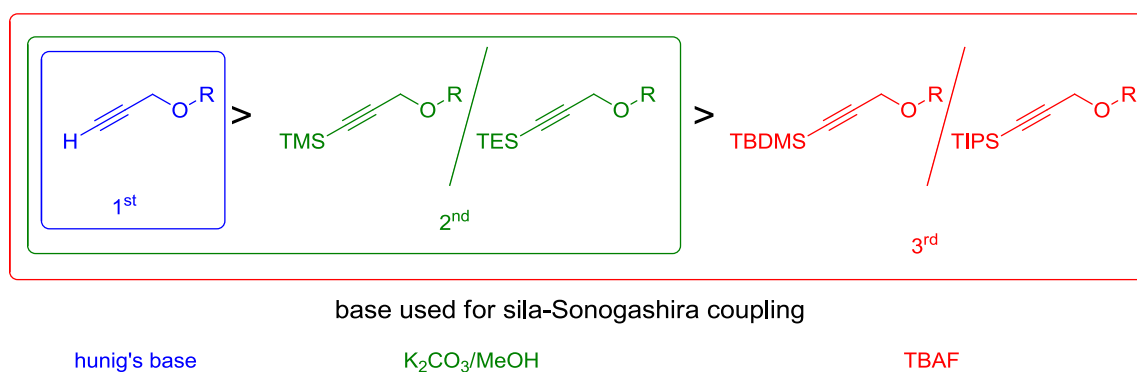


Figure 5. Order of deprotection depending on the base used in sila-Sonogashira coupling

References

1. M. Wink, *Theoret. Appl. Genetics*, 1988, 75, 225-233.
2. F. Berthiller, U. Werner, M. Sulyok, R. Krska, M. T. Hauser, R. Schuhmacher, *Food Addit. Contam.*,

2006, 23, 1194-1200.

3. O. J. Plante, S. L. Buchwald, P. H. Seeberger, J. Am. Chem. Soc., 2000, 122, 7148-7149.

4. D. Crich, P. Jayalath, Org. Lett., 2005, 7, 2277-2280.

5. D. Crich, B. Wu, Org. Lett., 2006, 8, 4879-4882.

6. D. Crich, P. Jayalath, T. K. Hutton, J. Org. Chem, 2006, 71, 3064-3070.

A. TEPPEL, T. TYMIŃSKI, J. MAŁYSZKO, P. RUDY
Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

CONSTRUCTION REQUIREMENTS OF "NATURE-LIKE" FISHWAYS - MODEL TESTS

Abstract

The river, as the ecological corridor should guarantee biodiversity maintenance and also to ensure conditions for the free migration of the fauna and flora. Unfortunately, these particular conditions are not a rule in many cases. The civilization development and proceed growth of human interference into river ecosystems, forces to looking for a new ideas to keep river balance and create new ways to eliminate negative influence (of fencing rivers off with hydrotechnical buildings) to their ecological value.

In Institute of Environmental Engineering on Wrocław University of Environmental and Life Sciences has made a detail research based on problem of fishways design. The article gathers multiple technical constructions of contemporary fishways. In water laboratory we have measured a field of velocity, using artificial model of "close-to-nature" fishway. Our results show data, which can use to assess the functionality and effectiveness of work particular type of fishway.

INTRODUCTION

Constructions of hydrotechnical objects in most cases interrupt the continuity of the riverine ecosystems. Big problem is also getting the fish to the hydroelectric turbines and their relatively high mortality. This represents a significant disorder population and structure of riverine ichthyofauna. To enable ichthyofauna overcoming dams and free migration is needed in the construction of artificial barriers to build a special structure to facilitate diadromous fish's natural migration - so-called fishway [3].

CLOSE-TO-NATURE FISHWAYS

Close-to-nature fishways are a good example of the ecological hydrotechnical constructions. A characteristic of this type of fishways is to apply to their construction of natural materials such as wood, vegetation, stones and boulders, gravel and riverine rubble - formed in a specific and personal way for each construction. The design requirement is the desire to ensure the needs of the ichthyofauna without hindering the proper functioning of the weir and the possible harmonious matching fishway into their surroundings. To close to nature fishways we can include:

- bypass channels /Fig. 1a/,
- chains of basins /Fig. 1b/,
- rock-ramp fishways /Figs. 1c-f/.

LABORATORY TESTS

At the Institute of Environmental Engineering at the Wrocław University of Environmental and Life Sciences was built the model of the laboratory seminatural fishway with rocks and vegetation /reed/ (*Phragmites communis*).

The main goal of the experiment was testing the hydraulic conditions of flow configuration adopted for the stones and plants in fishway (scale 1:3). Using electromagnetic probe PEMS (Fig. 2) in fishway was measured local flow velocities in 360 grid points (0.10 x 0.15 m) at depth $h = 0.22$ m and flow $Q = 30$ l/s. The resulting field of velocity (Fig. 3) allowed the evaluation of the efficacy of the selected variant of fishway. The basic evaluation criterion was the comparison of measurement results with the limit parameters according to the specialized literature [1, 2, 4, 5, 6]. Laboratory tests are not the only one way to evaluate the effectiveness of adopted variant of fishway.

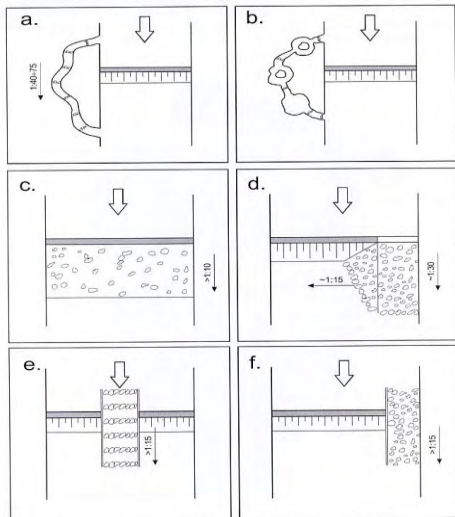


Figure 1. Scheme of „close to nature” fishways [4, 8]



Figure 2. Measurements of local field of velocity by probe PEMS

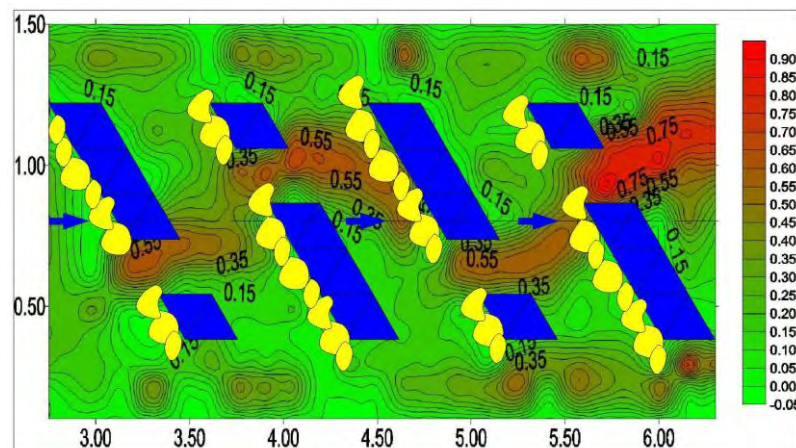


Figure 3. Velocity distribution in selected variant of fishway

SUMMARY

This article gathers an overview of fishways solutions and shows that at the stage of design, engineers - hydrotechnicians have a wide choice of type of fish passages. Fashionable and recommended fishways designs are moving towards "close to nature" solutions. It should be clearly pointed out that the actions in order to preserve the "ecological corridors" in the rivers are a difficult and complex issue that requires the expertise of many disciplines of science. Building fish passages cannot be limited only to the directory selection type fishway, even in the case when its hydraulic dimensioning is compatible with applicable standards in the engineering industry. Cases of such alerts among others the specialized literature in Germany [1, 2, 6, 7], where saturation of fishways is greater than in Poland, but their efficiency is low. Therefore, each case the construction of fish ladders must be treated individually. Will be useful here: ichthyological and hydrological for local conditions and often it is advisable even to conduct appropriate laboratory tests.

References

1. Adam B., Lehmann B. Allgemeine Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen. Konferenzmaterialien: Vortrag zur Tagung "Ökologische Durchgängigkeit in Fließgewässern", LUA Brandenburg, Lebus 2009.
2. Adam B. et al. Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. DWA, 2. Auflage, Hennel 2005.
3. Bartnik W. i in. Gospodarka rybacka w aspekcie udrażniania cieków dorzecza Małej i Górnej Wisły. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Wydawnictwo PAN Oddz. w Krakowie, Zeszyt nr 13, Kraków 2011.
4. DVWK Fischaufstiegsanlagen: Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Nr. 232, Bonn 1996.
5. Grobelny M., Nowicki M., Tymiński T., Zhou Yinting. Hydrauliczne warunki przepływu w przepławkach „bliskich naturze”. Materiały konferencyjne, Ogólnopolska Sesja Naukowo - Techniczna: „Przepływy wody i zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych i korytach otwartych”. Jubileusz 50-lecia pracy twórczej prof. L.

Rembezy, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 30 marca 2012.

6. Krüger F. Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen, Beispiele aus der Praxis. Konferenzmaterialien: Vortrag zum Wasserbaulichen Kolloquium "Ökologische Durchgängigkeit von Fließgewässern", Universität Hannover 2008.

7. Lehmann B. Ethohydraulische Untersuchungen, Veranlassung – Methode – Einsatzmöglichkeiten. Konferenzmaterialien: Vortrag zum Wasserbaulichen Kolloquium "Ökologische Durchgängigkeit von Fließgewässern", Universität Hannover 2008.

8. Mokwa M. (red.) i Wiśniewolski W. (red.). Ochrona ichtiofauny przed szkodliwym działaniem budowli hydrotechnicznych. Monografia. Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2008.

A. WANKE
University of Namibia

AEOLIAN CONTAMINANT DISPERSAL FROM MINE TAILINGS - A CASE STUDY OF NAMIB LEAD MINE, NAMIBIA -

Commonly soil contamination related to mining activities involves aquatic contaminant transport, e.g. through Acid Mine Drainage. Contrary, purely aeolian transport of potentially toxic contaminants has been rarely studied. An example of aeolian contaminant transport is the abandoned Namib Lead Mine, located in the fully arid Namib Desert 40 km WNW the coastal city Swakopmund.

At Namib Lead mining operations for Zn and Pb minerals took place between 1965 and 1992. The mine closed as a response to low world marked prices for these minerals in the early 1990s. Unsuccessful attempts to reopen the mine have been made in 1998 and more recently between 2010 and 2012. Upon closure no rehabilitation of the mine site has been carried out, and therefore the inherited environmental impact of the past mining activity has been studied.

Local weather data has been collected in order to assess the influence of wind and precipitation for contaminant transport from the tailings dump. Soil samples have been collected in a radial pattern from the mine tailings. The survey comprised 16 sampling lines of up to 8,65 km length. Samples have been collected from surface sediment and from sediments at about 35 cm shallow depth. The finer than 180µm grain-size fraction was selected for subsequent geochemical analysis. The latter has been performed with a Niton XRF for semi-quantitative determination of Pb, Zn, Cd, Co, Hg, Ni, As and Mg, as these elements have been proven to occur in largely elevated concentrations in the mine tailings.

An element concentration map revealed a discrete contaminant transport paths in WSW direction from the mine tailings. Linear regression indicates a strong positive correlation of Zn, Pb, Cd and Hg, suggesting similar dispersion histories of these elements. Topography and ephemeral drainage patterns of the area exclude fluvial transport in the observed WSW direction and therefore aeolian transport has been considered.

The analyses of wind directions and wind speeds deduced prevailing moderate westerly winds with speed averages of 24m/s, and seasonal strong winds blowing from ENE direction in the winter months (July – August) with average wind speeds up to 52m/s. The latter strong wind direction ENE to WSW matches perfectly the contaminant transport path for Zn, Pb, Cd and Hg. Thus it has been mainly the stronger easterly winds being capable transporting tailings material. Toxicity of the contaminants has been assessed by comparing their concentrations with the limits stipulated in various guidelines for heavy metals in soils (German, Canadian, EU, UK and WHO guidelines). The area in the immediate surroundings of the mine tailings classifies as hazardous. Following the aeolian WSW transportation path the land in distance of up to 8 km from the tailings dump classifies as unsuitable for any residential and agricultural use. Mechanical stabilisation measures of the tailings dump could have prevented aeolian erosion of tailings material and herewith the subsequent dispersal of hazardous heavy metals.

АСПЕКТ ПРИРОДООХРАНЫ В ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕТАНДЕРОВ

В данном докладе приводится энергоэкономическая оценка производства электроэнергии в газорасширительных турбинах. Вносится предложение по адекватной энергоэкономической компенсации энергии из детандеров.

Введение

Сегодня в газовой отрасли интенсивно обсуждаются такие тенденции, как

- экологизация газа,
- рынки энергосбыта,
- подача водорода, в т.ч. «метанизированного» водорода в газопроводы,
- подача биометана в магистральные газопроводы,
- применение «энергии ветра» в системах газоснабжения для предварительного подогрева газа или перед дросселированием в газопроводах,
- основной принцип рекуперации энергии,
- конверсия систем электроснабжения и газопроводов (газовые технологии разрабатываются во взаимосвязи с производством электроэнергии) и пр.,

призванные повысить совокупную эффективность цикла производства энергоносителя «природный газ». В данном докладе рассматривается целесообразность последовательного перехода от технологически обусловленного снижения давления газа при традиционном дросселировании на газорасширительные процессы, который можно было бы реализовать в самое ближайшее время. Исследуется экологичность данной технологии.

По данной теме возникают следующие вопросы:

- лучше ли с точки зрения первичной энергии процесс газорасширения, чем традиционный процесс редукиции давления (экономический аспект)?
- как следует сравнивать электроэнергию, полученную в детандерах как результат понижения давления газа, с электроэнергией из других источников?
- технологии с применением детандеров (экономически) выгоднее, чем традиционные методы понижения давления?

Основанием оценки являются:

- обобщенные параметры детандер-генераторных и традиционных процессов,
- фактор источника энергии и объема выбросов при «бестопливном» получении энергии в сравнении с соответствующими характеристиками электроэнергии другого происхождения,
- экономический параметр детандеров (фактическая стоимость, годовые издержки, минимальная прибыль от выработанной электроэнергии).

Основания, технологические параметры

Детандер-генераторы (ДГА) постоянно (и исключительно) применяются в системах транспортировки и подачи газа на отрезках (в т.н. узловых пунктах), где существует технологическая необходимость снижения давления газа. Согласно стандартам в магистральных газопроводах снижение давления газа производится в газоредуцирующих пунктах (ГРП, ГРС) (термодинамическая модель: изохальпическое дросселирование). В этом случае снижение давления газа до требуемого уровня достигается использованием регулятора давления; указываются традиционные теплоносители, необходимые на стадии предварительного подогрева. При таком техническом решении энергия только расходуется, но не накапливается.

Как известно, для транспортировки газа необходима энергия. Большую часть этой энергии расходуют на поддержание работы компрессоров. Очевидно, что при реализации процесса дросселирования газа невозможно получение энергии из газа. Следовательно, с точки зрения энергетики очевидна выгода от замены ГРП на детандер-генератор. Более того следует признать, что помимо энергозатрат на предварительный подогрев в энергобалансе учитывается также вырабатываемое в генераторе детандера электричество. Электрическая энергия является побочным продуктом технически обусловленного снижения давления газа в детандере. С точки зрения энергоэкономики электричество, полученное из турбодетандера, является побочным продуктом от снижения давления газа. Следует подчеркнуть, что турбодетандеры устанавливаются не с целью альтернативного получения электроэнергии, а только для технически необходимого снижения давления в магистральных газопроводах. Электрическая энергия, полученная в детандерах, является побочным продуктом при снижении давления газа, который является конечной энергией. Это утверждение очень важно для оценки экономического потенциала электроэнергии, полученной из детандера. Как и при любом снижении давления газа, на выходе всегда фиксируются параметры газа. Процессы снижения давления газа следует организовать так, чтобы заданные параметры

сохранялись. Для эксплуатации газового детандера это означает невозможность проведения процесса газорасширения без подачи тепла. Это фактически означает, что подача тепла является условием и основополагающей предпосылкой для получения электроэнергии, причем наличия лишь определенного потенциала давления в газопроводе для этого недостаточно. Это становится очевидным в процессе анализа издержек на получение электроэнергии. Здесь первоочередное значение имеет фактор издержек на затраченное тепло. Стоимость расширенного газа не играет никакой роли. То же самое относится к коэффициенту использования первичной энергии и CO₂-фактору полученной электроэнергии. Здесь объемы затраченного тепла также имеют решающее значение.

Через ГРП транспортируется поток газа (V) определенной теплопроизводительности (H). Допустим, что во всей цепочке газоснабжения снижение давления производится только один раз. В этом случае в качестве конечной энергии рассматривается газ, который поставляется конечному потребителю.

Для определения соответствующей энергоэффективности горючего (= конечной энергии) для покрытия потребности в энергии на стадии предварительного подогрева применяется согласно илл.1/илл.2.

Задачей предварительного анализа является оценка изменения коэффициента использования первичной энергии при условии гипотетической замены всех действующих ГРП на ДГА.

$$f_{PE,EG} = f_{PE,EG,h} = 1,1 \quad (\text{уравнение 2})$$

Индекс «h» в уравнении (2) эксплицитно указывает на то, что современной системе транспортировки и распределения газа редукция давления газа в компрессорах является доминирующим процессом. При дальнейшем анализе мы отталкивались от следующих предпосылок:

- Одноступенчатое снижение давления газа со среднего давления при транспортировке в 80 бар до 5 бар со средним коэффициентом Джоуля-Томсона примерно в $\mu_{JT} = 0,50$ К/бар, температура входа и выхода газа: $\Delta t = 40$ К.

- Коэффициент эффективности и КПД для теплоносителя, распределения тепла и источника тепла в установке предварительного подогрева в ГРП и ДГА равны и составляют: $\eta = 0,95$, $\eta = 0,98$, $\eta = 0,85$. Определение КПД производится традиционными способами.

- Предварительный подогрев производится с помощью природного энергоносителя:

$$f = 1,1$$

- Природный газ: фактические данные по природному газу Н Российской Федерации.

Из уравнения (1)

$$\frac{\dot{Q}_{VW,h,PE}}{\dot{Q}_{EndE}} = \frac{f_{PE,BS}}{\eta_{WO} \cdot \eta_V \cdot \eta_{HK}} \cdot \frac{p_n \cdot c_{p,EG}}{H_{i,n}} \cdot \Delta t^*$$

получаем специфический расход первичной энергии при снижении давления (дросселировании):

$$\frac{\dot{Q}_{VW,h,PE}}{\dot{Q}_{EndE}} = \frac{Q_{VW,h,PE}}{Q_{EndE}} = \frac{1,1}{0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,85} \cdot \frac{0,732 \cdot 2,5}{38600} \cdot 40 = 2,64 \cdot 10^{-3} \frac{kWh_{PE}}{kWh_{EndE}} \quad (\text{уравнение 3})$$

Подтверждается предположение о том, что этот расход в сравнении с потребностью в первичной энергии для конденсации сравнительно небольшой.

Аналогичный анализ для процедуры расширения газа (уравнение (2.1))

$$\frac{\dot{Q}_{VW,s,PE}}{\dot{Q}_{EndE}} = \frac{\Phi_Q^*}{\eta_{WO} \cdot \eta_V \cdot \eta_{HK}} \cdot \frac{p_n \cdot c_{p,EG}}{H_{i,n}} \cdot \Delta t^* \cdot (f_{PE,BS} - \beta_p \cdot f_{PE,EE_Mix})$$

дает (при допущении: соотношение эффективность при предварительном подогреве при расширении / при дросселировании $\Phi_\sigma = 5$, производство электричества/ эффективность при предварительном подогреве при расширении: $\beta_\sigma = 0,85$, коэффициент использования первичной энергии совокупного энергобаланса: $f = 2,6$).

$$\frac{\dot{Q}_{VW,s,PE}}{\dot{Q}_{EndE}} = \frac{Q_{VW,s,PE}}{Q_{EndE}} = \frac{5}{0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,85} \cdot \frac{0,732 \cdot 2,5}{38600} \cdot 40 \cdot (1,1 - 0,85 \cdot 2,6) = -0,013 \frac{kWh_{PE}}{kWh_{EndE}} \quad (\text{уравнение 4})$$

Если принимать во внимание эти затраты на первичную энергию («льготы на электроэнергию») при расчете коэффициента использования первичной энергии, то происходит его увеличение на 1,3%:

$$f_{PE,EG,s} = f_{PE,EG,h} + \frac{Q_{VW,s,PE}}{Q_{EndE}} = 1,1 - 0,013 = 1,087 \quad (\text{уравнение 5})$$

Если бы расчеты велись не с актуальным коэффициентом использования первичной энергии для всего энергобаланса в 2,6, а с будущим вероятным $f = 2,0$, то коэффициент изменился бы на порядок - $7,2 \times 10^{-3} kWh_{PE}/kWh$.

Резюме

Из представленных выше фактов можно сделать следующие выводы:

- целенаправленное и последовательное введение ГДА в качестве «стандартной технологии снижения давления газа» приведет к заметному улучшению коэффициента использования первичной энергии природного газа как конечного энергоносителя, что повышает возможности этого энергоносителя в конку-

ренции в других ископаемых энергоносителями. Все необходимые для этого технологии в принципе имеются и соответствуют дальнейшему потенциалу оптимизации.

- Эффект улучшения в значительной степени зависит от коэффициента использования первичной энергии совокупного энергобаланса. Чем он выше, тем больше эффект от снижения издержек на первичную энергию благодаря использованию детандерных установок. Следовательно, переход на детандеры следует произвести как можно скорее.

K. ZURBA, C. OERTEL, J. MATSCHULLAT

TU Bergakademie Freiberg, Germany

CO₂ EMISSIONS FROM WILLOW AND POPLAR SHORT ROTATION FORESTRY (SRF) ON A DERELICT MINING SOIL

Introduction

Mining activity may potentially cause soil contamination, e.g., with toxic trace metals. Contaminated soils inhibit food production and may yield potential risks for human and animal health (Maxted et al., 2007). Such sites may be suitable however, for short rotation forestry (SRF) to extract biomass for energy purposes – and to provoke a longer-term self-cleaning of the sites. SRF can be established on a broad range of land-use areas (Broeckx et al., 2012), and may be applied to marginal lands and brown fields. Thus, SRF may support efforts to decrease conflicts between food and energy crops by reducing the competition on arable lands. Furthermore, SRF can restore slightly contaminated soils to be used again as arable lands to produce edible crops (Maxted et al., 2007). Poeplau and Don (2013) mentioned that the mean soil organic carbon (SOC) in the topsoil accumulated, when converting cropland to forest. Changes in SOC yield the ability to significantly alter the atmospheric CO₂ concentration.

Plants play an important role in the carbon cycle. They absorb atmospheric CO₂ and transfer C into the soil. This C-sequestration is considered a tool to rehabilitate the environment. Soil, the second largest store of C after the oceans, can increase or decrease atmospheric CO₂, depending on land management practices (European Commission, 2011; Gupta et al., 2009; Sainju et al., 2008). The aim of this study is to investigate the reduction potential for CO₂ emissions from SRF soils. Here, a SRF site and two alternative energy crop production sites (rye, field mustard and rapeseed) were compared under the same weather and soil type conditions.

Materials and methods

Study areas: The Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology (LfULG) established a SRF (2 ha) in 2005 on an arsenic (As) and other trace metal-contaminated soil (118 mg As kg⁻¹) in Krummenhennersdorf (~ 8 km N of Freiberg, Saxony). SRF was cultivated with different varieties of poplar (*Populus sp.*) and willow (*Salix sp.*) in a double row system with high planting density (11,850 trees ha⁻¹). The annual average rainfall at the SRF site is 820 mm; the mean annual average temperature is 7.2°C. The other two sites are located in Lippersdorf and Hilbersdorf (23 km and 7 km from the SRF site, respectively) with the same weather conditions and soil quality.

Measuring CO₂ emissions: Different points were chosen randomly at all sites to measure the CO₂ emission at the SRF site. 108 readings were taken in June, August and November 2012, and 55 readings were taken from both alternative sites. The number of readings depended on the number of plant cultivars in the location. A manual soil respiration chamber system was used, which has been developed by Cornelius Oertel (TU Bergakademie Freiberg) in the GREGASO project (<http://tu-freiberg.de/fakult3/min/geochemie/Mitarbeiter/Oertel/GREGASO/index.html>). The system consists of a transparent cylindrical chamber (acrylic glass) to trap emitted CO₂ from the soil surface. An IR-CO₂ sensor (Vaisala GMP343) is inside the chamber to log the concentrations. Air inside the chamber is homogenized with a small fan. Additional sensors measure different parameter, e.g., volumetric water content, soil and air temperature, and photosynthetic active radiation (PAR). The chamber is connected to a portable computer to collect and store the data. Laganière et al. (2012) mentioned that mosses have no significant effect on CO₂ emission, thus mosses were not removed from sites during the measurement process to avoid soil disturbance, which could affect the rate of CO₂ emissions. CO₂ was registered by placing the chamber on collars, inserted in the soil up to 8 cm depth. These collars are provided with a rubber ring to prevent gas leakage. Each measurement lasted for 7–8 minutes, followed by another 5 minutes to restore ambient conditions inside the chamber. The CO₂ flux was calculated with linear regression of the concentration in ppm_v versus time.

Analysis: A Mann-Whitney W-test was performed, using STATGRAPHICS Centurion XVI.I software, to compare the median CO₂ concentration of the SRF site with the other two alternative sites. A non-parametric method was chosen since the data are not normally distributed.

Results

During the growing season, both of the alternative sites (Lippersdorf and Hilbersdorf) show significantly higher CO₂ emissions than the SRF site. Namely in June, the median emission values were 136 and 256 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹ at SRF and Lippersdorf, respectively (Fig. 1). In August, the median emissions were 73 and 110 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹ at SRF and Lippersdorf, respectively. The alternative site Lippersdorf shows 188% and 150% higher emission

than the SRF site in June and August. In November, emission rate was 78% lower (61 and 48 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹ at SRF and Lippersdorf).

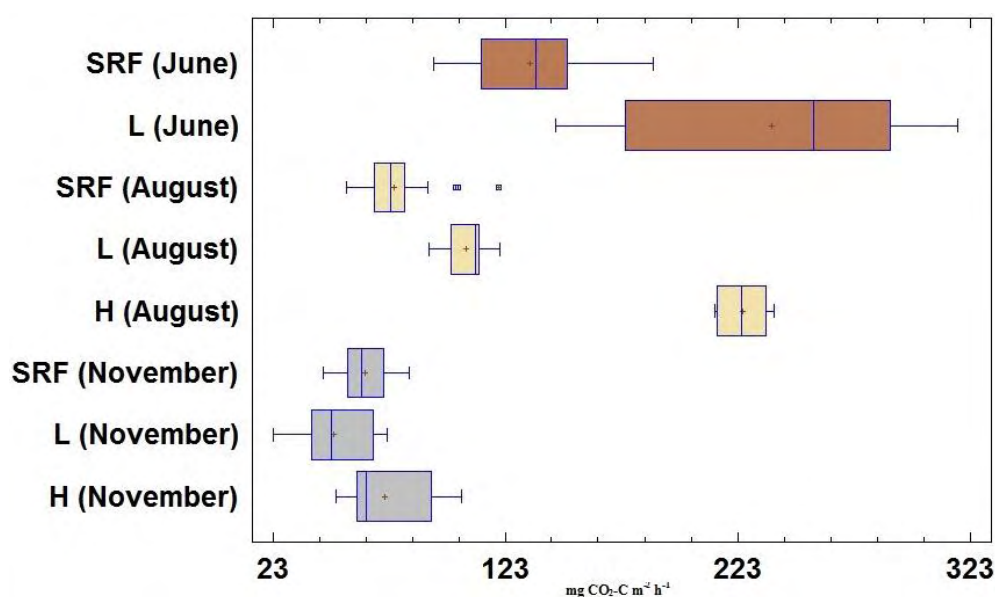


Figure 1. Box-and-Whisker Plot for CO₂ emission from short rotation forestry (SRF), Lippersdorf (L) and Hilbersdorf (H) in June, August and November 2012

At the second alternative site (Hilbersdorf), emission rate was 306% higher in August than at SRF (225 and 73 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹ at Hilbersdorf and SRF respectively). There was no significant difference between the two sites in November (61 and 63 mg CO₂-C m⁻² h⁻¹ at SRF and Hilbersdorf respectively (Figure 1)). Furthermore, there was no significant difference between emission rates at both alternative sites in November.

Discussion and Conclusions

Vegetation type and land-use affect soil C input (Poeplau and Don, 2013). Each of the three sites bears a different vegetation cover. It is thus expected that each site will have a different C input, which will affect CO₂ emission rates. In June, rye (*Secale cereale*) was cultivated in Lippersdorf; plants were well developed (height ~ 1 m). PAR was 130 and 1248 μmol m⁻² s⁻¹ at SRF and Lippersdorf, respectively. The low PAR value at SRF is due the dense cultivation system, well developed canopy and tree height. These factors reduce light penetration and affect soil temperature. Therefore, soil temperature at the SRF site is lower than at the others. As a result, the activity of soil microorganisms will be affected by soil temperature and thus the production of CO₂ will be reduced. On the other hand, soil moisture content, which affects soil respiration, was almost the same at both sites. Broeckx et al. (2012) mentioned that between late August and early October the Leaf Area Index (LAI) reaches its maximum, depending on the start of growing season. King and Evans (1967) reported that photosynthesis increases with LAI. (Vargas et al., 2011) mentioned that canopy photosynthesis affects soil CO₂ efflux. This explains the difference of CO₂ emission between SRF and the alternative sites.

The significant difference during the growing season (June and August) between SRF and the two alternative sites is caused by tillage, fertilization and crop cultivation. In contrast, the trees were completely barren at the SRF site in November. Accordingly, more solar energy can reach the upper soil, also shown by higher measured PAR values and soil temperature, compared to the alternative sites. This leads to comparable CO₂ emission values from SRF soils and the second alternative site. At Lippersdorf, which showed lower CO₂ emission in November, plants were well developed (~ 90 cm). Thus, photosynthesis was active, while plants were only 5 cm high at Hilbersdorf, and showed non-significant difference with the SRF site.

In conclusion, we recommended planting SRF on marginal land and brownfields, parallel with other sustainable land management options. Such land-use will reduce the demand for fertile and non-contaminated arable land for energy crops. Consequently, more fertile land remains available for food and animal feed production. At the same time, SRF contributes on a longer term to continuous soil quality and biodiversity improvement, groundwater protection, and soil erosion prevention. For validation of the results, more field experiments will continue during the vegetation period 2013.

References

1. Broeckx, L.S., Verlinden, M.S., and Ceulemans, R., 2012, Establishment and two-year growth of a bio-energy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): Effects of genotype and former land use: *Biomass and Bioenergy*, v. 42, p. 151-163.
2. European Commission, 2011, *Soil: the hidden part of the climate cycle*: Luxembourg.

3. Gupta, N., Kukal, S.S., Bawa, S.S., and Dhaliwal, G.S., 2009, Soil organic carbon and aggregation under poplar based agroforestry system in relation to tree age and soil type: *Agroforestry Systems*, v. 76, p. 27-35.
4. King, R., and Evans, L., 1967, Photosynthesis in Artificial Communities of Wheat, Lucerne, and Subterranean Clover Plants: *Australian Journal of Biological Sciences*, v. 20, p. 623-636.
5. Laganière, J., Paré, D., Bergeron, Y., and Chen, H.Y.H., 2012, The effect of boreal forest composition on soil respiration is mediated through variations in soil temperature and C quality: *Soil Biology and Biochemistry*, v. 53, p. 18-27.
6. Maxted, A.P., Black, C.R., West, H.M., Crout, N.M.J., McGrath, S.P., and Young, S.D., 2007, Phytoextraction of cadmium and zinc by *Salix* from soil historically amended with sewage sludge: *Plant and Soil*, v. 290, p. 157-172.
7. Poeplau, C., and Don, A., 2013, Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to different land-use changes across Europe: *Geoderma*, v. 192, p. 189-201.
8. Sainju, U.M., Jabro, J.D., and Stevens, W.B., 2008, Soil Carbon Dioxide Emission and Carbon Content as Affected by Irrigation, Tillage, Cropping System, and Nitrogen Fertilization: *Journal of environmental quality*, v. 37, p. 98-106.
9. Vargas, R., Baldocchi, D.D., Bahn, M., Hanson, P.J., Hosman, K.P., Kulmala, L., Pumpanen, J., and Yang, B., 2011, On the multi-temporal correlation between photosynthesis and soil CO₂ efflux: reconciling lags and observations: *New Phytologist*, v. 191, p. 1006-1017.

С.Н. ДЖЕЖОРА, Е.В. ЗЕЛЕНУХО, И.А. БАСАЛАЙ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ТЭЦ ПРИ СЖИГАНИИ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Целью данной работы является анализ воздействия на окружающую среду работы миниТЭЦ при сжигании местных видов твердого топлива и предложения природоохранного мероприятия по снижению этого воздействия. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: - исследование технологического процесса производства торфяных топливных брикетов; - оценка воздействия на окружающую среду работы миниТЭЦ при сжигании местных видов твердого топлива и предложения природоохранного мероприятия по снижению этого воздействия.

Технологический процесс производства топливных брикетов реализуется на современных торфобрикетных заводах (ТБЗ). Основными производственными единицами ТБЗ являются: бункерная фрезерного торфа, подготовительное отделение с дробильно-сепарационным оборудованием, сушильное отделение, отделение брикетирования и склад готовой продукции (топливных брикетов), а также котельная по сжиганию отсева (крупных фракций фрезерного торфа и древесных включений) для получения тепловой энергии для работы сушильного отделения или миниТЭЦ, как это реализовано на торфопредприятии «ТБЗ Усяж» в Минской области Республики Беларусь.

Технологический процесс производства топливных брикетов состоит в следующем.

Фрезерный торф влажностью 40–45%, заготовленный в летнее время, в вагонах доставляется в бункерную сырьевую брикетного цеха, откуда подается в подготовительное отделение и направляется в дробилку. Измельченный в дробилках фрезерный торф подается в грохота. Здесь происходит разделение торфа на фракции. Мелкая фракция подается сборным скребковым конвейером в сушильное отделение. Отсев торфа – крупная фракция – ленточными конвейерами отсева, подается в бункер крупной фракции отсева для дальнейшего сжигания в предтопке DG-8 котла №3.

Сушка торфа от исходной влажности 45% до конечной 15% производится в сушильной установке ПЕКО. Она состоит из пяти последовательно работающих сушилок. Две сушилки второй группы ПА и ПВ обогреваются горячей водой (~55С°). Три последующие сушилки IC, IB, IA обогреваются паром (~140 С°) и имеют один общий вентилятор высокого давления, прогоняющий торфовоздушный поток поочередно через сушилки первой группы. Пройдя последовательно через три сушилки IC, IB, IA торф осаждается в циклоне сушилки IA, откуда поступает в прессовое отделение. Поданная в пресса торфяная сушонка превращается в брикеты и по охладительным лоткам и системой конвейеров, направляется на склад готовой продукции в бункера для отправки потребителям.

Техпроцесс сжигания твердого и газообразного топлива в котельной.

Особенности работы ТЭЦ на местных видах топлива. Выработка электроэнергии

В котельной брикетного цеха ОАО «ТБЗ Усяж» установлены три котла: котел №1 – ДКВР 10/13 (двухбарабанный котел, вертикально-водотрубный, реконструированный, паропроизводительностью 10 тонн пара в час с разрешенным давлением 13 атм) – работает на газообразном топливе; котел №2 – ДЕ 16/14 (двухбарабанный котел с естественной циркуляцией, паропроизводительностью 16 тонн пара в час, с разрешенным давлением 14 атм) – работает на газообразном топливе; котел №3 – ДКВР 10/13 – работает на твердом топливе.

Котел ДКВР предназначен для выработки насыщенного пара. При установке пароперегревателя котел

может вырабатывать перегретый пар. В этом случае в обозначении марки котла должно быть третье число, которое соответствует температуре перегретого пара, вырабатываемого котлом в °С (например, ДКВР-10/13-225).

Барабаны котла – стальные цилиндрические сосуды с выпуклыми днищами, сварные. Внутренний диаметр верхнего и нижнего барабанов – 1000 мм, толщина стенок – 13 мм. Верхний барабан по длине примерно в 2 раза больше нижнего. В верхнем барабане имеются водораспределительное и паросепарирующее устройства, а также труба непрерывной продувки. В нижнем барабане имеется устройство для равномерного разогрева при пуске котла, а также труба периодической продувки. Верхний барабан спереди и сзади, а нижний барабан сзади имеют люки для осмотров и ремонтов. В нижней части верхнего барабана над топкой имеются две легкоплавкие пробки, которые вытекают при температуре примерно 300 °С и служат для сигнализации оператору об опуске воды.

Барабаны между собой соединяются пакетом конвективных труб.

Топка у котла расположена спереди и ограждена четырьмя экранами: передним, задним и двумя боковыми. Экраны - это опускные трубы, коллекторы и экранные трубы. Опускные трубы и коллекторы – не обогреваемые. На передней стенке топки располагаются две газомазутные горелки. Конвективную часть в продольном направлении пронизывает один обдувочный аппарат. Коллекторы по торцам имеют лючки для осмотров и чисток.

Котел имеет тяжелую обмуровку, которая служит для теплоизоляции, а также для организации движения дымовых газов тремя перегородками. Первые две перегородки выполнены из шамотного кирпича, а третья перегородка – чугунная. Между первой и второй перегородками образуется камера догорания.

Принцип работы парового котла. Движение дымовых газов. При сгорании газовоздушной смеси в топке котла образуются дымовые газы, которые движутся в заднюю часть топки, а затем входят в камеру догорания, там движутся справа налево, затем входят в конвективный пакет, где вынуждены делать 2 хода, огибая вторую и третью перегородки.

Выходят дымовые газы из котла с левой стороны сзади, а затем идут к экономайзеру, дымососу, в боров, дымовую трубу и атмосферу. Тяга принудительная.

Циркуляция воды естественная, идет по пяти контурам. С верхнего барабана по специальным опускным трубам переднего, двух боковых экранов, а также с нижнего барабана по опускным трубам заднего экрана вода поступает в коллекторы этих экранов, а с коллекторов этих экранов в экранные трубы, где происходит парообразование. Пароводяная смесь поднимается в водяной объем верхнего барабана. С верхнего барабана по задним, менее обогреваемым конвективным трубам, вода опускается в нижний барабан, где попадает в остальные конвективные трубы, где происходит обычное парообразование. ПВС поднимается в водяной объем верхнего барабана. ПВС от всех контуров циркуляции делится в верхнем барабане на пар и воду вначале на зеркале испарения, а затем на паросепарирующем устройстве, после чего пар идет потребителю, а вода - на следующий круг циркуляции.

Технология сжигания твердого топлива. Образованная крупная фракция торфа после технологической операции “грохочение” поступает в котельную для дальнейшего сжигания в предтопке DG -8 (мощность 8 мВт) котла ДКВР 10/13 - №3. Склад топлива для предтопка представляет собой здание, в полу которого перемещается пять подвижных скреперов, осуществляющих подачу твердого топлива к скребковому конвейеру. Посредством данного конвейера топливо поступает в бункер-накопитель, установленный перед предтопком. Находящееся топливо в бункере двумя пуансонами заталкивается на горение в предтопок. Предтопок состоит из металлической рамной конструкции, облегченной обмуровки, трех колосниковых решеток, канала золоудаления со скрепером золоудаления.

Поданное топливо в предтопок, поступает в первую зону – зону подсушивания топлива, продвигаясь по предтопку за счет подвижных колосниковых решеток, топливо попадает во вторую зону, – в которой происходит непосредственное горение топлива. После чего топливо движется далее и поступает в третью зону – зону догорания и образования золы. Образованная зола в результате горения топлива поступает в канал золоудаления и посредством скрепера золоудаления, направляется в приемник золы и далее – в золоотвал.

Всеми процессами в котельной брикетного цеха управляет автоматизированная система управления технологическим процессом распределения и учета тепла.

В результате процесса сжигания топлива в топке котла образуются продукты горения, которые выбрасываются в атмосферу. С точки зрения экологии в обязательном порядке проводится контроль за дымовыми газами (за уровнем концентрации CO₂).

Для постоянного мониторинга и контроля уровня CO₂ в дымовых газах каждый из котлоагрегатов имеет свою автоматизированную систему контроля. Система автоматики котла ДЕ 16/14 (работающий на газообразном топливе) осуществляет контроль за процессом сжигания топлива, а также регулирует данный процесс (устанавливает процентное соотношение “газ - воздух”) таким образом, чтобы на выходе из котла дымовые газы имели наименьшую концентрацию CO₂, что произведено полное сгорание топлива.

В случае, когда происходит сжигание твердого вида топлива в предтопке котла ДКВР 10/13, автоматизированная система контроля уровня CO₂ в дымовых газах контролирует данный параметр на выходе из котла и в случае, когда концентрация CO₂ велика, система увеличивает подачу третичного воздуха в топку для обеспечения полного догорания летучих частиц топлива, и тем самым, снижения концентрации CO₂ в целом.

Образованный в котле с давлением 13 атм пар по паропроводам направляется к электротурбогенераторам. В котельной брикетного цеха установлены два турбогенератора «КУБАНЬ» марки МСК 750 мощностью 0,6 мВт каждый (суммарная мощность 1,2 мВт). Так как давление поступающего пара к потребителю должно не превышать 3 атм, следовательно, давление пара на выходе из котла необходимо понизить. Этот процесс и проводится с помощью указанных выше двух электротурбогенераторов. После турбогенераторов пар с низким давлением подается в технологический процесс сушки фрезерного торфа, а также на подогрев горячей воды и отопление.

Производительность котельной брикетного цеха – 25 Гкалл.

В объеме котельно-печного топлива, использование местных видов топлива составляет 60 %. В качестве твердого топлива в паровом котле широко используются также в смеси с отсевом фрезерного торфа опилки и стружка из деревообрабатывающего цеха, расположенного на территории предприятия.

Перевод котла ДКВР 10/13 №3 на местные виды топлива привело к снижению общего потребления газообразного топлива с 9 млн.м³ до 2,5 млн.м³. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии дешевле покупной в пять раз. На ОАО «ТБЗ Усяж» в ближайшее время планируется перевод еще одного котла ДКВР 10/13 на местные виды топлива.

Таким образом, миниТЭЦ, применяемая ОАО «ТБЗ Усяж», позволяет с использованием местного недорогого топлива при соблюдении экологических нормативов получать дешевую тепловую энергию, которая направляется на технологический процесс производства топливных брикетов, а также для горячего водоснабжения и отопления производственных помещений, жилых домов, школы и объектов социально-культурного назначения, расположенных в поселке. Также применяемая схема позволяет вырабатывать дешевую электрическую энергию, которая расходуется на собственные нужды предприятия.

Е.Л. ЗАВЬЯЛОВА, И.В. СКРИНЕЦКАЯ, А.С. ШИПИКА
Донецкий национальный технический университет, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ АНКЕРОВ

Исследована зависимость коэффициента теплопроводности глино-графитной смеси от ее состава для подтверждения возможности применения этой смеси в качестве теплопроводящего состава. Увеличение теплоотдачи породного массива при использовании глино-графитной смеси позволит повысить эффективность работы теплопроводящих анкеров.

В настоящее время актуальность проблемы поиска альтернативных источников энергии не вызывает сомнений в связи с исчерпанием и существенным удорожанием традиционных источников энергии. Среди альтернативных источников энергии особое место занимает геотермальная энергия как один из наиболее надежных и постоянных источников альтернативной энергетики, так как используемое тепло земли имеет стабильную температуру на протяжении длительного времени.

Анализ показывает, что запасы геотермальной энергии на планете достаточны для того, чтобы на длительное время обеспечить потребности всего человечества, а ее стоимость – одна из самых низких среди возобновляемых источников энергии. Однако приемлемые для использования в современных энергетических установках уровни теплоты, с температурой более 150⁰С, находятся на значительных глубинах, порядка 4-5 тыс.м [1]. Для горнодобывающих регионов Украины, в которых отсутствуют неглубоко расположенные высокопотенциальные термальные ресурсы, перспективным источником является теплота, получаемая из недр через стенки горных выработок глубоких шахт. Таким образом, создание экологически безопасной технологии рационального использования теплоты недр на глубоких угольных шахтах является актуальным.

В настоящее время проводится огромное количество исследований и разработок в области получения и использования геотермальной энергии. Основное количество способов получения геотермальной энергии основано на скважинных технологиях. При этом способом бурятся скважины, в которые подается холодная вода, а на выходе получают горячую воду или пар. Данному способу присущи такие недостатки как: высокая стоимость буровых работ, малая производительность установок, угроза закупорки или размывания теплопроводящих каналов в трещиноватом горном массиве, невозможность контролировать работу подземного теплообменника.

Учеными Донецкого национального технического университета предложен способ извлечения низкопотенциальной энергии, поступающей из недр и снимаемой теплоносителем со стенок горных выработок [2] с помощью шахтного геотермального теплообменника. Шахтный геотермальный теплообменник (ШГТ) – совокупность горных выработок, пройденных в горном массиве с температурой пород 30-50⁰С и выше, в которых происходит извлечение теплоты недр путем нагревания, движущегося в выработках теплоносителя, как правило, воздуха или воды. Особенность способа состоит в том, что для этого используют выработанные пространства, то есть участки горного массива, из которых извлечено полезное ископаемое, и их практическое использование не предусматривается в перспективе. В таких условиях теплосъем может производиться десятки и сотни лет, так как источник теплоты будет

существовать в обозримом будущем. В отличие от скважинных технологий в этом способе процесс теплообмена является контролируемым, угроза суффозии или кольятации – минимальна. Длительность существования такого типа установок определяется только устойчивостью пространства, в котором осуществляется теплопередача.

Для реализации данного способа был предложен усовершенствованный способ анкерного крепления выработок [3], в котором на участке разрушенных пород шпур бурят диаметром не менее двух диаметров анкера (рис.1). После закрепления анкера, зазор между ним и стенкой шпура заполняют теплопроводным наполнителем и устанавливают теплообмен с воздухом выработки с помощью опорной шайбы в виде радиатора, чем обеспечивается достижение технического результата - увеличение коэффициента теплопроводности горных пород, вмещающих выработку-канал, что позволяет увеличить эффективность передачи тепла из массива горных пород теплоносителю.

Для обеспечения наилучшей теплопередачи из глубины массива к контуру горной выработки необходимо максимально снизить негативное влияние техногенной трещиноватости горных пород вблизи поверхности канала. Искусственное увеличение коэффициента теплопроводности (λ_T) трещиноватых горных пород возможно в случае, когда открытые макротрещины заполняют способным отвердевать составом (т.е. уменьшать пористость среды), имеющим λ_T большую, чем вода. Такими характеристиками обладает суспензия бентонитовой глины $0,7 < \lambda_T < 0,98$. Особенно увеличивает значение коэффициента теплопроводности добавление в суспензию тонкодисперсного порошка графита, имеющего уникальный показатель $116 < \lambda_T < 174$. Таким образом, нагнетание суспензии бентонитовой глины с графитом в окружающий выработку массив позволяет сократить негативное влияние техногенной и природной трещиноватости и обеспечить улучшение тепловых характеристик ШГТ. Целью данной работы является исследование зависимости коэффициента теплопроводности глино-графитной смеси от ее состава для подтверждения возможности применения этой смеси в качестве теплопроводящего раствора, что позволило бы повысить эффективность работы теплопроводящих анкеров.

Для исследования и подтверждения возможности применения глино-графитной смеси в качестве теплопроводящего раствора был проведен ряд опытов. Приготовление образцов осуществлялось в лаборатории с использованием пресса. На технических весах с ценой деления 0,05г взвешивали графитный порошок и бентонитовую глину для приготовления образцов с содержанием графита 0%, 5%, 10%, 15%, 20% (вес.). После взвешивания компонентов проводили их смешивание. Завершающим этапом в приготовлении образцов являлось придание глино-графитной смеси формы таблеток диаметром 44 мм и толщиной 10мм и 15мм с помощью пресса. Масса образцов составила 30г и 40 г соответственно.

Проведение непосредственных измерений осуществлялось согласно ГОСТ 25493-82 [4]. Тепловые параметры образцов измеряли, подавая тепловые импульсы на один из торцов цилиндрического образца с плоскопараллельными основаниями, а временной сдвиг теплового импульса, связанный со скоростью распространения тепла в образце изучали на другом торце.

Для подтверждения возможности применения глино-графитной смеси в качестве теплопроводящего состава было приготовлено более 40 образцов с различной концентрацией графитового порошка. Кроме того, были проведены измерения коэффициента теплопроводности глино-графитной смеси в увлажненном состоянии. Для этого образцы помещались в эксикатор над поверхностью воды и выдерживались в нем до достижения максимальной степени водонасыщения, которая определялась по увеличению веса образца. Полученные коэффициенты теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние содержания графита на величину коэффициента теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси

Содержание графита в увлажненной глино-графитной смеси, $C_{гр}, \% \text{ вес.}$	Коэффициент теплопроводности сухой глино-графитной смеси, $\lambda_{сух}, \text{ Дж/(м}\cdot\text{°C)}$	Увеличение коэффициента теплопроводности сухой глино-графитной смеси, %	Влажность глино-графитной смеси, $W_{см}, \% .$	Коэффициент теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси, $\lambda_{вт}, \text{ Дж/(м}\cdot\text{°C)}$	Увеличение коэффициента теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси, %	Увеличение коэффициента теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси относительно сухой, %
0	4,87	0	3,8	6,18	0	26,89
5	5,1	4,72	1,35	6,7	8,4	37,57
10	5,7	17,0	1,0	7,25	17,3	48,87
15	6,69	37,4	0,68	7,66	23,9	57,28
20	7,69	57,9	2,11	8,41	36,08	72,68

На рисунке 2 представлены зависимости коэффициента теплопроводности сухой и увлажненной

глино-графитной смеси от концентрации графитового порошка. При этом зависимость коэффициента теплопроводности сухой глино-графитной смеси описывается формулой:

$$\lambda_{\text{сух}} = 4,6723 \cdot e^{0,0237C_{\text{гп}}} \quad (2)$$

с коэффициентом парной корреляции $|r| = 0,9674$.

Зависимость коэффициента теплопроводности увлажненной глино-графитной смеси от содержания графита описывается формулой:

$$\lambda_{\text{вл}} = 6,1963 \cdot e^{0,015C_{\text{гп}}} \quad (3)$$

с коэффициентом парной корреляции $|r| = 0,9953$.

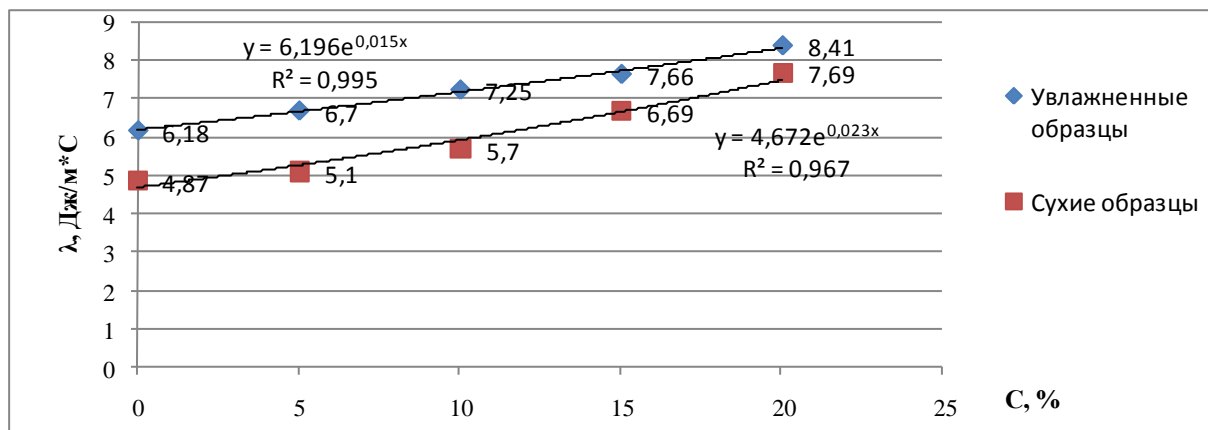


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности сухой и увлажненной глино-графитной смеси от концентрации графитового порошка.

Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод об увеличении коэффициента теплопроводности при увеличении содержания порошка графита в глино-графитной смеси. Для сухих смесей увеличение коэффициента теплопроводности составило 57,9 %, для увлажненных 72,68 %. Если учесть, что коэффициент теплопроводности породного массива находится в пределах $0,91 < \lambda_n < 0,512$, то использование глино-графитной смеси в качестве теплопроводящего состава позволит увеличить его теплопроводящие свойства более, чем в 10 раз, что позволит повысить эффективность работы теплопроводящих анкеров.

Литература

1. Дворов И.М. Геотермальная энергетика. – М.: Наука, 1976.- 215с.
2. Патент на винахід №82121 Україна МПК F24 J3/08, F03 G41/00. «Спосіб одержання геотермальної енергії» Костенко В.К. Костенко О.В., Костенко Т.В., заявник і власник ДонНТУ. – № u200603145; заявл. 03.04.2006; опубл. 11. 03. 2008, бюл. №5.
3. Патент на корисну модель № 70012 Україна, МПК E21D 13/00. Спосіб анкерного кріплення виробки/ В.К. Костенко, Зав'ялова О.Л., С. Саліхерадж, О.С. Шипика; заявник і власник ДонНТУ. – № u201112926; заявл. 03.11.2011; опубл. 25.05.2012, Бюл. №10.
4. ГОСТ 25493-82 Породы горные. Метод определения удельной теплоемкости и коэффициента температуропроводности.

Е.В. ЗЕЛЕНУХО

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Энергетические потребности экономики Республики Беларусь удовлетворяются, в основном, за счет использования органического топлива (газ, мазут), большая часть которого импортируется из-за рубежа. Традиционные способы сжигания органического топлива в энергетических установках сопряжены с разносторонним локальным и глобальным воздействием на окружающую среду (рис. 1).

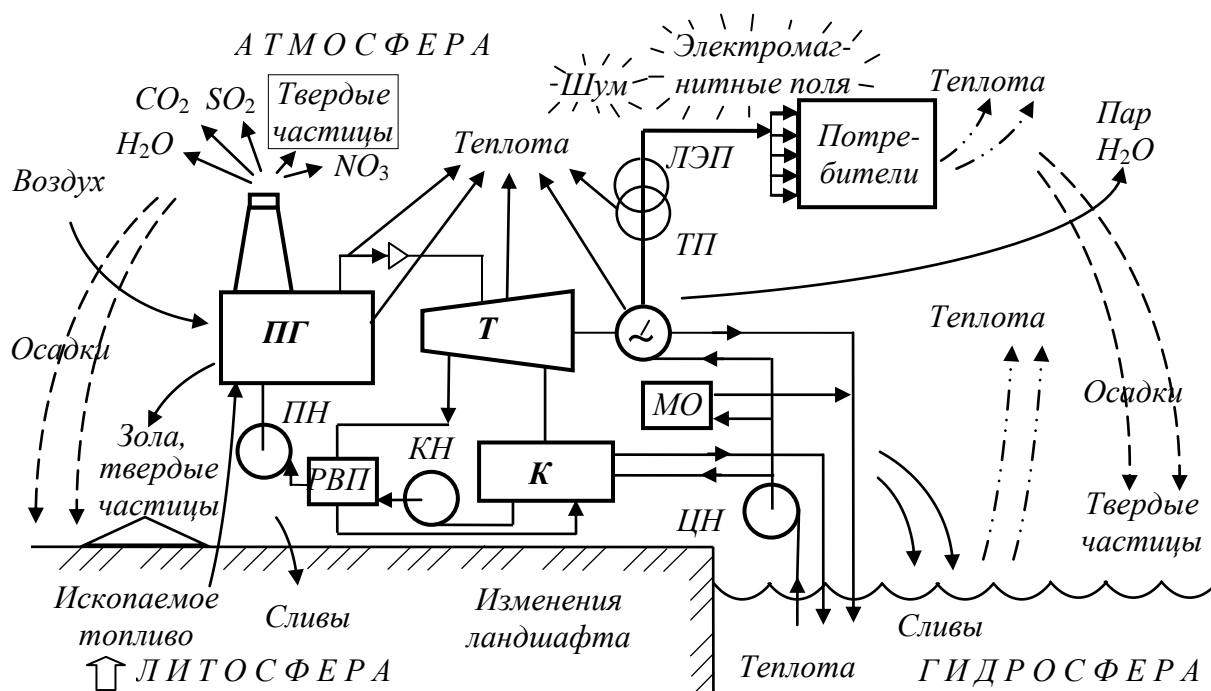


Рис. 1. Воздействия, оказываемые объектами энергетики на окружающую среду

К числу важнейших проблем, связанных со сжиганием органического топлива, относятся выбросы загрязняющих веществ непосредственно в атмосферный воздух, вследствие невозможности организации замкнутых циклов и безотходного производства. Для энергетической отрасли приоритетными загрязняющими веществами являются оксиды азота (NO_x), углерода (CO_x), серы (SO_x), твердые вещества (зола, сажа, тяжелые металлы и др.). Так, выбросы от стационарных источников в 2011 г. составили 370,8 тыс. т, в том числе: от технологических, производственных и других процессов – 279,4 тыс. т (75%) и от сжигания топлива – 91,4 тыс. т (25%).

Степень загрязнения окружающей среды зависит от вида и качества используемого органического топлива, от типа энергетических установок, а также от режима работы энергетического оборудования. Существующие в настоящее время методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе энергоустановок предназначены для определения выбросов в стационарном режиме. Однако, в связи с обострением экологической ситуации важное значение имеет также учет фактора воздействия на окружающую среду при работе энергоустановок в переменном, нестационарном режиме, обусловленном переводом из активного состояния в пассивное (с нулевой нагрузкой при любом тепловом состоянии) и обратно или набором (сбросом) нагрузки до разных значений с различной скоростью. К таким режимам работы энергетического оборудования относится пусковой режим.

В данной работе рассматривается один из возможных подходов учета экологических аспектов при работе энергоустановок в режимах пуска, путем построения кинетической модели образования вредных выбросов в процессе горения топлива.

Для построения данной модели была разработана полная кинетическая схема реакций горения природного газа на основании литературных данных [1], которая включает около 440 прямых и обратных реакций.

Для всех реакций, на основании исходных данных, представленных в [1], были рассчитаны константы скоростей химических реакций по следующей формуле:

$$K = K_0 T^n e^{\frac{-E}{RT}}.$$

Полученные значения констант скоростей реакций сопоставлялись с имеющимися значениями констант, опубликованными в периодической литературе в последние годы. Получено удовлетворительное согласие, что подтверждает правильность предложенной модели.

При создании модели горения природного газа был использован комплекс программ для расчета процессов химической кинетики «KINETIC»[2]. Комплекс «KINETIC» предназначен для анализа сложных химических систем и решения обратных задач химической кинетики. Препроцессор комплекса по заданной схеме реакций генерирует фортрановские и/или ассемблерные тексты программ для расчета правых частей обыкновенных дифференциальных уравнений, соответствующих заданной схеме реакций, якобиан системы, производные по параметрам и т.д., после чего проводятся решение и анализ полученной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задание препроцессору составляется в свободном формате на языке, практически не отличающемся от общепринятого в химии. В качестве алгоритма интегрирования используется модифицированный метод Гира.

Применительно к принятой кинетической модели горения природного газа было составлено 50 кинетических дифференциальных уравнений для каждого химического элемента, участвующего в химических реакциях.

Для примера приведем кинетическое дифференциальное уравнение изменения концентрации NO_2 :

$$d[\text{NO}_2]/dt = -K_5 [\text{NO}_2] [\text{M}] + K_8 [\text{HO}_2] [\text{NO}] - K_9 [\text{OH}] [\text{NO}_2] + K_{12} [\text{O}_2] [\text{HNO}] - K_{13} [\text{OH}] [\text{NO}_2] - K_{14} [\text{H}] [\text{NO}_2] + K_{15} [\text{OH}] [\text{NO}] - K_{28} [\text{N}] [\text{NO}_2] + K_{29} [\text{NO}]^2 - K_{32} [\text{NH}] [\text{NO}_2] + K_{33} [\text{NO}] [\text{HNO}] - 2K_{34} [\text{NO}_2]^2 + K_{35} [\text{NO}] [\text{N}_2\text{O}] - K_{36} [\text{N}_2] [\text{NO}_2] - K_{39} [\text{NO}_2] [\text{CN}] + K_{40} [\text{NO}] [\text{NCO}].$$

Построенная кинетическая модель горения природного газа позволяет описать зависимости концентраций вредных газообразных выбросов от температуры горения. Расчет концентраций вредных выбросов проводится в замкнутом постоянном объеме и количестве исходных продуктов. Полученные результаты приведены на рис. 2 и 3.

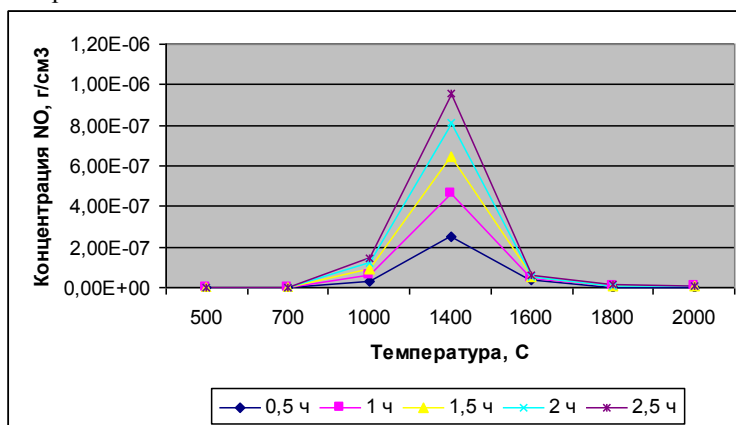


Рис. 2. Зависимость концентрации NO от температуры горения

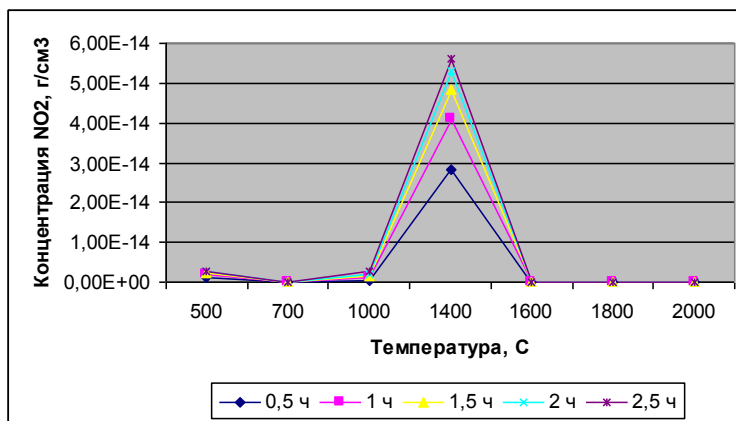


Рис. 3. Зависимость концентрации NO₂ от температуры горения

Выделяя в каждый момент времени основные реакции по значению скорости реакции, можно определить, какие процессы играют основную роль в образовании вредных газообразных выбросов на различных этапах горения. Так, при температурах 500-1000 °C образование NO происходит в основном за счет реакции с N_2O ; при температурах 1000-2000 °C основную роль играют реакции с OH, NH, HNO. Образование двуокси азота при температурах 500-1000 °C происходит в основном за счет взаимодействия HNO с O_2 , а также NO_2 с NO. При более высоких температурах (1000-2000 °C) в образовании NO_2 участвуют реакции ($\text{NO} + \text{OH} = \text{NO}_2 + \text{H}$, $\text{NO} + \text{NO} = \text{NO}_2 + \text{N}$).

В таблице 1 приведены химические реакции и константы скоростей этих реакций, оказывающих основной вклад в образование NO_x .

Падение образования оксидов азота (правая ветка графика) объясняется уменьшением количества исходных продуктов. В реальных процессах исходные продукты поступают непрерывно и образование NO_x будет выходить на прямую (линию насыщения).

Таким образом, кинетическая модель горения топлива позволяет рассмотреть механизм образования и количественные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе энергоустановок в переменном, нестационарном режиме.

Основные химические реакции образования NO _x и константы скоростей реакций		
№ п/п	Реакция	Константа скорости реакции
1	$N + O_2 = NO + O$	$6.31229E-15 T^{-0.5} \exp(-5032.713/T)$
2	$NO + O = N + O_2$	$1.31882E-15 T^{-0.5} \exp(20986.41/T)$
3	$NO + N = N_2 + O$	$6.60978E-11 \exp(-503.2713/T)$
4	$N_2 + O = NO + N$	$2.88527E-10 \exp(-38399.6/T)$
5	$NO_2 + M = NO + O + M$	$4.17049E-4 T^{-1} \exp(-36134.88/T)$
6	$OH + N = NO + H$	$1.31882E-10 \exp(-1157.524/T)$
7	$NO + H = OH + N$	$4.07556E-10 \exp(-25364.87/T)$
8	$NO + HO_2 = NO_2 + OH$	$3.31274E-12 \exp(251.636/T)$
9	$NO_2 + OH = NO + HO_2$	$1.38098E-11 \exp(-1761.449/T)$
10	$NO + NH = N_2O + H$	$1.6603E-12 \exp(-251.6356/T)$
11	$N_2O + H = NO + NH$	$4.46876E-10 \exp(-14997.48/T)$
12	$HNO + O_2 = NO_2 + OH$	$1.6603E-11 \exp(-5032.713/T)$
13	$NO_2 + OH = HNO + O_2$	$1.2308E-11 \exp(-8152.994/T)$
14	$NO_2 + H = OH + NO$	$5.25034E-10 \exp(-754.9069/T)$
15	$NO + OH = NO_2 + H$	$1.1225E-11 \exp(-16054.35/T)$
16	$N_2O + O = NO + NO$	$2.6314E-10 \exp(-15098.14/T)$
17	$NO + NO = N_2O + O$	$6.02819E-12 \exp(-33668.85/T)$
18	$NO + HO_2 = HNO + O_2$	$3.31274E-13 \exp(-1006.543/T)$
19	$HNO + O_2 = NO + HO_2$	$1.86289E-12 \exp(50.3271/T)$
20	$NH + O = NO + H$	$1.04758E-12 T^{0.5} \exp(0/T)$
21	$NO + H = NH + O$	$6.02819E-12 T^{0.5} \exp(-37956.72/T)$
22	$HNO + H = NO + H_2$	$1.6603E-11 \exp(-2013.085/T)$
23	$NO + H_2 = HNO + H$	$9.12404E-12 \exp(-29642.68/T)$
24	$HNO + O = NO + OH$	$8.32122E-13 T^{0.5} \exp(-1006.543/T)$
25	$NO + OH = HNO + O$	$1.95068E-13 T^{0.5} \exp(-27428.28/T)$
26	$HNO + OH = NO + H_2O$	$1.6603E-12 T^{0.5} \exp(-1006.543/T)$
27	$NO + H_2O = HNO + OH$	$4.26763E-12 T^{0.5} \exp(-36285.86/T)$
28	$NO_2 + N = NO + NO$	$1.6603E-10$
29	$NO + NO = NO_2 + N$	$1.09695E-11 \exp(-39456.47/T)$
30	$NO_2 + H = OH + NO$	$5.25034E-10 \exp(-754.9069/T)$
31	$NO + OH = NO_2 + H$	$1.1225E-11 \exp(-16054.35/T)$
32	$NO_2 + NH = HNO + NO$	$1.6603E-13 T^{0.5} \exp(-2013.085/T)$
33	$NO + HNO = NO_2 + NH$	$9.33657E-14 T^{0.5} \exp(-24006.04/T)$
34	$NO_2 + NO_2 = 2NO + O_2$	$3.31274E-12 \exp(-13588.32/T)$
35	$N_2 + O + NO = N_2 + NO_2$	$8.32122E-9 \exp(-26673.38/T)$
36	$N_2 + NO_2 = N_2 + O + NO$	$1.25947E-8 \exp(-43633.62/T)$
37	$NO + C = CN + O$	$1.09695E-10$
38	$CN + O = NO + C$	$2.0902E-10 \exp(-14796.18/T)$
39	$CN + NO_2 = NCO + NO$	$5.01403E-11$
40	$NCO + NO = CN + NO_2$	$1.1754E-10 \exp(-25732.26/T)$
41	$NCO + O = NO + CO$	$9.55404E-11$
42	$N + CO_2 = NO + CO$	$3.16364E-13 \exp(-1711.122/T)$

Литература

1. Заслонко И.С., Тереза А.М., Кулиш О.Н., Желдаков Д.Ю. Кинетические аспекты снижения уровня окиси азота в продуктах горения с помощью добавок аммиака (De-NO_x) // Химическая физика. – 1992. - № 11.
2. Бубнов В.П., Бугаенко В.Л., Гришкин В.Л. и др. Модель радиолитического разложения дымовых газов тепловых электростанций // Теплоэнергетика. – 1993. - № 1. – с. 42.

А.Ю. ЗЕНОВИЧ-ЛЕШКЕВИЧ-АЛЬПИНСКАЯ, Е.В. ЗЕЛЕНУХО
Белорусский национальный технический университет, г.Минск

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ТЭЦ

Цель работы – анализ воздействия на окружающую среду крупного объекта энергетической системы и природоохранные мероприятия по снижению этого воздействия. Для достижения поставленной цели проведен анализ технологического процесса на Гомельской ТЭЦ-2. Она введена в эксплуатацию в 1977

году, входит в систему электрических и тепловых сетей на территории Гомельской области Министерства энергетики Республики Беларусь и предназначена для теплоснабжения жилой застройки и промышленных предприятий г. Гомеля. Площадка ТЭЦ размещена в 5 км к западу от города. На станции установлены: - три теплофикационных энергоблока с турбинами Т-180/210-130, котлоагрегатами Еп-670-140ГМН, турбогенераторами ТГВ-200-2МУЗ; - три водогрейных котла КВГМ-180-150. Теплоснабжение потребителей г. Гомеля производится по трем тепломагистралям. Выдача электрической мощности в энергосистему осуществляется на напряжение 110 кВ с закрытого распределительного устройства.

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели Гомельской ТЭЦ-2

Показатели	Размерность	Величина
Установленная мощность электрическая	МВт	540
Установленная мощность тепловая	Гкал/ч	1320
Выработка электроэнергии	млн. кВт·ч	3100
Отпуск теплоэнергии	тыс. Гкал	4840
Удельный расход условного топлива на отпуск:		
электроэнергии	г/кВт·ч	314
теплоэнергии	кг/Гкал	160,4
Структура топлива: - природный газ / мазут	%	70 / 30

Наибольший удельный вес в структуре затрат на производство и отпуск энергии ТЭЦ-2 имеют расходы на топливо – 77,1%. Динамика выработки электроэнергии и отпуска тепла определяется режимом работы станции в отопительный период (в зависимости от температуры наружного воздуха) и межотопительный период – при работе одним или двумя энергоблоками. Улучшение удельных расходов топлива на отпуск электрической и тепловой энергии достигнуто также за счет мероприятий по энергосбережению.

Выполнение целевого показателя по **энергосбережению** на Гомельской ТЭЦ-2 за период 2007-2011 годы, выраженного в тонах условного топлива (т.у.т.), следующее: фактический показатель возрос в 8 раз (с 1137 т.у.т. - в 2007 до 9117 – в 2011 году).

За 1-й квартал 2013 г. при задании 1500 т.у.т. фактическое выполнение составило 2700 т.у.т.

Наиболее значимые мероприятия на Гомельской ТЭЦ-2 - это внедрение детандер-генераторной установки УТДУ-4000 – экономия 3675 т.у.т.; а также утилизация тепла горячего воздуха из помещения котельного отделения – экономия 7248 т. у. т.

В настоящее время получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих, природоохраных технологий становится все более актуальным. Одно из таких направлений – использование потенциальной энергии природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением **детандер-генераторных установок (ДГУ)**.

В Беларуси турбодетандерные технологии известны с 2000 года. На Лукомльской ГРЭС были внедрены два детандер-генераторных агрегата мощностью 5 и 2,5 МВт, на Минской ТЭЦ-4 установлены две утилизационные детандер-генераторные энергетические установки суммарной мощностью 5 МВт. В мае 2008 года введена в эксплуатацию детандер-генераторная установка УТДУ-4000 мощностью 4 МВт на Гомельской ТЭЦ-2.

Работа ДГУ в составе Гомельской ТЭЦ-2 обуславливает несколько первоочередных факторов, которые были учтены еще на этапе ее разработки, в частности, это значительные сезонные и суточные колебания расхода газа через ГРП ТЭЦ (от 30000 до 150000 $\text{нм}^3/\text{ч}$); а также то, что все процессы управления ДГУ, а также перевода функций регулирования давления (в газопроводе низкого давления, идущего к котлам ТЭЦ) от ДГУ при запуске, наборе нагрузки и останове ДГУ должны быть полностью автоматизированы.

Основными частями ДГУ являются детандер и электрический генератор. Детандер представляет собой тепловую машину, рабочим телом в которой является транспортируемый природный газ. Энергия природного газа при его расширении в детандере преобразуется в механическую энергию, которая затем в соединенном с детандером генераторе преобразуется в электрическую энергию. Отсутствие процесса сжигания газа обеспечивает полную экологическую чистоту технологического процесса. После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется к котлоагрегатам ТЭЦ.

Особенностью схемы подогрева газа на Гомельской ТЭЦ-2 является то, что для его подогрева до температуры 80–100 °С используется сетевая вода, отбираемая за подогревателем сетевым горизонтальным (ПСГ-2), что позволяет задействовать низкопотенциальный пар, отработавший в тепловой турбине. Дальнейший дополнительный подогрев газа до 115 °С производится в отдельном подогревателе паром 4-го отбора турбины. Важной особенностью данной схемы является то, что в летний период в случае работы двумя энергоблоками можно обходиться без включения газового подогревателя.

Важная составляющая УТДУ - система автоматического управления. Она обеспечивает автоматизированное управление подготовкой и пуском агрегата, контроль и регулирование параметров в процессе работы, поддержание заданной температуры сепарации, нормальную и аварийную его остановку,

отображение параметров на мониторе.

УТДУ-4000 на Гомельской ТЭЦ является головным образцом в Беларуси, прошедшим опытно-промышленную эксплуатацию. За период с 2008 года его наработка составила 15700 ч, выработано экологически чистой электроэнергии более 27 млн. кВт.ч, сэкономлено топлива – 9690 т.у.т. В соответствии с актом технической эффективности установки УТДУ-4000 на Гомельской ТЭЦ-2 при расходе газа 102,3 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$ получена мощность 4,56 МВт, что приближается к уровню европейских образцов. При этих условиях удельный расход топлива на отпуск электроэнергии составил 130 г у.т./кВт·ч.

Опыт эксплуатации УТДУ в составе Гомельской ТЭЦ-2 позволяет утверждать, что она полностью соответствует современному уровню развития техники. Ее использование дает возможность ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы и получить до 1 % дополнительной мощности, снизить расход топлива, а также улучшить экологические показатели. Кроме того, ДГУ относится к оборудованию, созданному по «бестопливным» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к конвенции ООН по изменению климата. Поэтому реализация этих проектов может проводиться с использованием механизма привлечения средств за счёт продажи квот на эмиссию парниковых газов.

Эти факторы служат основанием для дальнейшего развития и совершенствования технологических схем ДГУ и расширения их использования в нашей стране. Перспективным видится внедрение аналогичных утилизационных детандерных установок не только на газорегуляторных пунктах электростанций «Белэнерго», но и на газораспределительных станциях ОАО «Белтрансгаз», где перепады давления и расходы газа больше.

На Гомельской ТЭЦ-2 предусмотрены следующие природоохранные объекты:

Система установок по очистке сточных вод включает в себя установку по очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты; установку по очистке сточных вод химических промывок и консервации оборудования; установку по очистке обмывочных вод РВП и конвективных поверхностей нагрева котлов; установку нейтрализации сточных вод обессоливающей установки; а также установку по очистке продувочных вод осветлителей.

Оборотные системы № 1 и 2. Общая мощность 1524 тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$ с градирнями № 1 и 2 площадью орошения 3200 м^2 . Устройства глушения шума от сброса пара котлоагрегатами ТГМЕ-206 ст. № 1,2,3. Установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ из уходящих газов проектом не предусмотрено.

Общее водопотребление в 2012 году составило 2554,5 тыс. м^3 (в том числе техническая вода – 2429,5 тыс. м^3 , хозяйственная – 125 тыс. м^3). Общее водоотведение в хозяйственно-канализационную канализацию в 2012 году составило 191 тыс. м^3 .

Выбросы вредных веществ в атмосферу сведены в таблицу 2.

Увеличение суммарных выбросов вредных веществ в атмосферу в 2012 году по сравнению с предыдущим объясняется увеличением количества сжигаемого мазута.

При работе ДГУ сэкономлено 2986 т.у.т. и одновременно уменьшено количество выбросов на 5178 тонн, в т. числе CO_2 – 5171,8 тонн; CO , NO_2 , NO , бенз(а)пирена – 6,6 т.

В числе основных на 2013 год намечены следующие мероприятия по защите окружающей среды: - проведение локального мониторинга выбросов от котлов; - контроль за состоянием атмосферного воздуха селитебных территорий; - госповерка газоанализаторов и системы контроля выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух; - контроль качества сточных вод; - контроль за уровнем и качеством грунтовых вод из пьезометрических скважин; - разработка экологического паспорта; - функционирование и совершенствование СУОС в соответствии с СТБ ИСО 14001-2005.

Измерения концентраций и выбросов загрязняющих веществ, скорости газов, температуры, влажности, давления производится электронными переносными приборами МВИ. МН 1003-2007. Диапазоны: SO_2 - 0÷15000 $\text{мг}/\text{м}^3$; NO_2 - 0÷1000; NO - 0÷4000; CO - 0÷50000 $\text{мг}/\text{м}^3$. Формулы расчета выбросов: углерода диоксид рассчитывается в целом за год в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 25 августа 1999 г. № 232 «О Методике расчета выбросов диоксида углерода в атмосферу от котлов ТЭС и котельных» исходя из объемов сжигания топлива, учет которого ведется в журнале учета расхода топлива, сырья, материалов и их качественных характеристик по форме ПОД-4. Для учета производственного контроля выбросов в атмосферу ведутся: журнал учета стационарных источников выбросов и их характеристик, а также журнал регистрации проб промышленных выбросов. Замеры проводятся аккредитованной лабораторией один раз в месяц на каждом котлоагрегате.

На Гомельской ТЭЦ-2 внедрена автоматизированная система контроля (АСК) выбросов, предназначенная для непрерывного мониторинга состава и количества дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, и последующего пересчета и архивирования данных для предоставления в налоговые органы. АСК *состоит из четырех подсистем.*

Сравнительные данные по выбросам вредных веществ в атмосферу

Наименование ингредиента	Ед. изм.	2011 год	2012 год	(+) увеличение (-) снижение
Всего	т	1572,340	1967,504	395,164
– в т. ч. от сжигания топлива	т	1571,177	1964,027	392,85
– от технологических процессов	т	1,163	3,477	2,314
Твердые частицы,	т	4,500	7,921	3,421
– в т. ч. от сжигания топлива	т	4,223	7,591	3,368
– от технологических процессов	т	0,277	0,330	0,053
Диоксид серы,	т	436,117	867,706	431,589
– в т. ч. от сжигания топлива	т	436,117	867,660	431,543
– от технологических процессов	т	-	0,046	0,046
Оксид углерода,	т	436,939	388,105	-48,834
– в т. ч. от сжигания топлива	т	436,928	387,488	-49,44
– от технологических процессов	т	0,011	0,617	0,606
Диоксид азота,	т	595,945	602,516	6,571
– в т. ч. от сжигания топлива	т	595,942	602,390	6,448
– от технологических процессов	т	0,003	0,126	0,123
Оксид азота,	т	96,865	97,890	1,025
– в т. ч. от сжигания топлива	т	96,865	97,890	1,025
Углеводороды	т	0,000	0,018	0,018
Летучие органические соединения	т	1,968	3,092	1,124
Диоксид углерода	тыс.т	1076,820	1056,732	-20,088
Прочие	т	0,006	0,256	0,250

1. Подсистема газового анализа с пробоотбором для измерения состава газа. В основе принципа измерений газового анализа заложено использование точной фотометрии в ИК-области спектра в сочетании с экстрактивным принципом получения газовой пробы. Проба отбирается из дымовой трубы на отметке +116,0. После охлаждения и очистки проба подается на газоанализаторы ULTRAMAT 23 для измерения концентраций газов: CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂. По ним вычисляются валовые значения выбросов.

2. Подсистема измерения объемного расхода дымовых газов. Для измерения расхода дымовых газов используется ультразвуковая бесконтактная система D-FL 200. Она основана на принципе фазовой разности звуковых сигналов и постоянно контролирует скорость и расход газообразных отходов. В дымовую трубу на отметках (+116,60 и +119,13) устанавливается два ультразвуковых датчика, а также датчики температуры и давления, которые измеряют стандартный объемный расход.

3. Подсистема измерения концентрации кислорода в шунтовых трубах. Подсистема использует электрохимический сенсор на основе оксида циркония, для измерения содержания кислорода. Измерительный зонд устанавливается непосредственно в шунтовой трубе. Он производит анализ пробы без предварительной пробоподготовки непосредственно в процессе горения. Данные, получаемые от газоанализаторов Oxumitter 4000, передаются на электронные регистраторы, установленные на центральных пультах управления, что позволяет в режиме реального времени управлять процессом сжигания топлива.

4. Устройства сбора и передачи данных (УСПД) предназначены для создания иерархической структурированной многофункциональной автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета выбросов предприятия заданных продуктов горения с функциями распределенного хранения и обработки информации. УСПД производят автоматический сбор данных о химическом составе газовой пробы, и стандартном объемном расходе, а также контроль параметров сигналов статуса работоспособности подсистем (необходимость очистки/замены фильтров пробоподготовки, ошибки измерений, необходимость проведения калибровки).

АСК выбросов метрологически аттестована в органах Госстандарта РБ.

Работа выполнена под руководством канд.техн.наук, доц. Басалай И.А.

Y. MACHKIVSKIY

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В данном реферате представлены две очень важные на данный момент поставленные перед человечеством проблемы – переработка отходов и поиск эффективных, восполняемых и экологических источников энергии. Переработка отходов способствует уменьшению загрязнения нашей планеты, а также

более оптимальному и полному использованию её ресурсов. Можно легко заметить, что цель поиска альтернативных источников в некоторой мере соответствует цели переработки отходов, а именно оптимальному использованию ресурсов нашей планеты. Как всем известно, современные источники энергии, такие как нефть, газ и уголь, имеются на планете в нескончаемом количестве, и их интенсивная выработка с начала прошлого века ведет к истощению их запасов.

Переработка отходов

Для начала – о сути этого процесса. Переработка отходов (рециклинг) – это процесс использования материалов (отходов, мусора) с целью производства новых продуктов во избежание утраты потенциально полезных материалов, а также уменьшения потребления свежих исходных материалов, потребления энергии и загрязнения.

Существует множество материалов и продуктов, способных к переработке. Основные из них это: бумага, стекло, сталь, пластик, алюминиевые банки, электроника, органика и другое (например шины от автомобилей). Наиболее удобными в экономическом либо технологическом плане для переработки является стекло и алюминиевые банки. К примеру, когда алюминиевая банка создается из переработанного материала экономия энергии составляет 95% в сравнении с производством с нуля. Стекло не уступает в своей удобности и экономической рентабельности в переработке, ведь его можно перерабатывать в первичный продукт (к примеру тару) бесконечное число раз, более того стоимость производства такого продукта ниже. Наиболее старым продуктом к переработке есть сталь. В некоторых странах, в частности США закон запрещает производство автомобилей, в чей состав входит менее 25% переработанного металла. Потребность переработки пластика возникает из того, что он очень долго разлагается, так как состоит из сложных молекулярных соединений. Этот факт вместе с очень дешевой стоимостью производства составляет серьезную проблему для окружающей среды.

Очень редко переработанный продукт будет идентичен оригинальному материалу из которого он переработан. Примером этого может быть переработанная бумага, которая содержит чернила а также волокна которой короче чем в изначальном продукте сделанном из древесной целлюлозы. В данном случае мы имеем дело с видом рециклинга, который называется down-cycling. Результатом этого процесса становится продукт, который уступает по своим параметрам изначальному перерабатываемому продукту в качестве, цене и т.п. Down-cycling имеет ограниченное число итераций цикла переработки, при исчерпанию которых перерабатываемый продукт становится обычным мусором, не подлежащим переработке.

Существует вид рециклинга, продукты которого становятся более ценными, чем оригинальный, перерабатываемый исходный материал. Такой тип рециклинга называется up-cycling. Продукты созданные в этом процессе имеют лучшее качество и экологическую ценность, чем их исходный материал. Примером этого может служить мебель, одежда, аксессуары, созданные из переработанного мусора и имеющие большую эстетическую и экологическую ценность. В этом случае ничего не выбрасывается, а старый продукт находит новое применение и уже не является мусором.

Причины, по которым происходит переработка отходов, в основном связаны с окружающей средой, хотя есть и некоторые экономические причины.

Одной из основных причин рециклинга является уменьшение количества существующего на планете мусора, который занимает огромные площади свалок по всему миру и является очагом инфекций, пожаров, токсических испарений и прочего. Несмотря на наличие большого количества современных свалок, в продвинутых странах, где условия хранения мусора очень хорошо контролируется, эти свалки всё же занимают огромные площади, которые можно использовать в других, более выгодных целях, на их содержание выделяется много денег, такие свалки расположены неподалеку от больших городов, так как там создается очень много мусора, и мало кто хочет жить по близости от мусорной свалки.

Второй по значимости причиной является выделение на свалках огромных количеств токсичных веществ, которые попадая в сточные либо подземные воды и грунт загрязняют большие площади и могут быть источником серьезных болезней.

Одной из экономических причин рециклинга является то, что потребление энергии на переработку значительно меньше от её потребления на изготовление продукта с нуля, что уменьшает стоимость переработанного продукта, а также сохраняет энергию, которая может быть использована в других целях. Не стоит также забывать о прибыли. В отличии от сбрасывания отходов на свалки и траты средств на их содержание, от рециклинга того же мусора можно получать доход.

Более или менее познакомившись с процессом переработки отходов рассмотрим альтернативные источники энергии.

Альтернативные источники энергии

Исследования в поиске альтернативных форм энергии сегодня очень важны, так как роль альтернативных источников энергии в современном обществе постоянно увеличивается. Разработка альтернативных источников энергии ведется по нескольким причинам.

Энергия, произведенная с ископаемого топлива, привела к большой концентрации вредных газов в атмосфере, что в свою очередь привело к парниковому эффекту. Но, не смотря на вредное влияние этого эффекта, спрос на ископаемые источники энергии продолжает расти вместе с ценой на них. В то же время

мировые невозобновляемые запасы убывают. Эти факты в сумме толкают общество на разработку новых экологических путей добычи энергии из возобновляемых источников.

На сегодняшний день имеется большое количество альтернативных источников энергии, которое постоянно пополняется новыми разработками со всего мира. Эти источники в основном используют обычно повторяющиеся процессы в природе и следовательно могут быть постоянно обновлены в коротком отрезке времени. Альтернативные источники энергии не только помогают нам сократить количество вредных газов выбрасываемых в атмосферу, но и сохранить имеющиеся натуральные ресурсы.

Наиболее известными и популярными альтернативными источниками энергии являются солнечная, ветряная, гидро и геотермическая а также энергия, добытая из биомассы. Коротко о каждой:

Солнечная энергия добывается при помощи конверсии солнечного света в электричество, которая осуществляется в фотоэлементах. Это один из наиболее быстро растущих источников энергии, так как фотоэлементы становятся более эффективными, гибкими и транспортируемыми. Согласно NASA, Солнце излучает 174 петавата энергии на Землю каждый день. Из этого количества около 30% энергии отражается обратно в космос, другая большая часть поглощается атмосферой. Только около 10% этого количества изливается на Землю, но это более чем достаточно, чтобы удовлетворить дневные потребности всей планеты в энергии. Тем не менее у добычи энергии таким путём есть недостаток – пасмурная погода и ночь, которая делает её добычу (энергии) невозможной в таких условиях.

Добыча энергии ветра производится при помощи ветряных турбин, вращая которые, ветер создает электричество. Стоимость добычи энергии таким способом сравнима со стоимостью добычи энергии из полезных ископаемых, таких как газ и уголь. Единственным минусом данной технологии является шумовое загрязнение.

Гидроэнергетика добывается из энергии падающей воды. Так как вода в 800 раз гуще воздуха, даже медленный поток воды способен вырабатывать огромные количества электроэнергии проходя через турбины гидроэлектростанции. Однако ограниченное количество водных ресурсов ограничивает развитие гидроэлектростанций. Отличной альтернативой этому типу добычи энергии могут быть подводные гидроэлектростанции, использующие энергию подводных океанских течений.

Геотермическая энергия – это мощный и эффективный способ добычи возобновляемого тепла Земли с целью создания электричества. Геотермальная энергия это экономически эффективный, надёжный, устойчивый и безопасный для окружающей среды источник энергии, однако сейчас она может быть вырабатываемая только в местах тектонической активности. К несчастью бурение высвобождает парниковые газы скрытые глубоко в земле, но их пропорция на единицу энергии намного меньше, чем при добыче энергии традиционным путём – из полезных ископаемых.

Помимо всем известных альтернативных источников энергии существуют интересные разработки и идеи которые могут быть воплощены в реальность уже в ближайшем будущем. Чистая и безопасная энергия вокруг нас, учёные только начинают отвечать на вопрос как её использовать.

К таким видам энергии принадлежит энергия морской воды, или как она была прозвана «голубая энергия». Этот способ добычи энергии является одним из наиболее обещающих возобновляющихся источников энергии, которые ещё не разрабатываются. Всем известно, что опреснение воды требует огромного количества энергии. Верно и обратное – энергия высвобождается, когда морская вода добавляется в пресную. С помощью процесса названного обратным электродиализом, электростанции голубой энергии могут получать эту энергию, так как она высвобождается естественно в устьях рек по всему миру.

Другим не менее интересным типом энергии есть пьезоэлектричество. Всем известно, что мировая популяция людей достигает 7 миллиардов. Кинетическая энергия движений людей может стать реальным источником энергии. Пьезоэлектричество это способность вырабатывать электричество в ответ на механическое воздействие. С помощью пьезоэлектрических панелей вмонтированных на протяжении сильно загруженных пешеходами тротуаров либо в сами подошвы обуви, электричество может быть генерировано с каждым нашим шагом.

В заключение рассмотрим возможность совместного решения проблемы переработки материалов и поиска альтернативных источников энергии. Есть три основных пути добычи энергии из мусора: термохимическая, биохимическая, физикохимическая конверсия. Термохимическая конверсия основана на сжигании мусора. Энергия, добытая при этом, может быть использована для обогрева жилых помещений либо выработке электричества. Путём биохимической конверсии из отходов, имеющих высокий процент органических разлагающихся веществ и влаги, в специальных условиях добывается биогаз, который также может быть использован для производства тепла и электричества. Физикохимическая конверсия используется в переработке твёрдых отходов, которые превращают в высокоэнергетичные топливные блоки, имеющие ряд преимуществ перед углём и деревом, потому что имеет более низкую концентрацию золы и влаги, одинаковый размер, они экономически эффективные и экологически чистые.

В заключение следует подчеркнуть, что решение выше перечисленных проблем в ближайшем будущем будет основной целью всего человечества, и разработка идей и технологий по их решению крайне важна для цивилизации.

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ – ШАГ К «ЧИСТОЙ» ЭНЕРГИИ

Введение

Существует образное выражение, что мы живем в эпоху трех «Э»: Экономика – Энергетика – Экология. При этом экология как наука и образ мышления привлекает все более и более пристальное внимание человечества.

Экологию рассматривают как науку и учебную дисциплину, которая призвана познать взаимоотношения среды и организмов во всем их разнообразии. При этом под средой подразумевается не только мир неживой природы, но и влияние одних организмов или их сообществ на другие организмы и сообщества.

С момента появления «Экология» развивалась в направлении биологии практически на протяжении всего века до 60-х - 70-х годов прошедшего столетия. Человек в этих системах, как правило, не рассматривался – считалось, что его взаимоотношения со средой подчиняются не биологическим, а социальным закономерностям и представляют собой объект исключительно общественно-философских наук.

Энергетика - это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-5 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет. При таком соотношении темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления электроэнергии в ближайшее время существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

- какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;

- можно ли уменьшить вредное воздействие на среду современных (традиционных) методов выработки и использования энергии;

- каковы возможности производства электроэнергии за счет альтернативных ресурсов, таких как энергия ветра, солнца, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически «чистым».

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде тепловой и только часть её превращается в электрическую. Однако и в том и в другом случае высвобождение энергии из органического топлива связано с его сжиганием, следовательно, и с поступлением продуктов сгорания в окружающую среду.

Вредное влияние энергетики на окружающую среду

Тепловые электростанции

1. Загрязнения атмосферы.
2. Загрязнения почвы.
3. Золоотвалы – скопление тяжелых металлов и повышенной радиоактивности.
4. Загрязнение грунтовых вод.
5. Нарушение кислородного баланса водоёмов.
6. Заболачивание территории.
7. Абразия.
8. Сброс нефтепродуктов в сточные воды.
9. Нарушение биосферы.
10. Образование смога.

Атомные электростанции

1. Радиоактивные отходы и демонтированные части оборудования.
2. Нарушение кислородного баланса водоёмов.
3. Заболачивание территории.
4. Абразия.

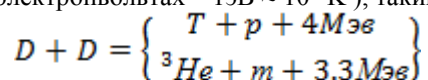
Гидроэлектростанции

1. Постоянное и временное затопление и подтопление земель.
2. Повышение влажности, что ведет к изменению климата.

3. Ухудшению состояния прибрежной древесной растительности и даже ее гибели.
4. Плотины ГЭС препятствует проходу рыбы к местам нерестилища.
5. Выделение ядовитых газов (гниение затопленных деревьев).

Термоядерная энергия

В основе нашей надежда на переход к «чистой» энергии лежит факт, неизвестный в ньютоновские времена. А именно, что на 7000 атомов водорода, входящих в простую воду, приходится один атом его тяжелого изотопа – дейтерия (протон - p + нейтрон - n). Процедура извлечения дейтерия из воды сравнительно проста, а его свойства – необычны. Их уникальность состоит в том, что если два атома дейтерия сблизить почти вплотную, на расстоянии масштаба 10^{-13} см, так, чтобы они оказались в зоне действия сил ядерного притяжения, может произойти слияние их ядер - синтез. В итоге, примерно с равной вероятностью возникнут: ядро трития Т (протон и 2 нейтрона) плюс протон, либо ядро легкого изотопа гелия ${}^3\text{He}$ плюс нейтрон и плюс энергия – результат синтеза (здесь и далее энергию частиц будем исчислять в эВ – электронвольтах – $1\text{эВ} \approx 10^{40}\text{К}$), таким образом:



Но ядерный синтез не закончится этим. Его продукты ${}^3\text{T}$ и ${}^3\text{He}$ способны вступить с дейтерием в новые реакции:



Подставив числа, мы получим шокирующий результат: литр воды содержит скрытую энергию, эквивалентную четырёмстам литрам нефти.

Но как сблизить ядра дейтерия на расстояние масштаба 10^{-13} см? Из физики известно, положительно заряженные ядра должны отталкиваться, как простые одноименные электрические заряды. Преодолеть потенциальный барьер отталкивания можно было бы “по инерции”, разогнав частицы навстречу друг другу. Вспомнив закон Кулона, можно рассчитать высоту барьера, которую следует преодолеть. Она оказывается достаточно большой масштаба 1МэВ. Если помножить на 6 формулу(4), получим энергетический выигрыш всего в восьмерку. Эта восьмерка может упасть до единицы и ниже, если учесть потери неизбежные при ускорении и торможении ядер. В 1928 Георгий Гамов разработал теорию альфа - распада, основанную на туннельном эффекте. Это явление снизило на порядок необходимую энергию разгона дейтонов, до 0,1МэВ (1). Еще большим подарком оказался DT синтез (2). Выяснилось, что из-за специфического ядерного резонанса смесь DT начинает "гореть," если ее нагреть уже до 0,01МэВ, то есть всего до 100 миллионов градусов. Явление это, как известно, было успешно использовано в водородных бомбах. Оно и положено в основу современного управляемого синтеза. Справедливости ради следовало бы отметить, что и наш, простой водород – H – очень нехотя, но тоже может сливаться, выделяя энергию. Именно так создается 95% энергии излучаемой Солнцем

Еще большее количество энергии выделяется в процессе ядерного синтеза, при котором два ядра сливаются в одно более тяжелое, но также с потерей массы и выделением энергии. Исходными элементами для синтеза является водород, конечным - гелий. Оба элемента не оказывают отрицательного влияния на среду и практически неисчерпаемы. Результатом ядерного синтеза является энергия солнца. Человеком этот процесс смоделирован при взрывах водородных бомб. Задача состоит в том, чтобы ядерный синтез сделать управляемым, а его энергию использовать целенаправленно. Основная трудность заключается в том, что ядерный синтез возможен при очень высоких давлениях и температурах около 100 млн. °С. Отсутствуют материалы, из которых можно изготовить реакторы для осуществления сверхвысокотемпературных (термоядерных) реакций. Любой материал при этом плавится и испаряется.

Реакция термоядерного синтеза обладает рядом практических преимуществ по сравнению с реакцией ядерного распада:

Ядерный распад неизбежно сопровождается радиоактивным потоком осколков ядер, нейтронов и других массивных частиц. При осуществлении реакции термоядерного синтеза существует принципиальная возможность избежать радиоактивного потока обладающих массой частиц.

«Чистая энергия» света будет в таком случае «энергетическим» продуктом реакции. Этот энергетический выход превращения избыточной массы в свет, «не влетающей» в тяжелое ядро после слияния лёгких, называют дефектом массы. Он строго подчиняется уравнению Эйнштейна $E=mc^2$.

Энергетический выход реакции термоядерного синтеза выше ядерных реакций распада, реализуемых в традиционных реакторах.

Поддержание реакции ядерного распада на должном уровне требует тщательно контролируемого человеком потока нейтронов. Превышение этого потока приводит к неуправляемой цепной реакции, воплощающейся в ядерном взрыве.

Управляемый термоядерный синтез лишён такой опасности и не требует источника нейтронов для своего осуществления. Необходимым условием протекания термоядерной реакции является не поток тяжёлых радиоактивных частиц, а высокая температура.

Справедливости ради, стоит отметить, что риск возникновения неуправляемой цепной реакции в современных атомных реакторах чрезвычайно низок.

Существующие ядерные реакторы в качестве топлива используют металлические или металлокерамические сплавы содержащие уран, торий или плутоний.

Высокий уровень радиоактивности сохраняет в течение миллионов лет как само топливо, так и остающиеся после обработки топливные элементы.

Чрезвычайно трудоёмки процессы производства этого топлива и его вторичного использования.

Нарушения в технологии сопряжены с высоким риском для окружающей среды. Более того, ядерное топливо можно использовать для создания атомного оружия.

Топливо для термоядерных реакторов лишено перечисленных недостатков.

Термоядерный синтез предлагает долговременный безопасный источник энергии с практически неисчерпаемыми запасами топлива и существенными экологическими преимуществами. Энергоемкость ядерного топлива в миллион раз выше, чем энергоемкость органического топлива. Это удобно, потому что это позволяет избежать транспортных расходов.

П. ПАВЛОВ

Горно-геологический университет имени Святого Ивана Рильского, Болгария

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ СПОСОБОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СТАРЫХ ОТВАЛОВ ДЛЯ ОТХОДОВ

Аннотация

Образовавшиеся в результате человеческой деятельности отходы собираются и транспортируются для сохранения в отвалы (депо). Большая часть таких депо не соответствует экологическим требованиям по сохранению в них различных видов отходов, и в результате они загрязняют окружающую среду отходными водами, тяжелыми металлами и пр. В связи с этим необходимо осуществить передепонирование отходов, перемещение таких депо, или же обеспечить их экологическую безопасность. Для постижения этой цели горный способ является подходящим и эффективным. Прокладываются одна или несколько дренажных галерей под телом депо. В сторону от них бурятся скважины с небольшим наклоном, которые осушивают и дренируют содержащиеся в депо отходы.

Введение

Современное европейское и болгарское законодательства обязывают муниципалитеты и фирмы-операторы, работающие с отходами, сохранять их в специально построенных отвалах для отходов (ОО). Такие отвалы должны иметь покрывающие слои и донные изолирующие системы. Их предназначение – уменьшить, а затем и полностью элиминировать вредное влияние отходов в ближайшем будущем [1] [2].

В Болгарии депо для отходов построены в период 1950-1990 г.г. [3]. Уровень проектирования и требования к качеству их строительства были низкими или не существовали вообще. Донные изолирующие системы не строились. Не существуют также и покрывающие слои в тех депо, которые на сегодняшний день уже не эксплуатируются. Невзирая на эти факты, большинство депо используются без строгого соблюдения требований европейского и болгарского законодательств [2], [4]. Почти во всех ОО наблюдается выщелачивание вредных компонентов, что приводит к загрязнению грунтовых вод и местных экосистем. Решить эти проблемы можно путем передепонирования существующих депо (например, Fischerdeponie-Wienna, Austria), и проектировать и строить новые депо в соответствии с современными требованиями. Вариант передепонирования очень дорогостоящий. Компромиссным решением является обеспечение существующих депо для отходов донной изоляцией и поэтапное строительство изолирующих покрытий.

При строительстве изолирующих покрытий, а также боковых изоляций используются разные способы. Технологически и технически эти способы известны давно. Изолирующее покрытие состоит из дренажного слоя, минерального запечатывающего слоя и др. [5], [6], [7]. Применяются успешно и после обработки ресурса ОО. Боковые стены депо могут быть шлицевыми или шпунтовыми. Сооружаются в процессе работы ОО или после окончания срока его эксплуатации.

Обеспечение надежности дна депо значительно более сложный процесс. Если донная изоляция не сооружена предварительно или отсутствует водоупор, то впоследствии обязательно необходимо осуществить определенные технические мероприятия. Многофункциональная донная изоляция, сооруженная на более позднем этапе, имеет исключительное значение, но к настоящему времени не существует абсолютно надежный способ для ее выполнения.

Сооружение донной изоляции путем проведения подземной выработки

Работы по уплотнению дна небольших ОО можно выполнить с помощью инъекционных скважин. Но в случае больших по объему депо этот способ не является достаточно эффективным. Известны случаи использования сверлильных машин типа “крот”, но этот вид техники подходит для единичных скважин и депо с небольшими размерами. Пока еще не разработаны универсальные способы, которые были бы подходящими для депо с большими размерами и таких, которые эксплуатируются в настоящее время.

Подходящим способом для успешной изоляции ОО с большими размерами является комбинация из

проведения горной выработки и параллельного бурения скважин. Собирательная галерея прокладывается центрально по отношению к местоположению депо и параллельно его продольной оси. Глубина прокладки зависит от механических и прочностных параметров окружающей породы. Рекомендуемая глубина 30÷55 м при средней глубине депо 9÷12 м [8]. Выработка проводится с помощью галерейного комбайна с однофрезерным рабочим органом. Необходимо, чтобы получилось криволинейное поперечное сечение, так как такое сечение имеет минимальные контурные напряжения. Комбайн должен иметь взрывобезопасное выполнение для использования на работах на отвалах с бытовыми отбросами. Существует вероятность наличия метана в результате просочившихся вглубь органических растворов. Проведение взрывных работ не рекомендуется из-за риска от появления вторичных трещин в слоях под депо.

Собирательная галерея должна иметь поперечное сечение 20÷25 м² и высоту не менее 3,0 м. Эти размеры определяются габаритами бурильной техники, которая впоследствии располагается внутри [9]. Несущая способность креплений вычисляется после определения прочностных параметров вмещающей породы. Практика показывает, что они рассчитываются на нагрузку порядком $P=0,18\div0,2$ МПа [10]. Целью является избежание разрушительной деформации крепежной конструкции. Сооружается она поэтапно. Непосредственно с продвижением забоя монтируются анкеры и сетка как временное крепление. Постоянное крепление выполняется из монолитного железобетона или торкретбетона, которые являются кислотоустойчивыми, так как возможно наличие органических кислот в водах под ОО. В креплениях оставляют конструктивные отверстия, необходимые для последующего бурения инъекционных и дренажных скважин.

Скважины бурятся в направлении от собирательной галереи к поверхности – рис. 1 [11]. Их длина и наклон зависят от размеров депо и глубины тоннеля. Скважины расположены в два наклоненных ряда, с расстоянием между ними по высоте $\geq 1,5$ м. Сначала бурится нижний ряд - инъекционные скважины. Бурятся также короткие скважины в своде галереи.



Рис. 1. Расположение скважин [11]

В виде инъекционного раствора можно использовать материал DynagROUT [12] или подобный с подходящими параметрами. Путем инъектирования такого материала создается донная водонепроницаемая перегородка толщиной 1,5÷2,0 м – рис. 2 [11]. Наклон перегородки определяет направление движения грунтовых вод. Необходимо, чтобы сооруженная „post-date” уплотненная зона имела коэффициент фильтрации $K_f \leq 1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-10}$ м/с.

Над верхней границей уплотненной зоны бурятся дренажные скважины, обсаженные перфорированными трубами, которые связаны с продольными собирательными трубопроводами. Дренированные загрязненные грунтовые воды откачиваются к сооруженной на поверхности очистной станции.

В процессе проведения выработки осуществляется локальная вентиляция с помощью переносных вентиляторов, а в процессе ее эксплуатации используется стационарная вентиляционная установка. Обязательным условием является прокладка водоотливных канавок, создающих дополнительную безопасность во время эксплуатации выработки.

При наличии в депо отходов с повышенным риском загрязнения окружающей среды можно прилагать комбинированный способ [11]. По контуру депо монтируются шлицевые стены, которые являются и боковыми изолирующими перегородками – рис. 3. Высота шлицевых стен зависит от глубины ОО. Они должны достигать до донной изоляции из глины или до прочной, без трещин грунтовой основы. На следующем этапе проводятся три горных выработки: одна центральная и две фланговые, залегающие на меньшей глубине. С целью постижения полной безопасности дна, фланговые галереи должны быть расположены в непосредственной близости к шлицевым стенам. Центрально расположенная выработка связывается с фланговыми с помощью инъекционных и дренажных скважин. Создается водонепроницаемый слой. Комбинированный способ является высоконадежным, но требует значительных инвестиций.

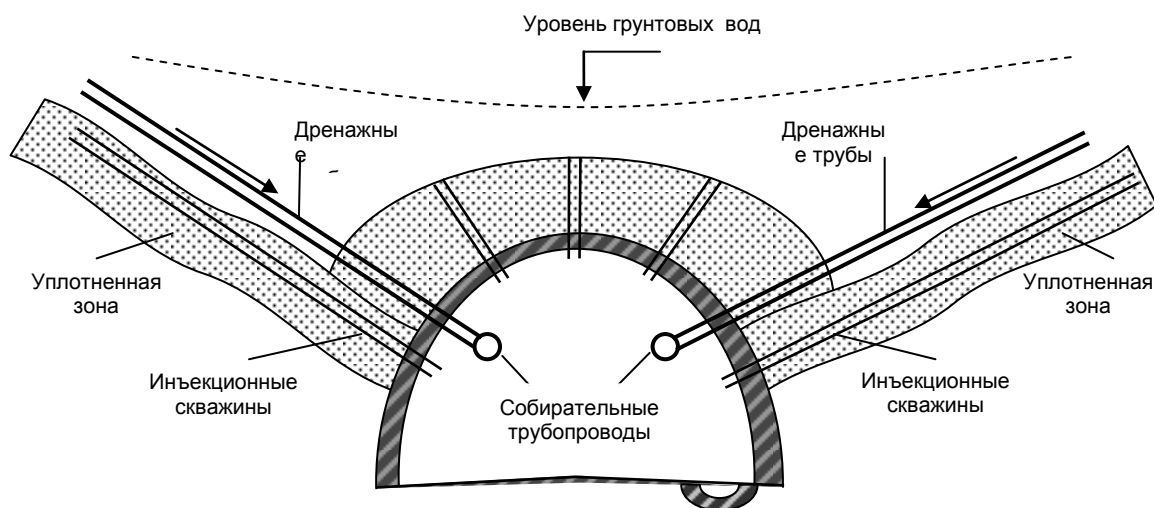


Рис. 2. Расположение инъекционных и дренажных трубопроводов [11]

При внимательном и подробном рассмотрении вышеописанных способов, можно открыть некоторые недостатки их применения:

- неизбежность наличия зон под ОО с ясно выраженными порами и трещинами;
- большое количество параллельных скважин;
- вероятность пробивания содержания депо скважинами;
- проблемы при проведении и поддержке подземных выработок.

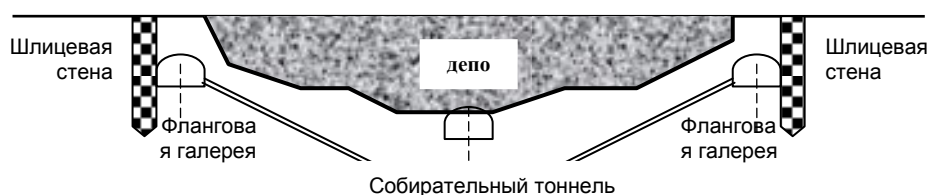


Рис. 3. Комбинированный способ с использованием галерей и шлицевых стен

Преимуществами способов (рис. 2 и 3) являются:

- многофункциональность – приложимы для депо, содержащих промышленные, специальные и бытовые отходы;
- безопасность и надежность даже в случаях использования в старых депо, строенных без никаких защитных мер по отношению нераспространения вредностей;
- пространственное обеспечение – шлицевые стены гарантируют донную и надежную боковую защиту тела депо.

Заключение

В результате накопленного опыта можно утверждать, что комбинация горных галерей, расположенных под телом депо, а также наличие инъекционных и дренажных скважин, создает надежную геотехническую защиту грунта и подземных вод от вредного воздействия депонированных отходов. Минимизирует риск загрязнения подземных и наземных экосистем. Построенные подземные инженерные сооружения могут использоваться впоследствии для наблюдения и контроля депо, а при необходимости и для бурения дополнительных инъекционных скважин.

Литература

1. Kozmiensky K.Y.T. Abdichtungen von Deponien und Altlasten. Grundkurs EF. Verlag fuer Energie u. Umwelttechnik, Berlin, 1992.
2. П. Павлов. Обеспечение безопасности депо для отходов горным способом. Журнал „Горное дело и геология“, №4/2007г., стр. 38÷40.
3. МОС-НЦОУР. Годовые отчеты о состоянии окружающей среды в Республике Болгария 1989; 1992; 1993 г.
4. Министерство окружающей среды и вод. Сборник нормативных документов по управлению отходами. София, 2001.
5. Министерство окружающей среды и вод. Сборник нормативных документов по управлению отходами. София, 2001, стр. 75÷129.
6. Условия и требования к строительству и эксплуатации депо для отходов. ГВ, № 152 от 1998 г.

7. Указание № 26 от 02.10.1996 г. Рекультивация загрязненных земельных участков, улучшение малопродуктивных земель, изъятие и утилизация гумусного слоя. ГВ № 89 от 22.10.1996 г. Изм. и доп., № 30 от 22. 03. 2002 г.

8. Paurat Roland. Sicherung kontaminierter Erdschichten mit dem Paurat-Verfahren. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, s. 557÷572.

9. Шейретов К. Горные машины. Часть I. ГИ „Техника“, София 1987 г., стр. 138÷162.

10. Mueller Wolfram. Nachtraegliche Basisabdichtung einer Deponie mit dem Strebangfrontverfahren aus geotechnischer Sicht. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, s. 593÷603.

11. Wilhelm Gloetze. Bergmaenische Methoden zur Sanierung von Altlasten. Deponietechnik und Entsorgungsbergbau. Herausgeber: Günter Fetweiss, Johann Golser & Dirk Hengerer. Depo Tech 2002, Austria, s. 213÷224.

12. Stephan Peter u.a. Anforderungen an das Dichtmaterial und technische Realisierbarkeit. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, s. 605÷612.

Н.С. РЕМЕЗ, О.А. ВОВК, Д.А. НААВГУСТ

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ ДЕЙСТВИИ СОСРЕДОТОЧЕННОГО ИСТОЧНИКА

В реальных условиях сферический источник (например, взрыв сосредоточенного заряда) генерирует в окружающую среду различные волны, среди которых наибольший интерес представляет 2-3 типа, возникающих по завершении стадии необратимых деформаций породы (объемные продольные P_p и поперечные P_s), либо при достижении свободной поверхности (P_R).

На рис. 1 приведена схема действия сосредоточенного заряда, заложенного на достаточной глубине от поверхности (H_z) при взрывании в скальной породе и наличии наносов мощностью (H_H).

К числу параметров, характеризующих волновые процессы, относится: массовая скорость на границе сейсмоизлучателя $u_{p,s}$, период колебаний $T_{p,s}$, скорости движения V_p, V_s . Границей сейсмоизлучателя является сферическая поверхность объема необратимо деформированной породы радиусом τ_u .

До настоящего времени в качестве сейсмоизлучателя

(сейсмического очага) продольной волны (P_p) принимался объем породы, на границах которого напряжения и деформации снижаются до упругого предела. Однако упругие пределы напряжения и деформации различны в различных направлениях векторов главных напряжений. В радиальном направлении необратимые деформации прекращаются на расстоянии, когда напряжения становятся меньше $\sigma_{сж}$, т.е. это расстояние равно $\tau_{з.др}$ [1]. Именно оно нами принимается в качестве радиуса излучателя

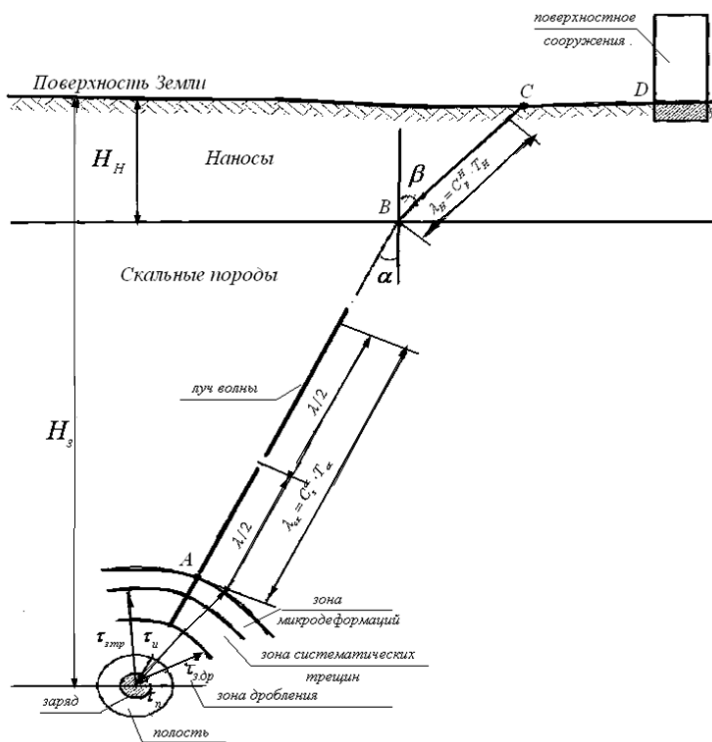


Рис. 1. Схема действия сосредоточенного заряда на окружающую среду: τ_n - радиус полости; $\tau_{з.др}$ - радиус зоны дробления (рад. изл. P - волны); $\tau_{з.тр}$ - радиус зоны систематических радиальных трещин; $\tau_{мд}$ - радиус зоны микродеформаций, радиус излучения S - волн при $C_p^H < C_p^{ск}$; $\lambda_{ск}$ - длина волны при движении по скале; C_p^H - скорость продольной волны в наносах; T_H - видимый период колебаний в наносах; α - угол падения; β - угол преломления.

(начала формирования) продольных волн τ_u^p (рис. 1) со своими начальными параметрами (давлением на фронте волны, периодом колебаний, скоростью колебаний частиц и т.п.). На этом расстоянии поперечная волна еще не может зародиться, поскольку сдвиговые деформации будут необратимыми и за пределами зоны дробления, т.к. прочность породы на сдвиг, а тем более на разрыв, намного меньше, как это следует из

известных соотношений $\sigma_\theta = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_{сж}$, $K_{xp} = \frac{\sigma_{сж}}{\sigma_p}$, упругий предел сдвиговых деформаций наступит

на более удаленной границе с радиусом $\tau_{TP} > \tau_{з.др}$ [1], определяющим объём породы, нарушенной трещинами. Кроме того, максимум деформаций (смещения) массива вокруг заряда при его взрыве отстает от максимума напряжений, разрушение породы в зоне радиальных трещин происходит с запаздыванием по отношению к фронту радиального максимума и вызвано зафронтовым движением среды.

Это обуславливает наличие границы зарождения поперечных волн, определяемым объемом породы в зоне трещинообразования, включая зону микротрещин (рис. 1), которую учитываем введением коэффициента 1,05-1,1. Таким образом, радиус излучателя τ_u^s принимаем равным $\tau_u^s = (1,05 - 1,1)\tau_{TP}$.

Начальные параметры волн, сформировавшиеся на границе τ_u^p и τ_u^s , изменяются с расстоянием вдоль луча соответствующей волны по законам геометрической расходимости с учётом коэффициента поглощения $\alpha_{p,s}$ (декремента затухания $\rho = \alpha_{p,s} \cdot \lambda_{p,s}$) [2]. На границе с наносами происходит отражение и преломление с образованием вторичных волн (проходящих и отраженных). В соответствии с законом Снеллиуса синусы углов падения α и преломления β (рис.1) относятся как скорости падающей (V_1) и проходящей (V_2) волн, т.е.:

$$\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \beta}{V_2} \quad (1)$$

Коэффициент прозрачности продольной волны на границе сред (пункт B, рис. 1) равен:

$$B_p = \frac{2\rho_1' \cdot V_{p1}'(1 - \sin \alpha)}{\rho_1' \cdot V_{p1}'(1 - \sin \alpha) + \rho_2 V_{p2}} \quad (2)$$

При угле падения $\alpha = 0$ коэффициент прозрачности монотипной волны (P) находится из выражения:

$$B_p^0 = \frac{2\rho_1' \cdot V_{p1}'}{\rho_1' \cdot V_{p1}' + \rho_2 V_{p2}} \quad (3)$$

Здесь, как и в формуле (2), значения ρ_{p1} и V_{p1} в скале будут иными, чем в начале движения, и принимаются равными ρ_1' , V_{p1}' , поскольку они разные в начале I пласта и на границе (в пункте B).

Амплитуда в преходящей волне может быть найдена из выражения:

$$A_{np} = A_o^{ck} \frac{2}{\sqrt{\cos^2 \alpha_0 + m^2 \sin^2 \alpha_0}} \cdot e^{j\alpha_{p,s}} \quad (4)$$

$$\text{где } A_o^{ck} = 0,159 u_{p,s} \cdot T_{p,s} \quad (5)$$

$$\alpha_0 = \frac{2\pi H_H}{\lambda_g} \quad (6)$$

$$u_{p,s} = u_{p,s}^{\text{нач}} \cdot e^{-\tau \alpha_{p,s}} \quad (7)$$

здесь τ - расстояние от пункта зарождения p, s – волны.

m – соотношение акустических жесткостей наносов ($A_{ак}^H = \rho_2 V_{p_2 s_2}$) и скальных пород ($A_{ак}^{ck} = \rho_1' \cdot V_{p_1 s_1} (1 - \sin \alpha)$).

В общем случае массовая скорость сферической волны в упругой среде (равно как и напряжения и смещения) затухает по закону $\frac{1}{\tau}$. Интенсивность сейсмической волны на границе с наносом (I_{cp}), которое представляет собой количество энергии действующей на единицу поверхности в единицу времени, будет равной:

$$I_{cp}^H = I_{cp}^{ck} \frac{A_{ak}^{ck}}{A_{ak}^{ck} + A_{ak}^H} \quad (8)$$

$$I_{cp}^{ck} = E_{cp} \cdot V_{p,s}; \quad E_{cp} = 0,5 \rho_{ck} \cdot \omega^2 A_{оск}^2 \quad (9)$$

ω – круговая частота, равная $\omega = \frac{T_{p,s}}{2\Pi}$.

Литература

1. Вовк О.О. Вплив підземних гірничих робіт на стан довкілля (Вовк О.О., д.т.н., Ісаєнко В.М., д.т.н., Кравець В.Г., д.т.н., Вовк О.О. к.т.н.). – К: Вид – во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2011. – 543 с.
2. Вовк А.А. Влияние способов получения упругих характеристик горных пород на параметры движения сейсмических волн (Вовк А.А., Вовк О.А., Бузила А.А., Бойко В.В. (мл.)) // Вісті Донецького гірничого інституту, 2010, № 2 – Донецьк: Донецький нац. технічний університет. – с. 74 – 79.

В.П. РОЗЕН, С.В. ВДОВЕНКО

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН И ДРЕН, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВОБОДНЫХ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ ИЗ ГРУНТОВЫХ ВОД ПОД ТЕРРИТОРИЕЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Введение. Среди техногенных факторов, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, углеводороды в виде нефти, нефтепродуктов и нефтяных отходов являются мощным загрязнителем на всех стадиях их добычи, транспортировки, переработки и хранения, особенно при аварийных разливах. Вместе с нефтью, нефтепродуктами и нефтяными отходами в окружающую среду (в грунты, воздух, подземные и поверхностные воды) поступают высокотоксичные компоненты и химикаты, в том числе такие вещества, как бензпирен, бензол, фенол и др. [1,2].

Технологические и аварийные утечки нефти и нефтепродуктов на объектах их переработки, транспортировки и хранения за многие десятилетия привели к формированию на уровне грунтовых вод линз свободных нефтяных отходов (СНО) [3]. Как правило, эти линзы достаточно компактные и формируются у зеркала вод первого от поверхности водоносного горизонта и мигрирующие по его уклону, частично «размазываясь» как в плане, так и по вертикали в пределах зоны аэрации.

Физика взаимодействия грунтовых вод и СНО позволяет при научно и инженерно обоснованном использовании специальных технических средств и технологий достаточно эффективно извлекать нефтяной загрязнитель из грунта и с уровня подземных и поверхностных вод, возвращая его на повторную переработку. Физические свойства СНО, извлеченных из линзы и их фракционный состав приведены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Физические свойства СНО

№	№ скважины	ρ , кг/м ³	Мех. примеси, %	Вода, %	Хлористые соли, мг
1	Скв. №1	780	0,0034	0,1	9,5
2	Скв. №2	801	0,0036	0,12	10,5
3	Скв. №3	777	0,0061	0,1	9,5
4	Скв. №4	756	0,0345	0,08	7
5	Скв. №5	779	0,0053	0,08	7,5

Таблица 2

Фракционный состав СНО

№ скважины	Н.К.	100 ⁰	120 ⁰	150 ⁰	160 ⁰	180 ⁰	200 ⁰	220 ⁰	240 ⁰	260 ⁰	280 ⁰	300 ⁰	350 ⁰
Скв. №1	65	6	16	37	42	50	62	72	83	90	92	94	97
Скв. №2	89	2	4	15	29	32	41	49	60	71	80	87	97
Скв. №3	72	13	28	49	55	61	68	73	79	84	89	92	97
Скв. №4	64	23	38	72	76	80	83	86	89	91	93	94	97
Скв. №5	70	10	22	42	49	58	65	73	80	86	90	92	97

При выполнении работ по ликвидации линз СНО требуется детальное информационное обеспечение и контроль всех проектных параметров системы очистки. Это, во-первых, дает возможность оценить уровень эффективности используемой технологии и оборудования, а, во-вторых, обеспечить своевременное устранение возможных недостатков в их работе.

Задачей наблюдения за факторами, влияющими на подземные утечки углеводородов от объектов нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), их регистрация и обработка может быть возложена на систему мониторинга потерь углеводородных ресурсов (УР) НПЗ, которая является составляющей системы энергетического менеджмента.

Основные принципы создания системы мониторинга потерь УР на НПЗ:

1. Объективность данных мониторинга. Выполнение этого принципа обеспечивает возможность корректировки, задержки, фильтрации ИВ и проверка информации сотрудников НПЗ, у которых может возникнуть заинтересованность в искажении реальных данных.

2. Непрерывность мониторинга. Мониторинг ИВ должен быть регламентирован графиком поступления исходной информации и графиком выдачи результатов мониторинга потребителям. Графики согласовываются с потребителями и не могут быть нарушены без их ведома.

3. Минимизация числа используемых ИВ и расходов на мониторинг. При выборе перечня ИВ нужно тщательно проверить наличие ИВ, находящихся в функциональной зависимости от других ИВ, все производные показатели на выходе системы мониторинга должны быть получены средствами обработки информации системы мониторинга, а не поступать на ее вход в готовом виде. Входную информацию получают в результате измерений, наблюдений, фиксации данных. При этом «лишние» данные ведут к неоправданным затратам на обеспечение функционирования системы мониторинга.

4. Управляемость системой мониторинга. Каждая система мониторинга в течение жизненного цикла объекта мониторинга – НПЗ, должна быть управляемой, то есть в ее состав входит система управления мониторингом. За это время могут измениться (и часто меняются) требования к значениям критериев оценки качества функционирования системы мониторинга. Кроме того, работа системы мониторинга может быть подвержена циклическим и эпизодическим изменениям, которые не всегда можно предвидеть.

5. Обеспечение полноты и своевременности представления информации. Требования полноты и временных характеристик представления информации определяют потребности и характер работы объекта мониторинга, запросы пользователей системы мониторинга потерь УР, а также требования к точности представления информации.

6. Минимизация риска ошибочности данных (надежность). Надежность получаемой информации от системы мониторинга потерь УР определяется уровнем риска ошибочности данных. Эта сложная и важная проблема решается методами расчета и управления риском.

7. Максимальное удовлетворение информационных запросов потребителя системы мониторинга потерь УР. Информационные запросы потребителя подаются в систему мониторинга потерь УР алгоритмами обработки информации.

8. Наличие средств и алгоритмов обработки информации по запросу потребителя. Средства обработки требуют наличия алгоритмов и программ обработки. Эти средства должны предусматриваться при разработке или развитии системы мониторинга потерь УР.

При обосновании и выборе состава и структуры системы мониторинга потерь УР важное значение приобретает выбор и разработка информационных компьютерных технологий получения, сбора, передачи, хранения, обработки и представления информации.

В общем случае результат системы мониторинга потерь УР можно выразить следующим образом:

$$P_m = f(V, V_n, E_f, I_f), \quad (1)$$

где P_m – результат мониторинга, может быть числом (например, объем линзы СНО под НПЗ), матрицей и выражать несколько параметров (например, абсолютное значение уровня грунтовых вод, количество новых нефтяных пятен на поверхности грунта, количество откачанных СНО за отчетный период времени, концентрации нефтепродуктов в близлежащих водоемах и пр.), или «нечеткой» величиной (например, «высокий» или «низкий» уровень утечки нефтепродуктов из резервуаров НПЗ); V – фактическое значение потерь УР; V_n – нормативное значение потерь УР; E_f – множество внешних факторов, влияющих на потери УР; I_f – множество внутренних факторов, влияющих на потери УР.

Функция (1) может быть реализована с помощью различных математических аппаратов. Как было показано в [4-6], одними из наиболее перспективных направлений решения подобных задач является использование нейронных сетей.

Место системы мониторинга потерь УР в структуре энергетического менеджмента НПЗ. Рассматривая структуру системы энергетического менеджмента (рисунок 1), можно отметить, что система мониторинга потерь УР может выполнять функции учета, контроля и анализа состояния объекта и выдавать информацию для блока принятия решений [3,7].

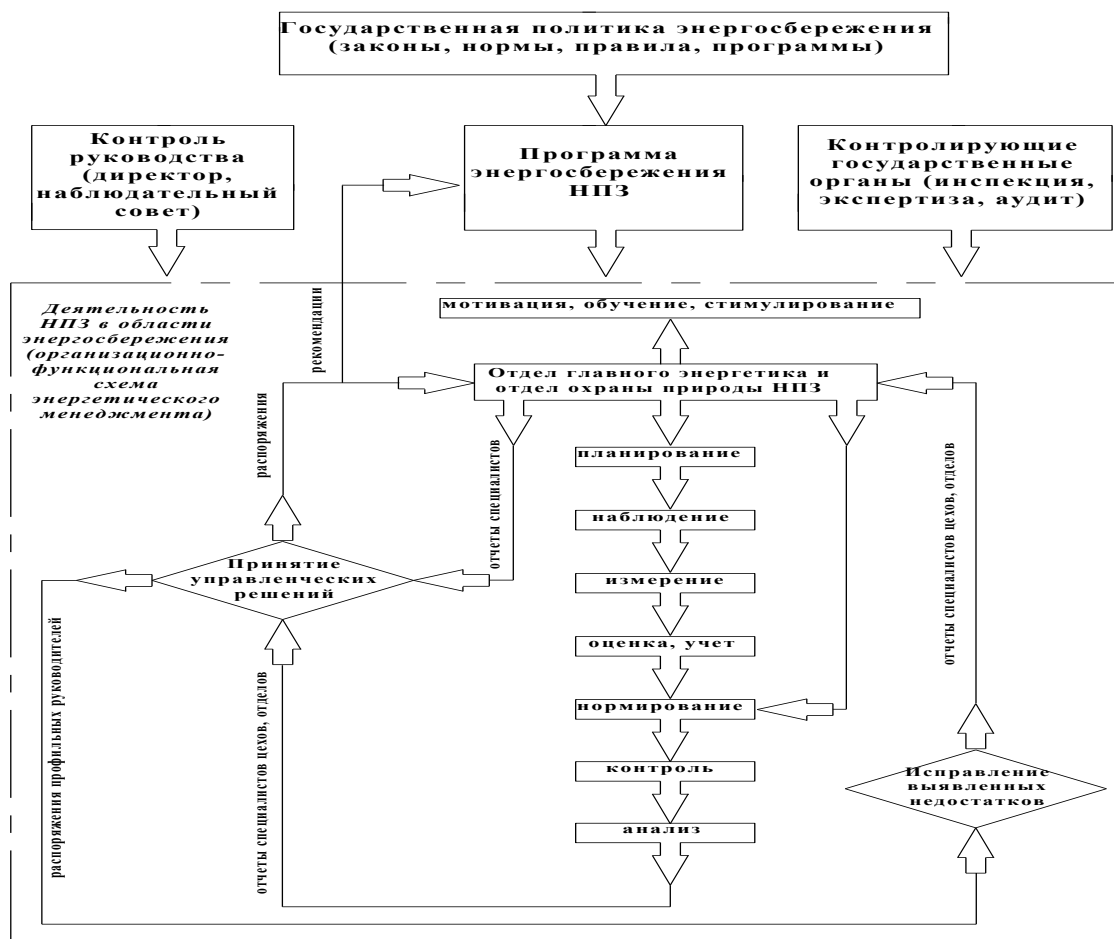


Рис. 1. Система энергетического менеджмента НПЗ

Центральное ядро системы энергетического менеджмента является деятельность НПЗ в области энергосбережения, которая включает в себя такие основные функции управления, как планирование, оценка, учет, нормирование, контроль и анализ.

Данные об объекте наблюдения (система наблюдательных скважин и дрен, поверхность территории НПЗ, технологические установки, общезаводское хозяйство (ОЗХ)) включают:

1. Уровень СНО на поверхности грунтовых вод в разных точках линзы (измеряется при помощи сети наблюдательных скважин);
2. Уровень грунтовых вод (измеряется при помощи сети наблюдательных скважин);
3. Посуточное количество откачанных СНО и грунтовых вод;
4. Поломки, аварии на технологических установках и объектах общезаводского хозяйства НПЗ, связанные с выбросами, сбросами и утечками нефтепродуктов.

Анализ данных включает:

1. Расчет экономического и экологического эффекта;
2. Выявление причин утечек нефти и нефтепродуктов;
3. Сравнение количества откачанных СНО за текущий период и аналогичный период предыдущих годов;
4. Сравнение уровня СНО в сети контрольных скважин за текущий период с предыдущими периодами;
5. Проверка достоверности данных по уровням потерь углеводородов технологическими установками, ОЗХ и откачкам СНО, получаемых от производственных цехов НПЗ;
6. Определение объемов СНО в грунтах и их изменение в результате проведения природоохранных очистных мероприятий.

Выводы

1. Построение системы мониторинга потерь УР является необходимым условием для оценки эффективности использования УР НПЗ.
2. Система мониторинга потерь УР может работать как в структуре системы энергетического менеджмента НПЗ, так и самостоятельно.

3. Система мониторинга потерь УР является важнейшей составляющей службы энергетического менеджмента НПЗ, так как реализует одну из основных задач энергоменеджмента – анализ состояния потерь УР и энергопотребления технологическими установками НПЗ.

Литература

1. Бойченко С.В. Потери углеводородов при выполнении технологических процессов переработки, транспортировки, хранения и заправки / Бойченко С.В., Федорович Л.А., Черняк Л.Н., Вдовенко С.В., Кальницкая Ю.А. // Нефть и газ. - 2006. - № 3. - С. 90-94.

2. Вдовенко С.В. Основные источники выбросов летучих органических соединений и пути их предотвращения на нефтеперерабатывающих заводах / Вдовенко С.В., Бойченко С.В. // Нефтяная и газовая промышленность. – 2007. - №6. – С.47-50.

3. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / Абросимов А.А. – М.: Химия, 2002. – 608 с.

4. Розен В.П. Концептуальные вопросы проектирования и внедрения системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях Украины / Розен В.П., Соловей А.И., Чернявский А.В. // Труды международного семинара «Традиционные и возобновляемые источники энергии и их применение» в рамках программы «Энергетика на встречу Центральной Азии». - 26-27 июля 2004, Павлодар (Казахстан). - С.80-89.

5. Использование современных информационных технологий для повышения эффективности использования электроэнергии / Розен В. П., Чернявский А. В., Литвин В.И. Нац. техн. ун-т Украины «Киев. политехн. ин-т» - Киев, 2006. - 18 с. - Библиогр.: 14 назв. - Рус. - Деп. в ГНТБ Украины 5.06.06, № 36 - Ук 2006.

6. Розен В.П. Использование нейронной сети Кохонена для построения типовых графиков потребления тепловой энергии общественными и административными зданиями / Розен В.П., Литвин В.И. // Экономическая безопасность государства и интеграционные формы ее обеспечения - М.:Знания Украины, 2007. - С. 365-368.

7. Капустин В.М. Нефтеперерабатывающая промышленность США и бывшего СССР / Капустин В.М., Кукес С.Г., Бертолусини Р.Г. – М.: Химия, 1995. – 299 с.

А.Ю. УСЕНКО, С.Р. БИКМАЕВ

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепрпетровск

АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОМАССЫ И ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ

Введение

Одним из основных путей снижения объема выбросов парниковых газов и экономии традиционных видов топлива является замена ископаемого топлива на возобновляемые источники энергии, в том числе, на биомассу. В то же время, выбор направлений развития биоэнергетических технологий определяется не только технико-экономическими показателями, но и их экологической эффективностью.

Основными критериями при выборе технологии энергетического использования биомассы являются экономические показатели и величина снижения эмиссии парниковых газов при допустимой величине выбросов загрязняющих веществ. Если экономические критерии известны и достаточно эффективно используются на практике, то существующие экологические критерии не позволяют объективно сравнивать различные технологии и оборудование, использующие различные виды биотоплива, а также полностью учесть влияние вида и качества заменяемого топлива.

Настоящая статья посвящена разработке новых экологических критериев и их использованию на практике.

Постановка задачи

В настоящее время существует значительное количество технологий термического использования биомассы, каждая из которых отличается, в первую очередь, конечной целью процесса (получение тепловой энергии, электрической энергии, жидкого или твердого топлива), а также видом используемой биомассы и способом ее переработки. Одним из основных критериев, который должен определить приоритет той или иной технологии, является показатель, определяющий снижение эмиссии парниковых газов в результате использования биотоплива.

Как известно, при сжигании биомассы выделяется соответствующее количество парниковых газов, однако, при ее росте, аналогичное количество CO₂ поглощается. В связи с этим, биомасса считается CO₂ нейтральным топливом, и, таким образом, при ее использовании, роста концентрации парниковых газов в атмосфере не происходит

Существующие методики по расчету показателя эмиссии направлены на определение величины эмиссии до и после энергетического использования биомассы и позволяют определить эмиссию в привязке к конкретным технологиям и оборудованию, видам топлива. В результате, определяются: абсолютное значение выбросов за рассматриваемый промежуток времени; показатель эмиссии (приведенная эмиссия), отнесенный к единице исходного ископаемого топлива; либо удельная эмиссия, отнесенная к единице полезной энергии.

Эти показатели позволяют оценить снижение выбросов при производстве одного и того же вида энергоносителя. Однако сравнение указанных показателей при производстве различных видов энергии становится необъективным. Кроме того, полученные показатели не являются прямыми характеристиками, а носят косвенный характер.

Таким образом, используемые ранее показатели снижения эмиссии не позволяют объективно сравнивать различные технологии и оборудование, эффективность использования различных видов биотоплива и оценить влияние их качества на конечный результат, а также полностью учесть влияние вида и качества заменяемого топлива.

Предлагаемый экологический критерий эффективности энергетического использования биомассы позволяет исключить вышеуказанные недостатки.

Методика проведения исследований

В работе предложен показатель удельного снижения выбросов парниковых газов при замене ископаемого топлива биомассой ε_{CO_2} :

$$\varepsilon_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}^{ИСК} - E_{CO_2}^{БМ}}{P} \cdot \frac{1}{V_{БМ} \cdot Q_{H,БМ}}, \quad (1)$$

где $E_{CO_2}^{ИСК}$ и $E_{CO_2}^{БМ}$ – абсолютные величины выбросов парниковых газов при работе на ископаемом топливе и биомассе, соответственно, кгCO₂-экв/ч;

P – расход биомассы, кг/ч; $Q_{H,БМ}$ – теплота сгорания биомассы, Дж/кг.

Этот показатель относится непосредственно к биомассе, учитывая ее основные свойства как энергетического топлива, и не зависит от вида производимой энергии. Предполагая, что выработка энергии одинакова до и после замены ископаемого топлива, вид зависимости (1) преобразуется в выражение, не содержащее полезной энергии:

$$\varepsilon_{CO_2} = e_{CO_2}^{ИСК} \left(\frac{\eta_{\Sigma}^{БМ}}{\eta_{\Sigma}^{ИСК}} - \frac{e_{CO_2}^{БМ}}{e_{CO_2}^{ИСК}} \right), \quad (2)$$

где $e_{CO_2}^{ИСК}$, $e_{CO_2}^{БМ}$ – показатели эмиссии парниковых газов, отнесенные к единице теплоты сгорания топлива, гCO₂ экв/кг; $\eta_{\Sigma}^{БМ}$ и $\eta_{\Sigma}^{ИСК}$ – КПД брутто процессов производства энергии при использовании биомассы и ископаемого топлива, соответственно, %.

Применительно к условиям Украины на основе системного подхода разработана методика определения показателей эмиссии e_{CO_2} , которая включает суммирование выбросов парниковых газов по всей технологической цепочке использования топлива, начиная с добычи и завершая его сжиганием:

$$e_{CO_2} = e_{CO_2}^{доб} + e_{CO_2}^{тр} + e_{CO_2}^{пер} + e_{CO_2}^{сж}, \quad (3)$$

где $e_{CO_2}^{доб}$, $e_{CO_2}^{тр}$, $e_{CO_2}^{пер}$, $e_{CO_2}^{сж}$ – эмиссия парниковых газов при добыче, транспортировке, переработке и сжигании топлив, соответственно, гCO₂-экв/кг у.т.

При этом в расчетах учитываются все основные виды энергоносителей, используемые на всех технологических этапах их производства и реализации. В результате, создана методика, позволившая оценить диапазоны значений показателей эмиссии парниковых газов e_{CO_2} для ископаемых видов топлива – угля, мазута, природного газа (ПГ) и биомассы (БМ) в условиях Украины: $e_{CO_2}^{уголь} = 3364 \div 4350$ гCO₂-экв /кг

у.т.; $e_{\text{CO}_2}^{\text{мазут}} = 2501 \div 2555 \text{ гCO}_2\text{-экв /кг у.т.}; e_{\text{CO}_2}^{\text{ПГ}} = 1714 \div 1908 \text{ гCO}_2\text{-экв /кг у.т.}; e_{\text{CO}_2}^{\text{БМ}} = 0,8 \div 125,2 \text{ гCO}_2\text{-экв /кг у.т.}$

На основании полученных данных о выбросах парниковых газов проведен анализ снижения эмиссии парниковых газов в атмосферу при полной либо частичной замене ископаемого топлива биомассой при использовании различных технологий ее переработки применительно к условиям Украины (рис. 1).

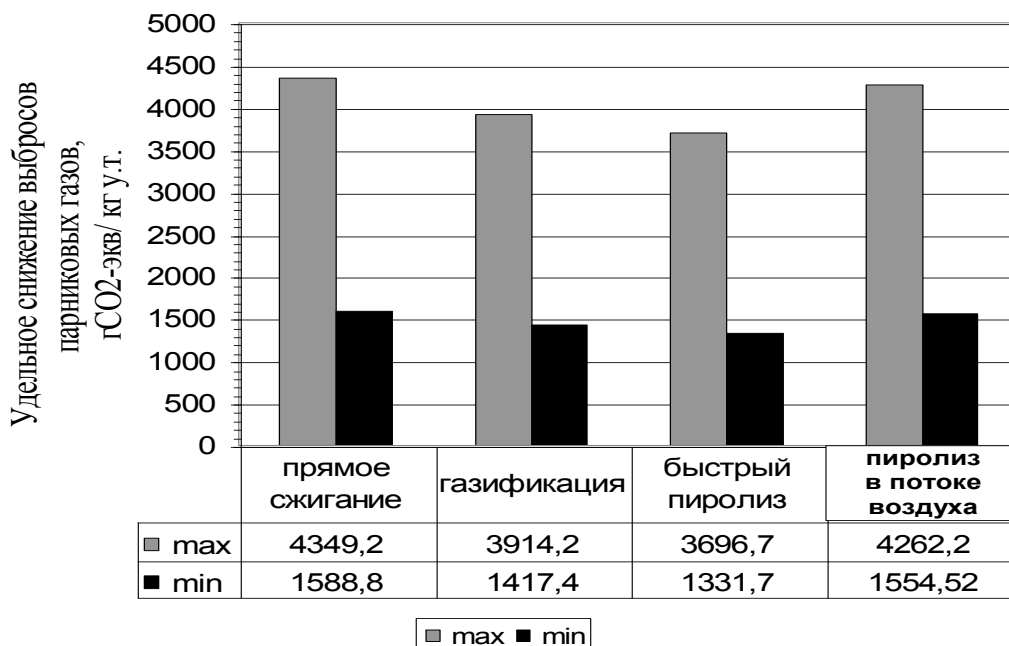


Рис. 1. Значения удельного снижения выбросов парниковых газов в результате замены ископаемого топлива биомассой при выработке тепловой энергии в Украине

При совместном сжигании ископаемого топлива и биомассы показатель эмиссии для смеси топлив снижается пропорционально доле биомассы. На рис. 2 представлен анализ снижения эмиссии парниковых газов при использовании смеси топлив.

Исследования показали, что наиболее эффективной является технология прямого сжигания биомассы, при этом процесс пиролиза биомассы в потоке горячего воздуха с точки зрения экологической эффективности является достаточно конкурентоспособным, что подтверждает перспективность развития новых процессов термической переработки биотоплива.

Выводы

Предложен показатель удельного снижения выбросов парниковых газов ϵ_{CO_2} , на основе которого разработана методика, позволяющая осуществить анализ экологической эффективности энергетического использования биомассы с учетом комплексного влияния вида и качества заменяемого топлива на эмиссию парниковых газов и КПД тепловых агрегатов. На основании разработанной методики определены диапазоны показателей удельного снижения выбросов парниковых газов при замене ископаемого топлива на биомассу с использованием технологий прямого сжигания, газификации и пиролиза в условиях Украины.

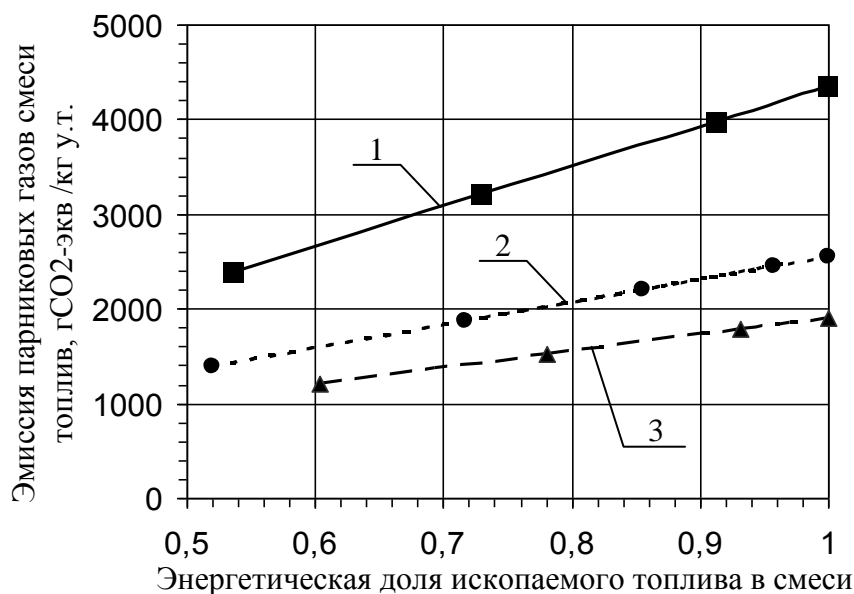


Рис.2. Значения показателя эмиссии при совместном сжигании ископаемого топлива и биомассы:
1 – уголь + биомасса; 2 – мазут + биомасса; 3 – природный газ + биомасса

Литература

1. Энергетические установки и окружающая среда. Под ред. проф. Маляренко В.А. Учебное пособие. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – 398 с.
2. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А., Марценюк З.А. Концепция развития биоэнергетики в Украине / Промышленная теплотехника, 1999, т. 21, № 6, с. 94-102.

Е.В. ШАВЯКА

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

С ростом городов увеличивается нагрузка на окружающую среду и ее компоненты. Основными источниками загрязнения на урбанизированных территориях являются автотранспорт и промышленные предприятия. Автотранспорт - один из основных и постоянно растущих источников выброса вредных веществ, особенно в городах и зонах их влияния. Загрязняющие вещества отработавших газов поступают в атмосферу, затем их часть оседая загрязняет почву и растительный покров в придорожной полосе. Техногенные воздействия преобразуют почвенный профиль, неся за собой трансформацию морфологических и химических свойств почв.

Не является исключением и Республика Беларусь, для которой эта проблема также является актуальной, что обусловлено ростом автопарка. В республике в период с 2007 по 2012 год количество автомобилей увеличилось с 2,5 млн. до 3,4 млн. В городе Минске в данный момент насчитывается порядка 700 тыс. автомобилей, в связи с чем первостепенным является определение класса опасности загрязнения почв в придорожной полосе, что стало целью данного исследования.

В основе определения класса опасности загрязнения почв лежит изменение биологической активности её проб. Воздействие токсичных веществ на микрофлору оценивали путем сравнения испытуемых и контрольных проб, а показателем биологической активности является их средорегулирующая активность. Анализ проводился по следующей схеме:

- отбор проб и подготовка к анализу;
- определение влажности проб загрязненной почвы и контрольного субстрата;
- определение биологической активности микрофлоры образцов почвы.

Отбор проб и их подготовка к анализу

Для анализа были отобраны пробы загрязненной почвы на участке ул. Орловской от площади Бангалор до ул. Карастояновой г.Минска. Выбор данного места обусловлен интенсивным движением автотранспорта в обе стороны и наличием кругового движения.

Отбор проб производили с помощью почвенного бура методом квадрата. Для анализа было отобрано 12 проб, схема забора которых представлена на рисунке 1.

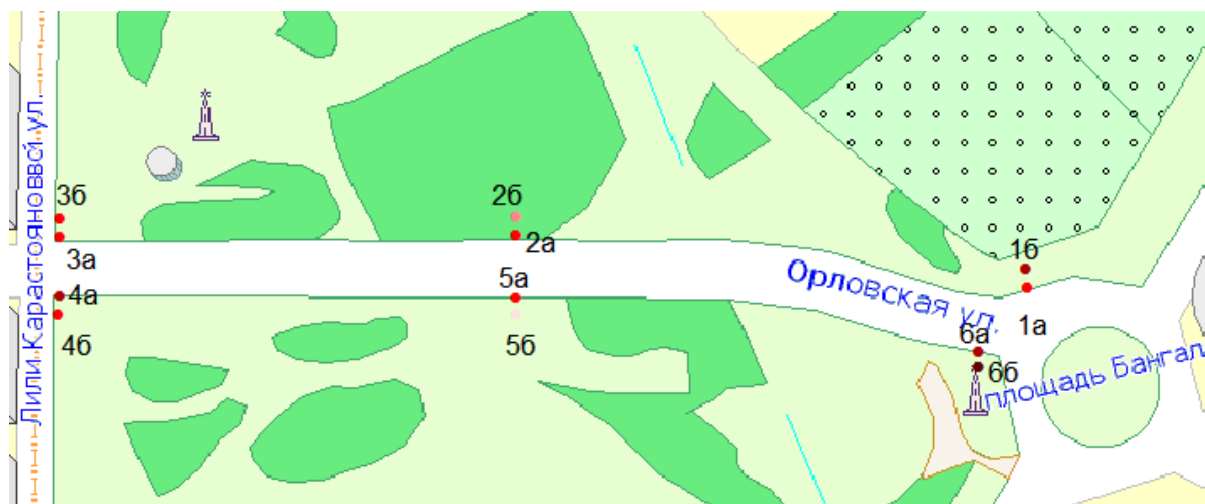


Рис. 1. Схема отбора проб

На схеме показаны точки отбора проб: 6 проб взято непосредственно около проезжей части (пробы а) и 6 проб в шести метрах удаления от дороги (пробы б).

Определение влажности проб загрязненной почвы и контрольного субстрата

Для расчета класса опасности необходим коэффициент пересчета К, зависящий от влажности почвы. Содержание воды в пробах вычисляли по потере ее массы при нагревании до температуры 100-105 °С в течении 5 часов, используя предварительно высушенный и взвешенный бюкс.

Определение биологической активности микрофлоры почвы и контрольного грунта

На аналитических весах взвешиваются навеска влажного образца, к которой добавляется раствор глюкозы. Затем открытые чашки с навесками помещаются в герметические сосуды объемом 500 см³. Туда же помещают стеклянные стаканчики с 20 см³ 0,02 н раствора гидроксида натрия. Одновременно ставятся опыт для холостого определения СО₂. Количество выделившегося СО₂ определяли ежедневно через каждые 24 часа, титруя образцы 0,02 н раствором серной кислоты. Определение в СО₂ прекращали после прохождения его пика выделения.

По окончании эксперимента был составлен алгоритм расчета объема выделившегося СО₂, который был реализован в виде программы расчета данного показателя с использованием языка программирования Borland Pascal 7.0. На основании этой программы была определена степень изменения биоактивности микрофлоры (таблица 2). Пик активности пришелся на 3 день эксперимента. Класс опасности определяли согласно Перечня классов опасности (таблица 1).

Таблица 1

Перечень классов опасности

Класс опасности	Снижение биологической активности микрофлоры шлама по сравнению с контролем, N, %
V (практически неопасные)	$0 < N \leq 20$
IV (малоопасные)	$20 < N \leq 50$
III (умеренно опасные)	$50 < N \leq 80$
II-I (опасные и высоко опасные)	$80 < N \leq 100$

На основании полученных данных построена непрерывная пространственная модель территориального распределения степени угнетения биоценозов на территориях с различным удалением от проезжей части городской автомагистрали с высокой интенсивностью движения транспорта (рисунок 2). Модель формировалась с использованием средств программного комплекса ArcView GIS 3.3 и модуля расширения Spatial Analyst.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 2 наибольшая степень угнетения наблюдается в точках 6а и 6б (место пересечения ул. Орловской и пл. Бангалор) и точка 4а (пересечение ул. Орловской и ул. Карастояновой). Согласно перечню классов опасности от 15. 06.2001 г. постановления МПР РФ № 511 загрязнение в данных точках относятся к 3 классу опасности. Это степень загрязнения является умеренно опасной, т.е. биоценозы сильно угнетены и не способны к самовосстановлению при данных нагрузках.

Во всех остальных точках степень угнетения относится к 4 классу, т.е. эти загрязнения являются малоопасными, когда угнетение биоценозов заметное, но обратимое.

Определение класса опасности загрязнения почв

Номер пробы	Масса m навески, г	Коэффициент пересчета на сухую навеску	Степень изменения биологической активности, %	Класс опасности
1а	1,9252	0,8262	47,46	4
1б	2,0836	0,8858	48,00	4
2а	1,9579	0,8309	47,71	4
2б	2,3593	0,7687	41,79	4
3а	1,9492	0,8350	46,64	4
3б	2,5186	0,7849	48,54	4
4а	1,9886	0,8891	51,89	3
4б	1,9276	0,8971	44,50	4
5а	1,9324	0,8898	47,58	4
5б	1,9539	0,8299	38,45	4
6а	2,0803	0,8536	52,09	3
6б	2,2692	0,9171	57,58	3
контроль а	2,1519	0,3871	-----	-----
контроль б	1,6273	0,4246	-----	-----



Рис. 2. Схема распределения загрязнения

Литература

1. Методика определения класса опасности буровых шламов. М-БШ – 01 – 2004.ФР.1.39.2004,01061,М,2004.--Санкт-Петербург: 2004.-- 22с.
2. Терехова В. А., Семенова Т. А., Головченко А.В., Трофимов С.Я. Влияние нефтяного загрязнения на деструкционную активность и состояние микобиоты олиготрофных торфяников Западной Сибири.// Экобиотехнология: борьба с нефтяным загрязнением окружающей среды.—Тез. д-дов конф., Пущино: ИБФМ,2001.
3. Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности методом биотестирования в России.—М.: Международный Дом сотрудничества, 1997. --114с.
4. Моргун А.Н. Справочник по Turbo Pascal для студентов. — М.: Диалектика, 2006. — С. 608.
5. www.belstat.gov.by
6. www.belta.by.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ МСК И КОМУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ХОЗЯЙСТВА

В работе предлагается обоснование возможности использования твердых бытовых отходов, а именно вторичных полимеров (полиэтилена, полипропилена), для формирования изоляционных и экранирующих покрытий различной отраслевой направленности применения.

В настоящее время в промышленности при складировании и захоронении отходов нашли свое применение изолирующие основания с использованием полимерных пленок, так называемых геомембран, которые имеют ряд недостатков: высокая чувствительность к деформациям (наличие швов), низкая ремонтпригодность и высокая стоимость.

Перечисленные недостатки определяют необходимость и актуальность работы в направлении исследования и разработки новых, экологически безопасных и экономически эффективных материалов, а также технологии их нанесения. В связи с этим целью исследования является разработка и практическая апробация нового изоляционного материала, для снижения техногенной нагрузки на окружающую природную среду, на основе отходов полиэтилена и полипропилена в оплавленном совместно с подстилающими грунтами состоянии.

На сегодняшний день создана теоретическая модель самоходного устройства для нанесения противодиффузионного покрытия, определена оптимальная температура нагрева расплава, описана технология укладки основания, ведутся исследования прочностных характеристик используемого материала (вторичный полиэтилен высокого давления).

Результаты от внедрения предлагаемой технологии позволят вовлечь в переработку вторичные полимеры, производить подготовку площадок складирования отходов и тем самым снизить антропогенную нагрузку на ОС.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В работе предлагается оценка и обоснование необходимости создания принципиально новой системы экологического мониторинга компонентов окружающей природной и техногенной среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, оснащенных навесным оборудованием.

Подобный комплекс создан с целью повышения оперативности проведения мониторинговых мероприятий, снижения себестоимости проводимых исследований. Потенциальный рынок является достаточно широким. Использование данного способа мониторинга атмосферного воздуха позволит повысить точность и скорость определения преобладающих зон загрязнения на различных горизонтальных и вертикальных уровнях от источника загрязнения, определить реальную дальность переноса загрязняющих веществ.

Этот уникальный аппаратный комплекс возможно улучшить, но в настоящее время это устройство является первым шагом к максимально насыщенному и интегрированному устройству для полного мониторинга атмосферы.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

УТИЛИЗАЦИЯ ПЫЛИ ОТ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ И ГАЗООЧИСТКИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе предлагается высокоэффективный способ переработки отходов сталеплавильного производства.

Проведена оценка и обоснование необходимости утилизации пыли от систем аспирации и газоочистки сталеплавильного производства, характеризующейся высоким содержанием металлов, прежде всего железа и цинка.

Приводятся результаты лабораторных испытаний по извлечению цинка из пыли с использованием высокотемпературного сернокислого автоклавного выщелачивания.

Оценивается эколого-экономическая эффективность процесса утилизации пыли от систем аспирации и газоочистки сталеплавильного производства.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

F. FABICH

TU Bergakademie Freiberg, Germany

AQUEOUS SYNTHESIS OF CDTE/CDS/ZNS CORE/SHELL/SHELL QUANTUM DOTS

As electrical micro- and nanocircuits are entering virtually any sphere of our life, designing the appropriate materials becomes essential. Among different approaches researchers try to shrink the size of the semiconducting nanocrystals to enhance the circuits for a more rational use of resources.

Decreasing the size of a particle to a diameter less than the distance between an electron and the corresponding hole leads to the formation of confined particles. These Quantum Dots (QDs) have recently been subjected to a growing interest as they possess unique and size-tunable properties.

Studying QDs will eventually lead to the ability of creating virtually any desirable band gap. Then it is possible to design for example solar panels which convert the entire sun spectrum - not only one tiny fraction - into electrical energy.

Most often QDs are synthesized in a high-boiling organic solvent (e.g. trioctylphosphine or trioctylphosphine oxide) and kept under the influence of stabilizers (e.g. 3-mercaptopropionic acid). Such chemicals are frequently toxic, expensive, highly flammable, immiscible in water or awful smelling.

In this work I will report an aqueous synthesis route which uses N-acetyl-L-cysteine as a stabilizer. Its derivatives can be found in human urine and thus this route might unlock great medical potential. Exemplary CdTe/CdS/ZnS nanocrystals have been grown. This core/shell/shell structure increases the photostability, quantum yield and lifetime, while the cytotoxicity is being reduced.

The formation of the capped QDs has been verified via photoluminescence, UV-absorption, XRD and TEM imaging.

J. GAEBEL

The University of Western Ontario, Canada

IMPLEMENTING AVIATION INTEGRATION TECHNIQUES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Computer systems are replacing mechanical and pneumatic controlled tasks, particularly in the automotive industry. These computer systems are being implemented within automotive subsystems and integrated to create new innovations. This integration causes problems of incompatibility and unnecessary complexity. By utilizing the Integrated Modular Avionics approach to computer systems in automobiles, these problems are reduced to a more efficient and easily managed system. By assessing the current states of the automotive and avionics industry using literary sources, applications of computer systems are compared. The IMA approach requires a standardized computer platform for which developers use to produce subsystems within aircraft. This standardized platform insures compatibility between subsystems, reduces redundant hardware and therefore cost, and increases software life cycle. Utilizing this approach in the automotive industry has the potential to revolutionize and create streamlined computer systems within.

Introduction

Computer systems are revolutionizing the automotive industry. Up until 30 years ago, computer systems in automobiles were unheard of, with automated features such as air to fuel mixture and ignition timing accomplished using machinery and pneumatics[1] [2]. Realizing the benefit of using computer systems to automate tasks, the industry began replacing these mechanical devices with electronic control units (ECUs). ECUs use a dedicated microprocessor with predefined instructions that when attached to sensors better optimize the car's functions. Following the automotive industry's tradition of developing proprietary-based solutions, automotive manufacturers began producing their own hardware and software architecture[2].

Discussion

At present, premium cars have at least 70 individual ECU's, which account for more than 40% of the production cost [2]. Initially these systems were isolated and unrelated; developed for specific tasks with dedicated sensors and actuators. Over time, streamlined wiring configurations were introduced and ECUs became connected and able to interact with one another. This connectivity created opportunities to exchange information, and produce

new optimization functions for the automobile. This sharing of information allowed for ECUs to better co-ordinate their respective functions and optimize car operation.

Before the introduction of ECUs, automobiles were modularly designed with independent subsystems produced by independent suppliers [2]. However, with ECUs being implemented, problems of mixing functionality come into play. These traditionally unrelated and independent subsystems start to interact as ECUs become connected, and phenomena such as unintentional feature interaction become an issue[2]. Since each ECU contains and manages its own information and sensors, data management is uncoordinated. When this data gets partially shared and relied on by other ECUs, the problem of inconsistent data and information management become highly important.

When ECUs malfunction, they are often replaced while the root issue, software/hardware compatibility within the car, remains unsolved. This is due to a lack of standardized system requirements for developers and suppliers who produce these subsystem ECUs. As a result, more than 50% of hardware that is replaced is physically without defects. Often, this is because service technicians have no other way to address the problem than to replace components. Since the root cause of the malfunction remains unsolved, this approach leads to a future reoccurrence of the issue[2].

While integrated subsystem ECUs provide new features and better optimization to the automotive industry, they also create a complex and inherently error prone integrated network. This network lacks error diagnosis, a means of ensuring compatibility, and a unification of needed information between components. This is caused mostly due to the industry's choice to find their own proprietary solutions instead of benefiting from existing technology from other domains, particularly avionics [2].

An approach known as Integrated Modular Avionics has resulted in a shockwave of innovation within avionic computer systems. The concept involves collecting functions with similar needs and developing standardized hardware-software systems, known as a platform, on which these functions run. These standardized platforms are packaged as self-contained cabinets, and as a result, the computer system and informational requirements are consistent across each cabinet[3]. In an open IMA system, these requirements are available to the public domain, giving developers the resources they need to provide new functions to the avionics industry[4].

The core revolutionizing concept of IMA lies in shared computing. When compiling these cabinets, functions which interact are grouped in the same cabinet and utilize the same computer hardware. By utilizing the same processor for similar functions and partitioning the resources, each function is allocated its share of processing power (See Fig. 1). This reduces the amount of redundant hardware and allows for easily managed data[5]. By standardizing the computer platform, many opportunities for automation become available, whereas previous code became unusable after subsequent updates. This framework provides developers the ability to use tools specifically designed for this platform, allowing code to be reused and cabinets to remain useful for newer aircraft[3].

Results and future practices

The adoption of the IMA approach to computer systems by the automotive industry can reduce system integration problems. As opposed to the traditional approach whereby suppliers develop their own code and architecture which may conflict with other subsystems, by implementing a standardized framework and collecting similar function's needs within one self-contained cabinet, the developer needs to focus less on the hardware aspect and more on producing new software and new functionality[4]. This, creates a more competitive and innovative market for these functions[3].

By utilizing an open and standardized platform, the requirements of software are available to a greater number of developers, creating opportunities for innovation and new products. Since software is reusable, and cabinets are not model specific, the issue of upgrading becomes less complicated as well. Since each cabinet is self-sufficient and any problem residing within a specific cabinet is not spread across the network of subsystems, component malfunction can be more readily traced and diagnosed. This approach allows subsystems to interact seamlessly and exchange information, while reducing costs of redundant hardware[3].

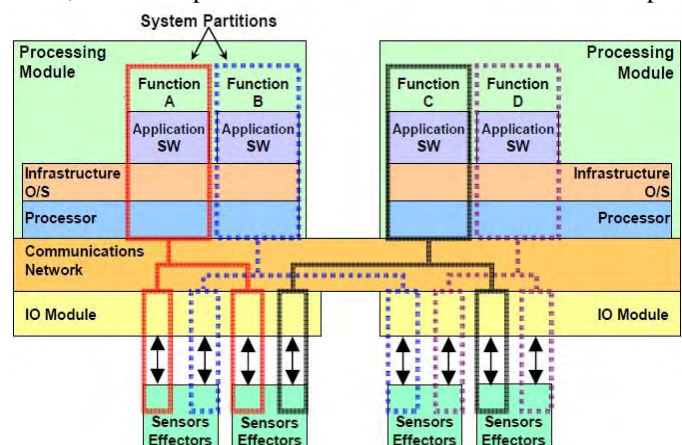


Figure 1. IMA System Architecture [5]

References

1. Austen, I. (2003,). WHAT'S NEXT; A chip-based challenge to a car's spinning camshaft. The New York Times.
2. Broy, M. (2006, May). Challenges in automotive software engineering. In Proceedings of the 28th international conference on Software engineering (pp. 33-42). ACM.
3. Prisaznuk, P. J. (2008, October). ARINC 653 role in integrated modular avionics (IMA). In Digital

Avionics Systems Conference, 2008. DASC 2008. IEEE/AIAA 27th (pp. 1-E). IEEE.

4. Watkins, C. B., & Walter, R. (2007, October). Transitioning from federated avionics architectures to Integrated Modular Avionics. In Digital Avionics Systems Conference, 2007. DASC'07. IEEE/AIAA 26th (pp. 2-A). IEEE.

5. Watkins, C. B. (2006, October). Integrated modular avionics: managing the allocation of shared intersystem resources. In 25th Digital Avionics Systems Conference, 2006 IEEE/AIAA (pp. 1-12). IEEE.

B. HÖBLING, D. LUMPI, J. BINTINGER, E. HORKEL, C. HAMETNER, J. FRÖHLICH

Institute of Applied Synthetic Chemistry, Vienna University of Technology, Austria

RELIABLE SYNTHETIC ROUTES TO PLANARIZED AND DEPLANARIZED TRIARYLCOMPOUNDS AS OLED MATERIALS

The wide variety of applications in numerous fields as well as the enormous commercial potential have caused great interest in organic electronic thin film devices [1]. To eliminate both the luminescence self quenching and high tendency to form crystalline phases of first generation OLED materials, consisting of oligothiophenes only [2], these were decorated with differently substituted triarylamine caps, leading to structures presented in figure 1.

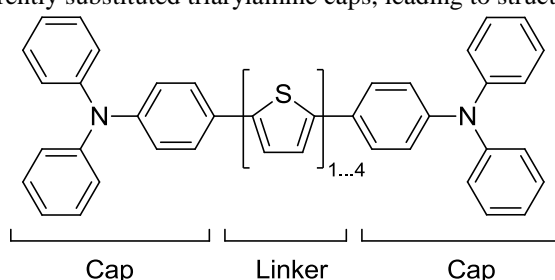


Figure 1. Bis(triphenylamine) substituted oligothiophenes

Depending on the type of cap applied (planarized or deplanarized) different properties (e.g. photophysical characteristics) can be observed. (figure 2). To further investigate the effects of substitution patterns of *o,o'*-disubstituted triarylamines **3** on the photoluminescent properties, various triarylamine caps have been synthesized and characterized.

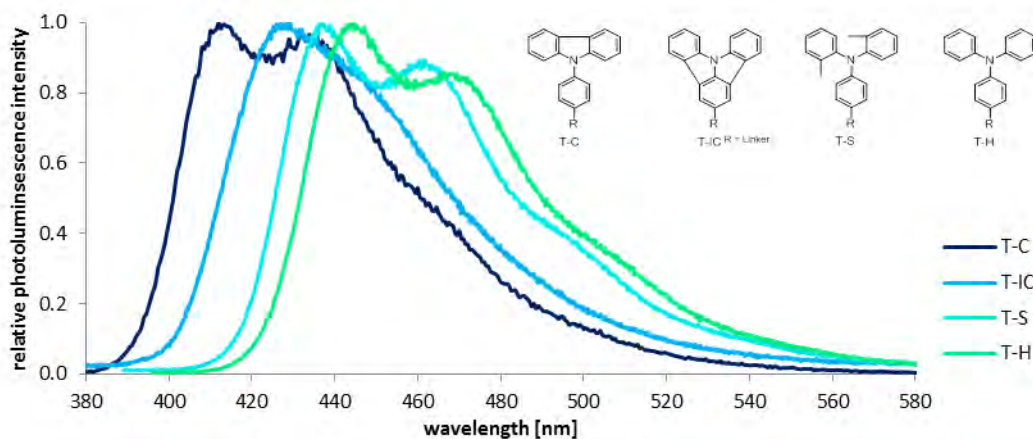


Figure 2. Photophysical properties of planarized and deplanarized triphenylamines

Earlier works revealed Ullmann condensation as not applicable to obtain *o,o'*-disubstituted triphenylamines [3]. Therefore, an alternative synthetic approach was matter of interest. Buchwald – Hartwig amination of substituted anilines proved to be a successful route to obtain the *o,o'*-disubstituted diphenylamines in high yields [4]. In the next step the conversion towards the desired triphenylamines was achieved *via* S_{NAr} reaction.

The key step of the target compound synthesis (Cap-Linker-Cap systems) relies on Suzuki cross-coupling, connecting brominated linkers and boronic esters of the triphenylamine caps.

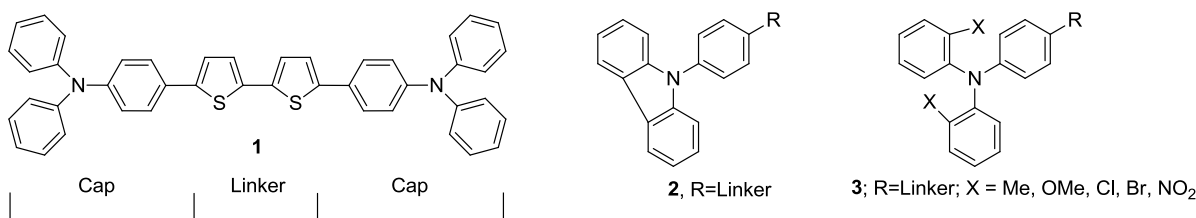


Figure 3. Cap-Linker-Cap type OLED materials; left: reference substance BHA-2T; right: planarized and deplanarized triphenylamines

The influence of the nature of substituent X at the triarylamine cap (figure 3) on the photophysical properties is matter of interest and will be investigated in future projects.

References

1. Forrest, S. *Nature*, 2004, 428, 911 – 918.
2. Kushito, G. P., Watkins, N. J., *J. Phys. Chem. B*, 2007, 111, 5794-5802.
3. J. Binting, diploma thesis, Vienna University of Technology, 2012.
4. L. Zhu et al. / *Tetrahedron* 68 (2012) 2414-2420.

J. KISZTNER, J. RUZICKA

VSB-Technical University of Ostrava, Czech Republic

VISUALIZATION OF RESULTS OF MONITORING OF TECHNICAL EQUIPMENT IN ELECTRONICALLY PUBLISHED MAP

Abstract

The project deals with the matter of interconnection of a geographical information system (GIS) and a monitoring system Zabbix. In the project was created an application adding new components into the monitoring system Zabbix influencing work with a spatial unit of the devices that are monitored. It depicts a reverse process of a database and a web front-end Zabbix and the interconnection of results with a spatial database based on PostgreSQL/PostGIS. Subsequently, the project deals with the creation of pilot's map application, which helps to represent the devices that are monitored together with the spatial localization.

Keywords: Zabbix, monitoring, technical equipment, PostgreSQL/PostGIS

Introduction

Monitoring of technical equipment is very useful for many administrators. Administrators are able to check the status of any equipment connected to a monitoring system. When the area of an administrator is large and the number of equipments is too big for remembering all of them and their location, then a map could be very important for administration of equipments. For example our university has more than 1000 routers situated in many places. If there is a hardware crash of a router, an administrator has to know where it is located to be able to change or repair it. Widely used monitoring system Zabbix [Zabbix 2012] does not offer any possibility of showing a map of monitored equipments and according to several requests (for example [LEM 2006]) in the discussion forum, this functionality would be useful.

Methodology and implementation

The most difficult task of the implementation was analysis of the database used by Zabbix, to be able to connect directly to the table where the information about monitored equipment is stored.

Zabbix is an open-source application and it is developed by Zabbix SIA company. They provide support for implementing and providing, but they ask for repayment if you use Zabbix in a commercial way. This is the reason why Zabbix practically does not have any documentation and we had to use reverse engineering.

Zabbix consists of 3 parts:

- Zabbix core written in programming language C,
- Zabbix database,
- Zabbix front-end written in PHP.

The most important parts for implementing GIS to Zabbix are Zabbix database and Zabbix front-end. Zabbix database stores all information in 88 tables which are not connected by constraint in database system, but it is controlled by Zabbix core. Many problems occurred when we were trying to visualise the connection between tables in Zabbix database. Reverse engineering is one of the methods which can bring good results for systems without any documentation or close source application and we used it for getting information about Zabbix database. We created software called *Ipomea* which brings solution for working with data in Zabbix database. *Ipomea* adds constraints and foreign keys to database which is a copy of Zabbix database. After using this software we could visualise database and understand data flow and connections in Zabbix database. This SQL is a result of

the reverse engineering and it gives complete results about monitoring devices.

```
SELECT hosts.hostid ,host, triggers.priority, triggers.expression, triggers.status, triggers.value,
triggers.lastchange,triggers.error, triggers.description
FROM "triggers" LEFT JOIN "functions"
ON triggers.triggerid=functions.triggerid
LEFT JOIN "items"
ON functions.itemid=items.itemid
LEFT JOIN "hosts"
ON items.hostid=hosts.hostid
WHERE triggers.templateid != 0 AND triggers.value < 2 ORDER BY host
```

Zabbix front-end is a web based application that allows to work with the system Zabbix. We wanted to integrate our solution to Zabbix front-end. Also Zabbix front-end has not any documentation and it was really hard to put a new part in it. We put together our solutions with Zabbix front-end by modifying existing php files. You can upload spatial data in CSV format and join spatial data with information about monitored devices in this site with the name SPATIAL MAP. Also you can modify spatial data in Geoserver [Refractions 2012b] which is used for publishing this data with WMS (Web Map Service) protocol [OGC 2012]. Link for redirect to Geoserver is integrated in SPATIAL MAP site. We also created Python script which works on the background and controls spatial data. So it is not necessary to work with Geoserver because this script takes care of spatial data and uses default settings.

Results

A structure of CSV file is available at the Fig. 1. There are other ways how to import spatial data to PostreSQL/PostGIS [Refractions 2012a] database such as using some desktop clients. We wanted to preserve all this ways because CSV is good for administrators and importing data with GIS desktop clients is a better way for people having skills with GIS.

```
data.csv x
1 id,name,lat,lon
2 10047,hegi,18.16467,49.83411
3 10048,hegi1,18.16867,49.83111
4 10017,SERVER,18.16167,49.83911
5 10049,serverzabbix,18.16567,49.83511
6
```

Figure 1. Structure of CSV file

SPATIAL MAP site is shown at Fig. 2. There you can work with settings of spatial data such as joining data, uploading and also redirection to Geoserver. On this site you can upload many spatial data. You can keep old data, and work with the current ones.

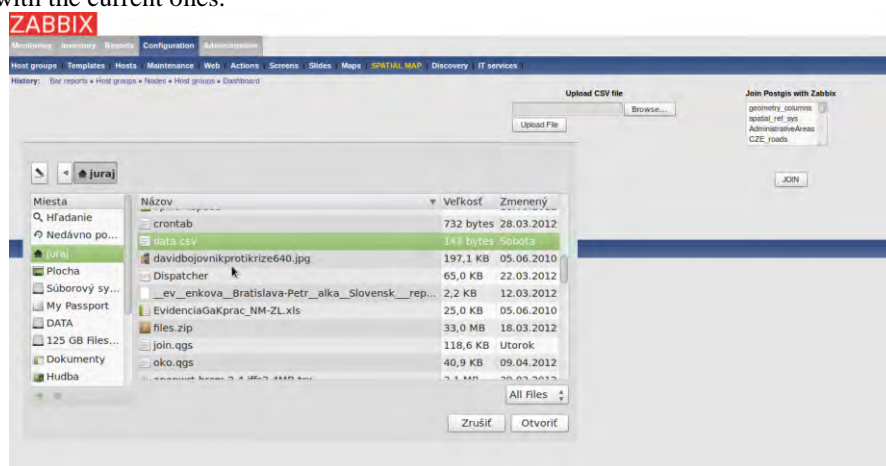


Figure 2. Site SPATIAL MAP in Zabbix front-end

Basic map application at Fig. 3 shows how you can use all these solutions for creating map application, which puts together advantages of GIS and Zabbix. You can see all information about monitored devices in the maps and you can be notified about the situation in the network by modern cartography visualization. This visualisation is done by OpenLayers library [OpenLayers 2012] with a support of Styled Layer Descriptor specification [OGC 2012b].



Figure 3. Map application with Zabbix monitored devices

Conclusion

We can conclude that the integration of Zabbix with geospatial technologies is possible and brings a lot of useful features. The integration can be done simply on a database layer. When the integration is based only on the database layer it does not offer enough comfort for administrators. This kind of integration is based on two systems (Zabbix and GIS) that are connected only with the data stored in the database. An administrator has to switch between these two systems to be able to do this task. This is not very comfortable. This kind of integration can be improved via a mesh-up technique, where two systems are connected together in one user environment. The mesh-up technique is very useful in case there is not any other possible way how to integrate two user environments.

A better way used in the project is an integration done on both layers: database and application. This kind of integration results in more comfortable user environment for administration of a monitoring system. Administrators can administrate geospatial part of the system inside well known user interface of the Zabbix system. From the point of view of a programmer, this kind of integration is more difficult. The programmer has to understand API or, in case of Zabbix, the code of the system. We can also conclude that this way of integration should be most preferred. It keeps the natural environment for administrators and brings just a new feature to well known system.

Acknowledgements

We would like to thank to all open source developers for support.

References

1. LEM 2006. GIS & ZABBIX: Geographical position for hosts and vectorial maps? Available at <https://www.zabbix.com/forum/archive/index.php/t-3426.html>.
2. OGC 2012. Web Map Service. Available at <http://www.opengeospatial.org/>
3. OGC 2012b. Styled Layer Descriptor. Available at <http://www.opengeospatial.org/>
4. OpenLayers 2012. OpenLayers. Available at <http://openlayers.org/>
5. Refrations 2012a. PostGIS. Available at <http://postgis.refrations.net/>
6. Refrations 2012b. GeoServer. <http://geoserver.org/>
7. Zabbix 2012. Zabbix. Available at <http://www.zabbix.com/>

S. KOGLER, A. NENNING, A. OPITZ, J. FLEIG

Vienna University of Technology, Institute of Chemical Technologies and Analytics, Austria

LA_{0.6}SR_{0.4}FeO_{3-Δ} AS MIXED CONDUCTING ELECTRODE MATERIAL IN O₂ AS WELL AS H₂ ATMOSPHERE

The ever increasing demand on energy and the need for the replacement of conventional energy sources has lead to a growing interest in fuel cells. High temperature solid oxide fuel cells are in the focus of research for their high efficient energy conversion, the high power density as well as their fuel flexibility. State of the art SOFCs in applications such as auxiliary power units (SOFC-APUs) or μ -SOFCs operate in a range of 800-1000°C, which leads to a lowered theoretical efficiency unfavorable side reactions of the materials. The desire for lower operating temperatures has intensified the research on new electrode materials which show a high catalytic activity for the oxygen reduction reaction (ORR) as well as a fast ionic transport at lower temperatures.

Some mixed ionic electronic conductors such as La_{0.6}Sr_{0.4}FeO_{3-δ} (LSF64) show not only a sufficient electronic as well as ionic conductivity but also high thermo-electro-chemical stability over a wide oxygen partial pressure range (pO₂-range). These materials can thus be used as both cathode and anode material in SOFCs and SOECs. Such electrode materials also allow producing a cell which can be switched between the fuel-cell and the

electrolysis-cell mode. This gives the advantage of a cheaper cell production and the possible application as an efficient buffer store for excess energy.

In this work LSF64 has been investigated for the use as electrode material under reducing conditions. Model composite electrodes have been prepared by the following route:

First a Ti/Pt grid (or finger structure) was applied to the YSZ(100) single crystals by sputtering and photolithography. Then a dense thin-film of LSF64 was deposited on top via pulsed laser deposition (PLD). Photolithographical micro patterning and ion-beam etching then were used to obtain micro-electrodes with sizes between 100 and 400 μ m.

The model composite micro electrodes were electrochemically characterized by means of impedance spectroscopy (EIS) under both reducing (H_2/H_2O) as well as oxidizing conditions.

In air the electronic conductivity of LSF64 is sufficiently high even without a current collector, while under reducing conditions without Ti/Pt grid only the vicinity of the contact needle is electrochemically active due to a high sheet resistance. An additional platinum thin film grid underneath the LSF64 film acts as current collector, hence under reducing conditions the total LSF surface becomes active. The polarization resistance of LSF64 with the additional platinum grid in H_2/H_2O atmosphere is similar to the polarization resistance in air. However the shape of the impedance spectra strongly changes suggesting a different reaction mechanism in reducing and oxidizing atmospheres. The Warburg like shaped impedance spectra under reducing conditions with bottom-grid indicate a transport limitation. The low polarization resistance fast surface kinetics in reducing atmosphere similar or faster than in O_2 . As rate determining step in H_2/H_2O atmosphere a combination of lateral ionic and electronic transport limitation is likely.



Figure 1. PLD-process

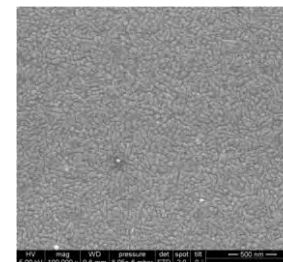


Figure 2. Dense LSF64 thin film

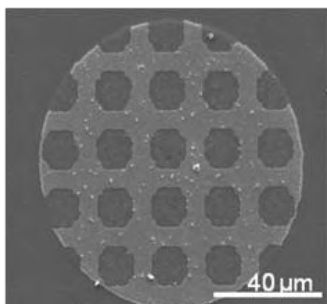


Figure 3. Model cermet electrode

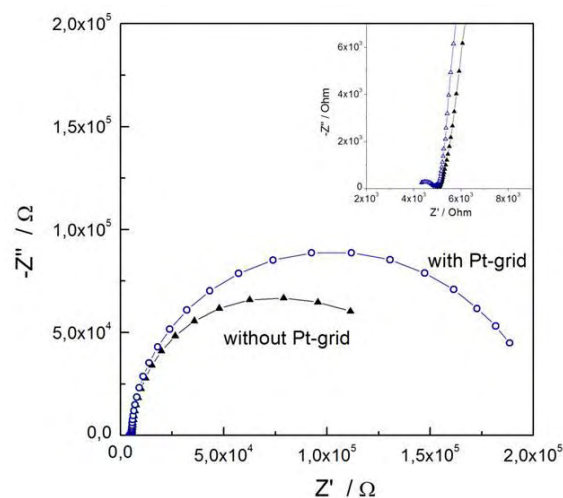
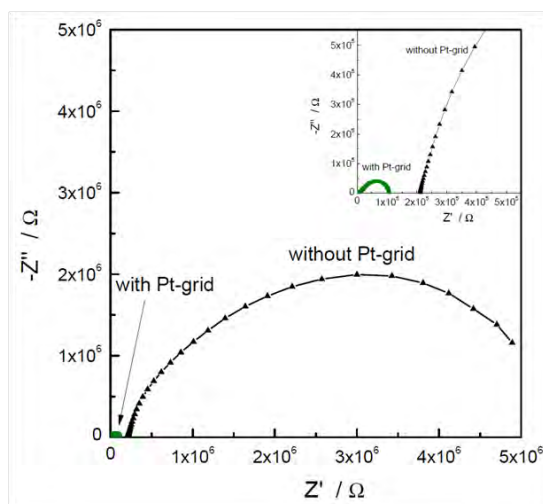


Figure 4. EIS spectra of LSF64 microelectrode under reducing- (left) and oxidizing (right) conditions.

A. LOUKANOV, A. ANGELOV, S. BRATKOVA, P. PAVLOV
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Bulgaria

LEACHING OF TARGET METALS FROM MINING WASTEWATERS BY IRON NANOPARTICLES IN MAGNETIC REACTOR

Abstract. Nanoscale zero-valent iron (nZVI) was used as magnetic nanomaterial for leaching of target metals (Cu^{2+} , Co^{2+} and Ni^{2+}) from mining wastewaters by external magnetic field in appropriate designed reactor. Systematically experiments with model solutions were performed in order to evaluate the magnetic nanotechnological system efficiency. The reaction effectiveness was found to be highly depended on pH, which necessitate subsequent neutralization of treated solution before its disposal in the environment. The primary investigation data suggest that nZVI could be employed as an efficient nano-adsorbent material. Nevertheless,

additional economic assessment is accomplished with aim of practical application of the reported technology.

D. LUMPI, V. CARL, E. HORKEL, C. HAMETNER, J. FRÖHLICH

Institute of Applied Synthetic Chemistry, Vienna, Austria

B. STÖGER

Institute of Chemical Technologies and Analytics, Vienna, Austria

G. REIDER

Photonics Institute, Vienna, Austria,

Vienna University of Technology

NOVEL ENE-YNE BASED COMPOUNDS: DESIGN AND APPLICATIONS

Organic functional materials (π -electron systems) have received considerable attention in diverse fields of applications in recent years.^[1] Hence, the design and synthesis of novel compounds is of crucial importance. The topic of the talk is a systematic study on the synthesis, modifications and functionalizations as well as applications of ene-yne^[2] compounds (Fig. 1).

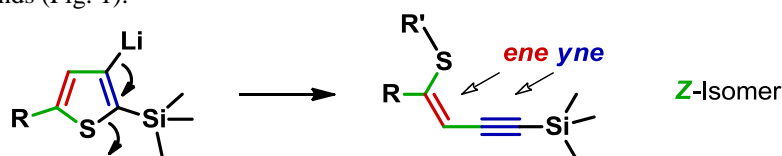


Figure 1. Synthetic strategy towards ene-yne compounds

The first part of the paper outlines an investigation on the synthesis (*via* thiophene ring-opening) and potential modification of ene-yne compounds. As a result, an improved procedure enabling to synthesize spacer-extended ene-yne scaffolds is obtained. To gain further insight to reaction kinetics and mechanistic an ATR-IR probe is applied to inline monitor highly reactive intermediates.^[3] The last part focuses on the application of the developed substrates in areas such as organic semi-conductors and non-linear optical (NLO) materials.^[4]

References

1. Mueller, T. J. J.; Bunz U. H. F. *Functional Organic Materials – Syntheses, Strategies and Applications*: Wiley-VCH Verlag: Weinheim, 2007.
2. Gronowitz, S.; Frejd, T. *Chem. Heterocycl. Compd.* 1978, 14, 353–367.
3. Lumpi, D.; Wagner, C.; Schöpf, M.; Horkel, E.; Ramer, G.; Lendl, B.; Fröhlich, J. *Chem. Commun.* 2012, 18, 2451–2453.
4. Lumpi, D.; Stöger, B.; Hametner, C.; Kubel, F.; Reider, G. A.; Hagemann, H. R.; Karpfen, A.; Fröhlich, J. *CrystEngComm.* 2011, 24, 7194–7197.

A. NENNING, A. OPITZ, G. BRUNAUER, S. KOGLER, B. ROTTER, J. FLEIG

Vienna University of Technology, Institute of Chemical Technologies and Analytics, Austria

IDENTIFICATION OF DIFFERENT RESISTIVE PROCESSES ON $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\Delta}$ THIN FILM MODEL SOFC ANODES

The increasing amount of renewable electricity generation is also leading to volatility in electricity production. To ensure sufficient grid stability, a large amount of operating reserve will be required. For this application Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs) are promising candidates. They offer high conversion efficiency, dynamics and fuel flexibility. The possible rated power per unit covers a wide range (10W-several MW). They are believed to be applicable as auxiliary power units or small-medium scale stationary combined electricity and heat supply. Moreover, the cell reactions are principally reversible, so fuel-cell and electrolysis-cell operation may be possible with one single device. Currently commercial systems operate at temperatures between 800°C and 1000°C, which causes unfavorable side reactions and the need of expensive materials for cell interconnections and sealing. A reduction of the operating temperature significantly below 800°C requires the development of new electrode materials with higher catalytic activity at intermediate temperature. Perovskite-type mixed ionic and electronic conductors are widely investigated for application as cathodes. Some of these (e.g. $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$) are also stable under reducing conditions, which raises the question, whether they are applicable as anodes. For further optimization of the electrode design and used materials, a more detailed mechanistic understanding of the elementary processes taking place in the electrodes is of high relevance. For mechanistic investigations, thin film microelectrodes are well suited. They have well-defined geometry, sufficient reproducibility and simple and well known electronic and ionic transport paths.

For this work, dense thin films of $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ were prepared on single-crystalline yttria-stabilized zirconia substrates via pulsed laser deposition. Microelectrodes were produced with photolithographic techniques and investigated by means of electrochemical impedance spectroscopy in $\text{H}_2\text{-H}_2\text{O}$ atmosphere. Under reducing conditions, the electric conductivity of $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ strongly decreases, which makes application of a metallic thin film grid necessary. Even with such a current collector, the electronic as well as ionic transport in the electrode cause relevant contributions to the electrode impedance. For detailed insight in the electrode reactions, the resistive contributions from electronic and ionic transport and surface reaction have to be separated and quantified. A novel electrode and metal grid design was developed, where two intermeshing metal finger structures are placed on one single microelectrode. Consequently, two different impedance measurement modes can be applied to one electrode (see Fig.2). The simultaneous fitting of the two derived impedance spectra with one parameter set allows simultaneous acquisition of electronic and ionic conductivity, as well as the oxygen exchange rate and chemical capacitance on one single microelectrode. With this technique it can be verified, that the surface reaction is the rate determining step for thin film electrodes with a fine structured metal grid, whereas electronic transport is limiting when the metal grid size is too large.

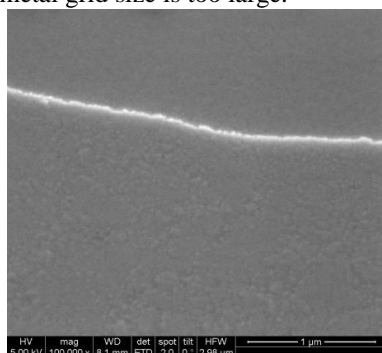


Figure 1. SEM image of the thin film electrode

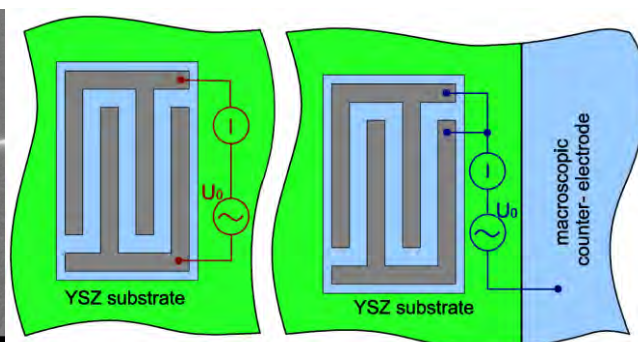


Figure 2. Possible measurement modes: in plane (left), electrochemical (right)

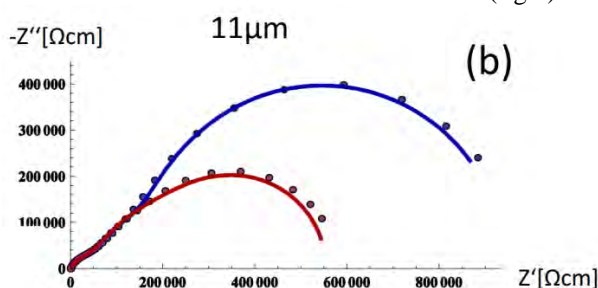


Figure 3. Typical measured impedance spectrum (dots) for in-plane (red) and electrochemical measurement (blue) with fit (solid lines)

NGA NGUYEN

Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam
RWTH Aachen, Germany

EDUCATION AND TRAINING FOR BETTER SAFETY COMPETENCE: EXPERIENCES FROM GERMANY TO VIETNAM

Introduction

Research on risk management [1], [2], [3], [4] showed human behaviors are main reasons for incidents and fatal accidents in mining industry, especially in underground coal mines. According to [5], there are no new accidents, just other people repeating the same mistakes. Therefore, it is necessary to invest in sharing and training as effective risk management is not just technical solutions and it would be helpful for people to learn of lessons before the incidents/accidents occur. Education and training, then, become a key for risk management and help to promote the human behaviors to get better results in occupational safety and health management.

Training in RAG for better risk management

RAG is a unique hard coal mining corporation in Western Germany. To reach their target of “Zero – accident”, during the last twenty years they have been playing hard efforts on education and training, to change the thinking and behaviors of their staff and workers [6]. Managers in RAG understood that their labor force is the critically important resource [7], thus, in their education and training programs, learners are always put into the central

positions. Training methods that are usually chosen are participatory training methods, such as: Mesocard¹¹ [8], Goal-oriented project planning¹² [9], Discussion method [10], Case study method etc. The role of the trainers is also gradually changed. Teachers/lecturers/trainers change their roles from (1) teacher, to (2) coach, leading to (3) motivation, and (4) mentor. This means they also change from the central role to the position of supporters who observe and give advice to the participants during the training [11].

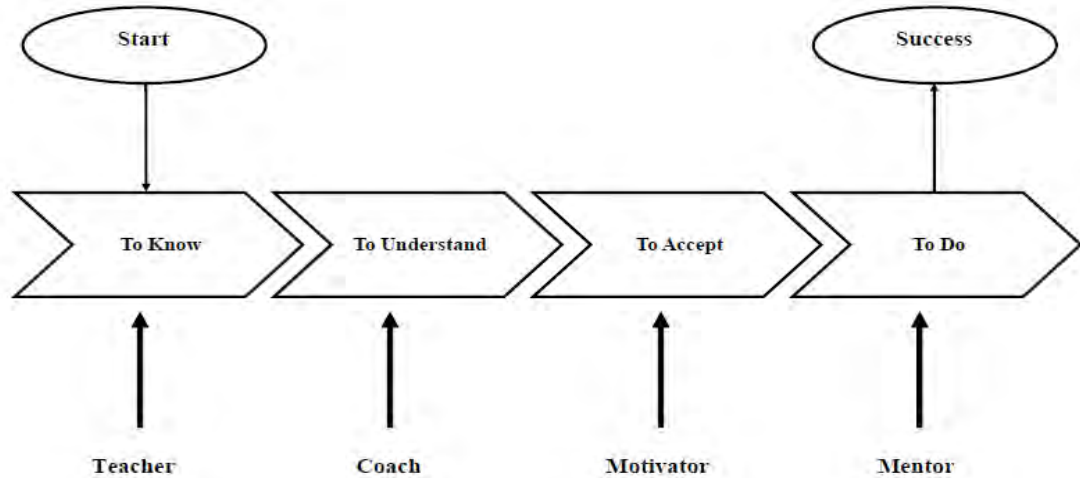


Figure 1. The four steps to behavior change (Adopted by M. Füllemann, 2011)

By the efforts and commitment in trainings, RAG have achieved tremendous outcomes in risk management and raising safety competence: the rate of incidents and accidents were mainly controlled and thus, the productivity has been increasing [12].

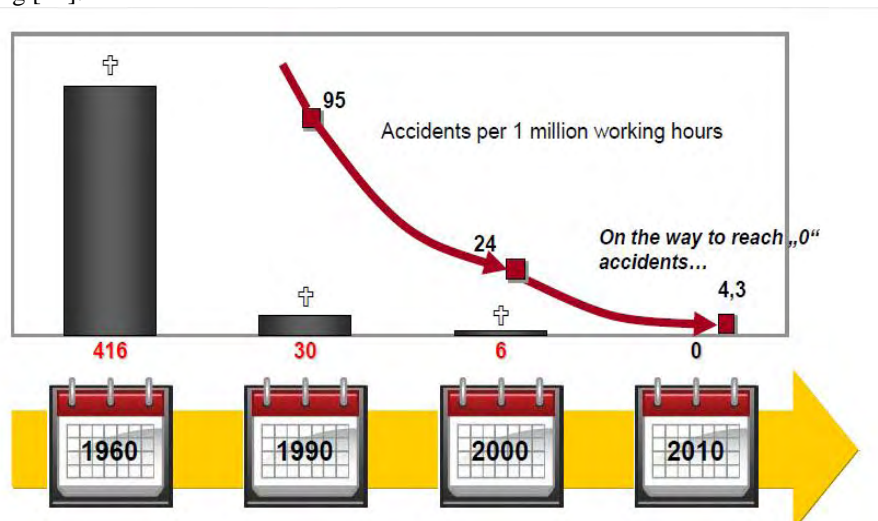


Figure 2. Decreasing of accidents per 1 million working hours in German Hard Coal mining industry (Adopted from D. Mantwill, 2011)

Implementation in Vietnam

In Vietnamese coal mining industry with the representative from the Vietnam National Coal, Minerals Industry Holdings Corporation Limited (Vinacomin), training for better safety competence is also set to priority. However, as education and training in Confucius is a traditionally teacher-centered system, during the lectures learners are quite passive [13]. Thus, for better results of training, it is necessary to change the training methods as well as content of the program. Participatory training methods help to integrate the willingness and ability in risk management [14].

¹¹ A method to communicate by writing cards and sticking them to the wall instead of just talking. This is very productive in conducting brainstorming and planning processes in a group. The basic format consists in a card with a question being taped or pinned to a place which is visible to all participants, and all participants responding by writing the answer/comment/proposal on the cards, all of which are then read aloud and pinned or taped to the wall.

¹² The approach provides a systematic structure for planning, set targets, analysis, allocation human resources of projects (of tasks, in seminars) in a workshop, with principal target groups.

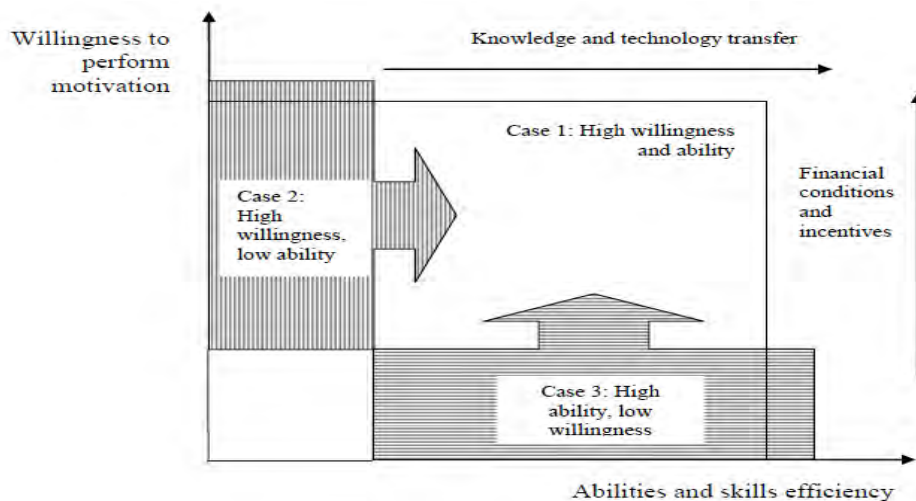


Figure 3. Model of relationship between willingness and ability in risk management

In a pilot program in frame of the doctoral program to transfer the risk management system from German hard coal companies to Southeast Asia, safety training programs that use participatory training methods were applied in different underground mines (Vang Danh Joint stock Coal Company, Ha Lam Joint Stock Coal Company and Company 86 of the Dong Bac Corporation) in Vietnam.

After the seminars, to the participants, they could gradually change their attitudes, behaviors and performance at workplaces. As most of the participants had never had such opportunities to participate in those seminars or similar training courses, they were totally impressed and persuaded by the effectiveness of the structure and participatory training methods. Consequently, participants gradually integrated into the theoretical inputs by sharing their experiences from the reality of the production, and giving clear and focus answers with appropriate explanation and clear arguments. The inherent hesitancy in speaking, discussing with higher level managers and making presentation in front of a group (of strange people) was steadily faded. Guidelines of teamwork were quickly comprehended by participants; simultaneously, their teamwork skills were implemented during seminars. Reasonable break-times were also considered as advantages, as in such atmospheres, the participants did not feel stressful but looked forward to the upcoming sessions in which they could learn new knowledge and share their ideas and experiences. As a matter of fact, when participants could raise their ideas and were listened to, they found that they were being treated equally and respected. This would really motivate them to contribute more intensively for the improvement of the training programs (not only for their sakes but also for other colleagues' as well). After the seminars, the participants were intrinsically motivated. Consequently, they would improve their work in the workplaces and get ready to share what they had learnt in the seminars with other colleagues. Practical sessions and rehearsals in fact helped them to better understand the theoretical inputs, and then they could form their own skills and apply to the safety at work.

Conclusion

Across the boundary of the pilot program, the usages of the training methods adopted from Germany could be widely applied with the supports of the Vietnam National Coal, Minerals Industries Holding Corporation Limited (Vinacomin) in frame of the Project "Technological renovation and modernization in mining industry to 2015, outlook to 2025" with the subtheme "Research on current situation and suggestion for the improvement of effectiveness in state authorities of the Vietnamese mining industry". These could be considered the valuable contribution for the improvement of safety competence, safety at works and risk management.

Reference

1. W. Hermülheim, R. Schumachers, C. Dauber (2009), Occupational health and safety and hazards control in coal mines, Mining reporter online, Vol 1 2009
2. M. Stenzel (2010), Safety and health management systems – Experiences from Germany and Europe, Presentation in the strategic conference: Prevention – risk management – social security: "The Seoul – roadmap towards better safety and health at work", in frame of the National Safety Week, Hanoi, Vietnam, March 2010
3. Q. H. Phung et al. (2010), Surveillance and assessment the state – of – the – art in occupational accidents caused by violence discipline of labors in coal collieries. Solutions for minimization of occupational accidents (pilot program in some business units) (Vietnamese)
4. Vietnam National Coal, Minerals Industries Holding Corporation Limited, Annual Occupational safety and health report
5. K. Myers (2012), Major hazards and process safety: sharing good practice and lesson learned, Presentation in the International conference on occupational safety and health and the 2nd ASEAN labor inspection conference: Promoting decent work: Occupational safety and health, preventions and labor inspection – challenges

and solutions, Dong Nai, Vietnam, March 2012

6. D. Mantwill (2007), Fortbildungs- und Entwicklungsmaßnahmen für Mannschaften und Führungskräfte am Beispiel des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes im deutschen Steinkohlenbergbau, Presentation in Conference on safety in mine and quarries, Hanoi, Vietnam, September 2007

7. D. Mantwill (2011), Der Mensch ist der Schlüssel zum Erfolg: The accident – free mine: illusion or reality?, Presentation in ISSA Mining Symposium „Safety and Health in Mining“ within the World Mining Congress, Istanbul, Turkey 2011

8. J. Meyer – Stamer (2005), How to conduct a PACA Exercise (PACA: Participatory Appraisal of Competitive Advantage), Mesopartner local economic delivery, Version 5.1

9. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (1997), Ziel Orientierte Project Planung - ZOPP

10. M. D. Gall, M. Gillett (2001), The discussion method in classroom teaching, Theory into practice, Vol. 19 No. 2, p.99

11. M. Füllemann (2011), The four steps to behavior changes: The role of management, Presentation in Workshop on safety culture, risk management, competence and training, Quang Ngai, Vietnam, March 2011

12. J. Kretschmann, N. Nguyen (2010), Some aspects of transferring risk management system from German mining companies to South East Asia, Presentation in the strategic conference: Prevention – risk management – social security: “The Seoul – roadmap towards better safety and health at work”, in frame of the National Safety Week, Hanoi, Vietnam, March 2010

13. T.H.N. Pham (2011), Communication with Vietnamese in intercultural contexts: insights into Vietnamese values, Vietnam Education Publication 2011

14. J. Kretschmann, N. Nguyen (2011b), Managing risks in mining: Safety for social sustainable development, The 5th international workshop and conference on earth resources technology (5th IWCERT), Malaysia, May 2011.

T. SCHLOTHAUER, G. HEIDE
TU Bergakademie Freiberg, Germany

CHEMICAL COMPOSITION AND THERMAL STABILITY OF SHOCK-WAVE SYNTHESIZED SPINEL-TYPE GAMMA-SILICONNITRIDE

Introduction

The interesting field of shock-wave-synthesis of high-pressure phases concerns not only material sciences, also geoscientists (geophysics, impact research, mineralogy and much more) profits from this method.

Predicted in the year 1939^[1] the first phase transitions under shock wave loading were measured for iron^[2] and bismuth^[3] in the middle of the last century. For the shock-wave-synthesis are experiments with complete sample recovery were used with different experimental equipment opposite to the methods to measure the Equations of State. To recover the phases in her high-pressure-state a metastable behavior under ambient conditions is required.

The first successful and (partially commercially usable) method for high-pressure phases of greater commercial interest was the shock-wave-synthesis of diamond^[4], followed by cubic boron-nitride^[5]. A very interesting material was discovered in the year 1999, the cubic siliconnitride with spinel structure, also called γ -Si₃N₄^[6]. Only one year after the first synthesis with static methods (Multi Anvil Press MAP^[7]) follows the shock-wave-synthesis of this interesting high pressure phase^[8]. It shows a high hardness^[9] and an excellent thermal stability, measured on phases synthesized with static methods^[10] and also a good stability against acids, especially nitric acid and partially against fluorhydric acid^[11].

Despite the fact that the synthesis of high-pressure-phases with the impedance method is a commonly used tool^[11-13] the effects of fluid impurities in the starting materials (Cl, H₂O,...), the influence of oxygen and also the behavior of the high pressure phase during the preparation process is not well investigated.

The synthesis conditions of the γ -Si₃N₄ and the used precursors are described elsewhere^[13]. In the therein described cases the H-bearing precursor Si₂N₂NH (Siliconnitride-imide, so called “Baysinide”^[14]) with different oxygen contents was used. Because it is well known that this precursor may contain larger contents of chlorine with negative influence on manufactured sintered siliconnitride products^[15] it is necessary to analyze the chlorine contents also in the obtained high-pressure phase. Because the shock-wave synthesis Freiberg is able to synthesize sample masses from 0,5 to 6,6 gram per experiment the analysis of the high pressure phases with conventional methods is possible.

Analytical methods

For the measurement of particle size and particle shape the TEM JEM 2010 FEF (JEOL) with ultrahigh resolution objective lens (Cs=0,5mm) with in-column energy filter was used.

The qualitative IR-spectroscopy was performed with a NICOLET 380 FT-IR (Thermo Electron Corporation) in the transmitted light with conventional KBr-compacts.

The XRD-measurements were performed with the diffractometer Seifert URD 6.5, Cu-K α -radiation, graphite-monochromator and horizontally divergence slit (4 mm) and a vertically divergence slit of 0,79 mm under

an acceleration voltage of 40 kV and a current of 30 mA.

For the TG-MS a heater STA 409 CD with quadrupole mass spectrometer QMS 403 C Aëolos (Netsch group) was used. The samples were heated up to 1300°C under vacuum for the analysis of the fluid phases and up to 1100°C under air for the measurement of the thermal stability. Simultaneously the mass loss was measured.

Results

HR-TEM

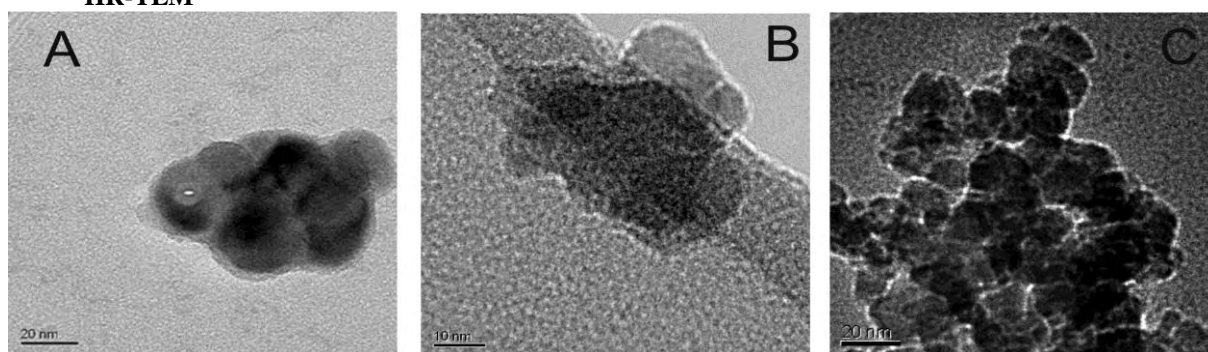


Figure 1. HR-TEM-images of the synthesized nitrides (defocus), A: Small cluster of g-Si₃N₄-grains (Diameter < 100 nm); B: 50-nm-cluster of g-Si₃N₄; C: large sintered aggregate of nitrides

The results of the HR-TEM investigations are given in Figure 1. The diameter of the single grains varies between 10 and 40 nm, the shape of the grains is in every case rounded without crystal faces. The grains form clusters with a diameter in the nano- and sometimes in the microscale.

FT-IR

Because the presence of phases with the NH₄⁺-ion is possible the IR-spectroscopy was preferred to identify these phases. Because after the etching-process with HNO₃ it will be possible that the NH₄Cl and NH₄NO₃-phases will be solved γ -Si₃N₄ was especially for this investigation synthesized with the reflection method^[16] and with pure Baysinide. After the experiment it was possible to separate two distinct phases, a white powder from the piston and a grey powder directly from the cavity in the top of the piston.

The results of the FT-IR-spectroscopy are given in figure 2.

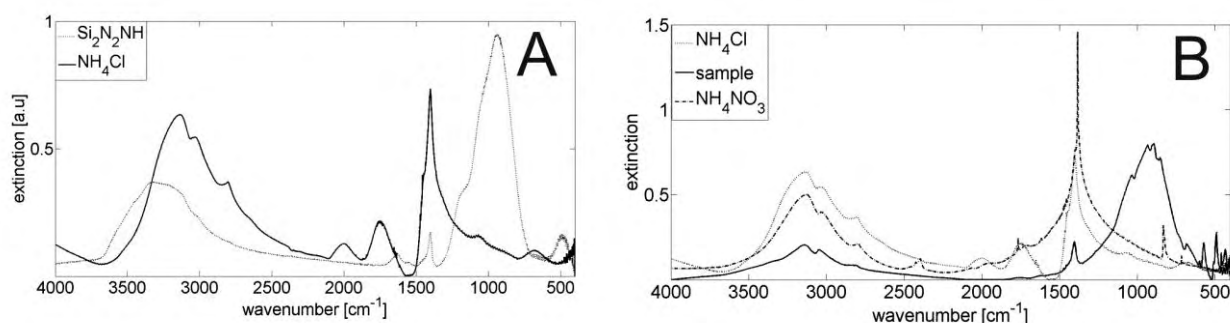


Figure 2. Comparison of the Precursor with ammoniumchloride NH₄Cl (A) and the comparison of the white synthesis product with ammoniumnitrate NH₄NO₃ and ammoniumchloride NH₄Cl (B)

The typical adsorption band for NH₄⁺ at 1400 cm⁻¹ is in both spectra visible, but the vibrations at 1752 cm⁻¹ and 2000 cm⁻¹, typical for NH₄Cl lacks especially in the IR-spectrum of the shocked sample (Fig. 2B). The strong vibrations near 1000 cm⁻¹ in the precursor (Fig. 2A) and in the shocked sample (Fig. 2B) are SiO₂-typical bonding vibrations (stretching 1100 cm⁻¹, bending 800 cm⁻¹)^[17].

For a comparison of the shocked sample in Fig. 2B with pure γ -Si₃N₄ its spectrum is given in Fig. 3 with its typical vibrations at 900 cm⁻¹ and 740 cm⁻¹ (tetrahedral vibrations) and at 680 cm⁻¹ (octahedral lattice vibration)^[18].

TG-MS

To evaluate the Cl-contents in the sample it is necessary to compare the known chlorine isotopes ³⁵Cl and ³⁷Cl

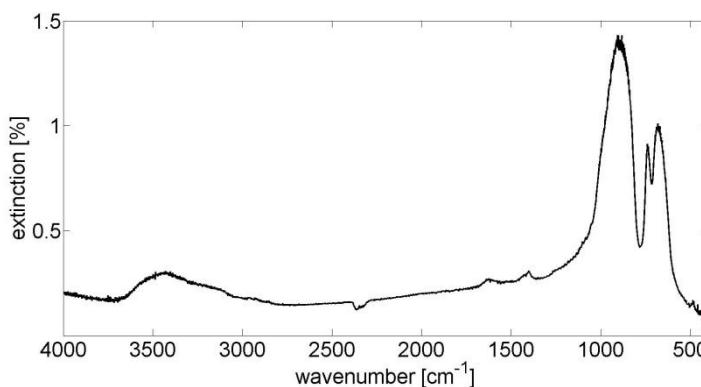


Figure 3. IR-spectrum of pure γ -Si₃N₄

together with hydrogen chloride ^{36}HCl and ^{38}HCl in the precursor and in the shocked siliconnitride (Fig. 4). For this work the most common chlorine isotope (^{35}Cl) and the most common hydrogen chloride (^{35}HCl) will be used.

In the precursor chlorine and hydrogen chloride are surely detectable opposite to the high-pressure phase $\gamma\text{-Si}_3\text{N}_4$ with a maximum intensity 3 magnitude lower compared with the Baysinide.

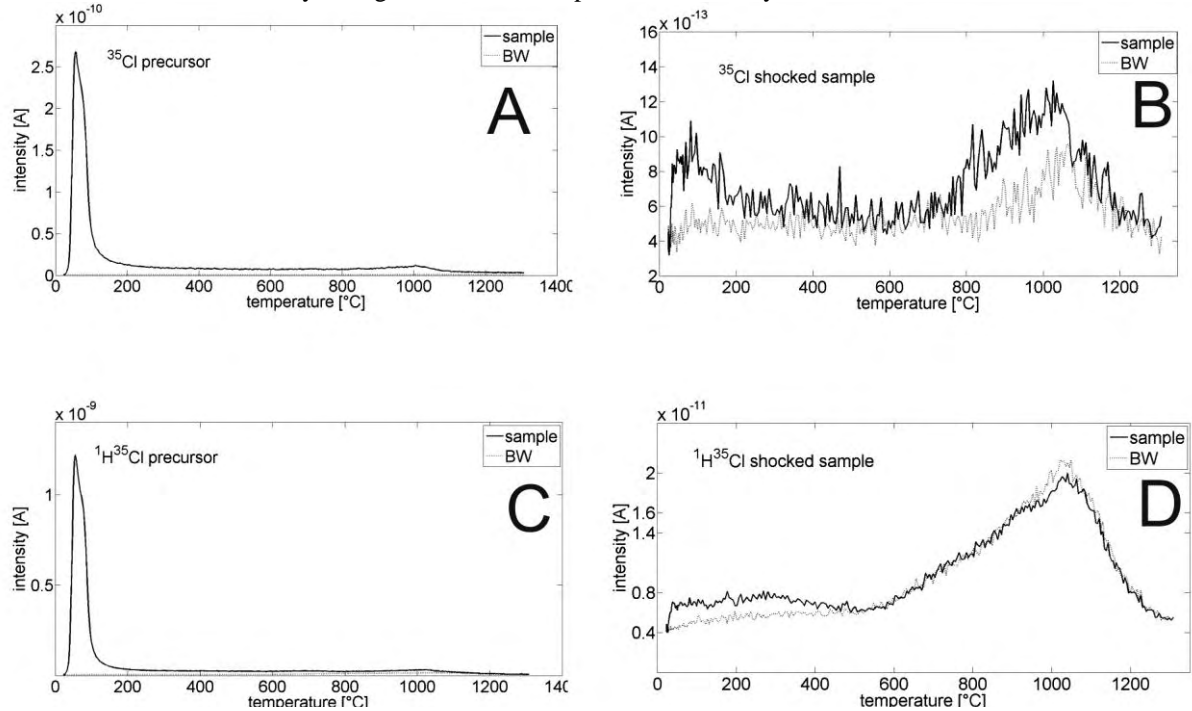


Figure 4. Results of the TG-MS analysis for the precursor (A and C) and for the shocked sample (B and D)

Thermal stability

The results of the TG-MS-measurements are given in figure 5.

The high-pressure phase show a great stability up to 1300°C under vacuum und up to 1100°C under air, the technical limits of the technical equipment at the TU Bergakademie Freiberg.

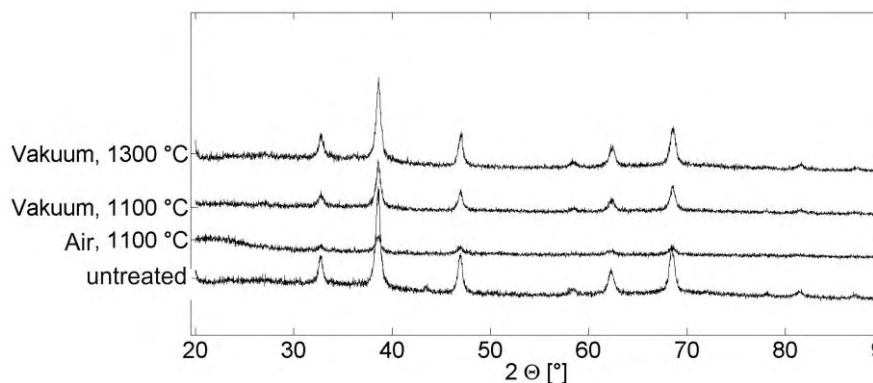


Figure 5. XRD-pattern of heated $\gamma\text{-Si}_3\text{N}_4$ compared with the untreated high-pressure phase

Conclusions

The obtained shock-wave synthesized samples show a grain size in the nanoscale, but partially with larger aggregations formed by sintering effects. The NH_4Cl -contents in the shocked samples are below the detection limit for the FT-IR-spectroscopy. In the TG-mass-spectroscopy chlorine and hydrogen chloride are also not sure detectable opposite to the low pressure phases obtained von the same precursor Baysinide. The $\gamma\text{-Si}_3\text{N}_4$ shows a high thermal stability similar to those obtained with static methods and larger crystallites and lower oxygen contents.

References

1. H. Schardin, Physikalische Vorgänge bei hohen Belastungen und Belastungsgeschwindigkeiten 1939. Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung ; H. 40
2. D. Bancroft, E. L. Peterson, S. Minshall, J. Appl. Phys 1956, 27, 291.
3. R. Duff, F. Minshall, Phys. Rev 1957, 108, 1207.
4. P. S. DeCarli, Method of making diamond - Patent 3238019 1966,
5. Adadurov, G. A, Bavina, T. V, Breusov, O. N, Drobyshev, V. N, Messinev, M. J, Rogacheva, A. I,

Ananiin, A. V., Apollonov, V. N., Dremine, A. N., Doronin, V. N., Dubovitsky, F. I., Zemlyakova, L. G., Pershin, S. V., Tatsy, V. F., Method of producing diamond and/or diamond-like modifications of boron nitride - Patent 4483836 1982,

6. A. Zerr, R. Riedel, G. Miehe, G. Serghiou, M. Schwarz, E. Kroke, H. Fueß, P. Kroll, R. Boehler, *Nature* 1999, 400, 340-342.
7. M. R. Schwarz, *J. Phys.: Conf. Ser* 2010, 215, 12193.
8. H. He, T. Sekine, T. Kobayashi, H. Hirosaki, I. Suzuki, *Physical Review B* 2000, 62, 11412- 11417.
9. M. R. Schwarz, High pressure synthesis of novel hard materials: Spinel-Si₃N₄ and derivatives, Kassel Univ. Press, Kassel 2003.
10. J. Z. Jiang, F. Kragh, D. J. Frost, K. Ståhl, H. Lindelov, *J. Phys.: Condens. Matter* 2001, 13, L515.
11. T. Sekine, H. He, T. Kobayashi, K. Kimoto, M. Mitomo, Spinel Type Sialon, Spinel Type Silicon Oxinitride and Methods for producing their Powders, Patent US 2002/0045529 A1 2002.
12. A. Deribas, V. Silvestrov, A. Yunoshev, *Materials Science Forum* 2004, 465-466, 113- 116.
13. T. Schlothauer, M. R. Schwarz, M. Ovidiu, E. Brendler, R. Moeckel, E. Kroke, G. Heide, in *Minerals as Advanced Materials II* (Ed.: S. V. Krivovichev), Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg 2012, p. 375.
14. Bayer AG, Markeninformation 397549474 BAYSINID (1997),
15. G. Wötting, Sintered Silicon Nitride, Components made therewith, specially Valves, Methods for the Production and use thereof 1998, Patent WO 98/045226
16. H. Sugiura, R. Ikeda, K. Kondo, T. Yamadaya, *J. Appl. Phys.* 1997, 81, 1651.
17. M. Handke, W. Mozgawa, *Vibrational Spectroscopy* 1993, 5, 75.
18. R. Jeanloz, *Phys. Chem. Mineral* 1980, 5, 327-341.

R. STUDNICKI, L. SKOCZYLAS, P. OKAS, P. SZEMLA

AGH University of Science and Technology, Poland

PROJECT AND IMPLEMENTATION OF DISTRIBUTED AND EMBEDDED DATA COLLECTION AND MANAGEMENT SYSTEM - "OPENCUBEWARE"

Introduction

Speedcubing, according to Wikipedia is an activity of solving different twisty puzzles and especially the Rubik's Cube as fast as possible. Despite the fact that it has not been yet considered as a sport, many hobbyists gathered around it in recent years. As a consequence, the way of running competitions was formalized and an organization that controls them - *World Cube Association* was formed. That way of spending free time is constantly gaining in popularity. In 2011 305 official competitions were organized around the world in comparison to 226 that were held just a year earlier.

Because the whole community works on it's own and a non-profit organization's achievements, it is often really hard for potential organizers to organize a speedcubing event. Among others the main difficulties are: looking for some volunteers willing to help in judging and scrambling or finding the funds for prizes. An additional difficulty is lack of an automatic competition management system. In order to make organization of speedcubing competitions easier, the idea of creating an open-source project that would meet every organizer's needs was born. The main goal of such a system is to allow everyone organize a competition in an easy, professional manner with not too demanding technical requirements.

Related work

Systems that have been used so far during speedcubing competitions provided only one functionality or needed manual operation. The easiest and most popular method was using spreadsheet that was prepared by WCA. This method, besides manual data entering, doesn't allow for results presentation in reasonable time. The first semi-automatic system was introduced in 2006 during Polish Open 2006 in Wadowice, Poland made by one of co-authors of this paper, Rafal Studnicki [1]. It allowed for automatic management of rounds in every event, real-time results presentation at the venue, results presentation via website with one minute delay and more. It was used, among others, during World Championships 2007 in Budapest, Hungary and 2009 in Duesseldorf, Germany.

Another, more advanced system that allows for global competitor database access and a way easier results input is solution published in 2012 by Lus J. Ianez - *Cubecomps* [2]. Many competitions every week are held with help of this system.

Because each of previous systems needed manual results input, it was simply done by retyping them from the hand-written scorecards. Such an approach generated many errors in terms of incorrect result interpretation, type of penalty used, competitor identification or even selection of event.

System architecture

Designed and implemented system consists of three layers depicted by figure 1:

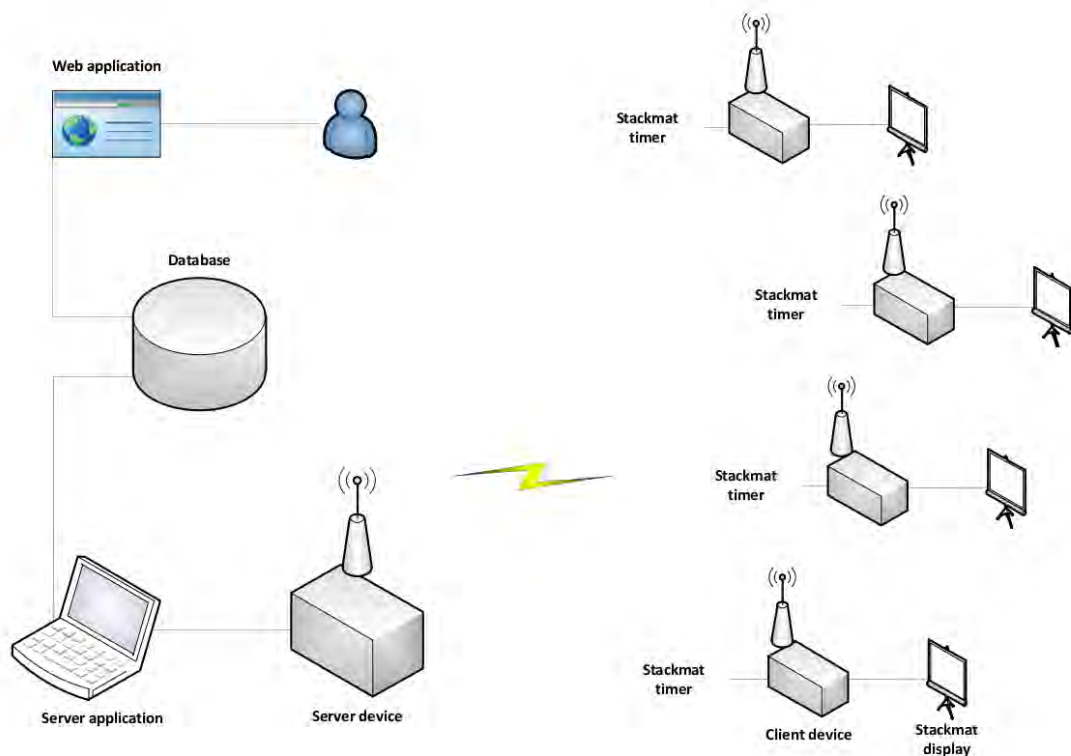


Figure 1. Opencubeware system architecture

Client - *papillon*

The hardware layer, that works in terms of hard-real time system, is served by client modules, called *papillons*. They ensure the interaction with competitors, collect data from timing devices and let judges accept the result, use proper penalty or disqualify a solve. The device has been designed and implemented as an independent electronic circuit which is rechargeable and communicating wirelessly with the server.

The heart of the device is an 8-bit microcontroller - ATmega8. It was chosen because of its relatively high capabilities to price ratio. Please see [3] for more details. The device responsible for timing, according to WCA rules, is Stackmat [4]. An interface provided with the device allows to connect a Stackmat to system. Included output slot allows to show the current result on Stackmat's dedicated display. Competitor identification is made using RFID unique cards. RFID 125 kHz standard allows for card reads when distance to card is up to 0.5 m [5]. In this case such distance has been reduced to 15 cm on purpose in order to avoid accidental reads.

Communication with server is done wirelessly using the RFM70 module. It works at 2.4 GHz frequency, provides 60 m range in open space and provides error correction mechanism. User interaction is done by a LCD display [6] and 3 buttons. Everything is packed in a small, plastic case.

Server - *hareng*

The server side, which is a bridge between software and hardware layer and also a bridge between parts of system that have hard and soft-real time properties consists of two elements: a computer application and a device for data collection. Design of the device is similar to the client's device. The central element of it is ATmega8 microcontroller with RFID and RFM70 modules connected to it. Thanks to the FT232 module (that ensures UART to USB conversion) a communication between the device and computer is possible, through USB 2.0 link. The server application is the central unit for the whole environment (which equals to one stage during competition) and allows for data collection and works as a server for RFID cards. It may work in two modes: registration and competition. The first one uses the *hareng* module as a contactless cards reader and provides competitors edition as well as cards assignment. The latter one is used while competition is in progress and its goal is to exchange data with client devices. Then the application allows to check devices' battery level, to switch on and off devices' backlight and to send any alert message to any of *papillons*.

Livescoring

The livescoring layer which goal is to show results in many ways is a software and soft-real time layer. It can be later divided into two sublayers: local and remote. The first one's task is to show results at the venue during the competition, the latter one's to present them via Internet. Because of the fact that the competition may take place at several stages in parallel usage of several server devices (nodes) might be needed. In such a case synchronization between them is needed in order to ensure results availability in one, central point which task is presentation of results. It's possible thanks to the continuous replication mechanism implemented in *CouchDB* database. For more details please see [7]. In such a case, when every node is responsible for data independent of the rest, replication is made in master-to-master fashion for every pair of nodes. As a consequence, every database will have its own copy

of whole data.

Because potential results viewers may be scattered around the world the decision to distribute the data geographically was made. In that case also replication mechanism is used, however one of the local nodes is involved as it becomes master and all remote nodes become slaves. In both local and global environments results presentation is done by the web application which has been written in HTML and JavaScript. Data is fetched by *REST* interface from one of the nodes, either in local or global network, which is exposed by *CouchDB* database. Data fetching in real-time is done using *WebSockets* and *Long-polling* technologies.

Summary

In this paper, the design and way of implementation of distributed, dedicated, embedded data collection and management system *opencubeware* was presented. It provides significant improvement in process of conducting speedcubing competitions. Without any further modifications the system may be used in other competitions that use Stackmat timer for timing purposes (e.g. Sport stacking). Moreover, even with minor changes it can be used in other sports events where easy to use wireless communication is desired.

The system is fully scalable. It can be used in exactly the same way during both small and large competitions (like World Championships). Tests performed during Grudziadz Open 2012 and Polish Open 2012 in Bialystok proved that system does its job, allowing for running competitions more efficient and less error-prone.

References

1. WCA. Score tools. <http://worldcubeassociation.org/score-tools> [available: 2013-02-15].
2. Luis J. Ianez. Cubecomps. <http://cubecomps.com/> [available: 2013-02-15].
3. Atmel. ATmega8(L) datasheet, 2011. <http://www.atmel.com/images/doc2486.pdf> [available: 2013-02-15].
4. Speed Stacks. Stackmat. <http://www.speedstacks.com/store3/retail/speed-stacks-stackmat-pro-timer/> [available: 2013-02-15].
5. Dorte Muller Klaus Finkenzeller. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication. Wiley, 2010.
6. HITACHI. HD44780U datasheet, Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver. http://www.stanford.edu/class/ee281/handouts/hd44780_lcd_controller_datasheet.pdf [available: 2013-02-15].
7. J. Chris Anderson, Jan Lehnardt, and Noah Slater. CouchDB: The Definitive Guide Time to Relax. O'Reilly Media, Inc., 1st edition, 2010.

VASANT CHALLAPALLY

The University of Western Ontario, Canada

THE IMPORTANCE AND FUTURE OF TECHNOLOGIES THAT USE CARBON NANOTUBES IN THE EFFICIENT STORAGE AND CREATION OF ENERGY

In the efficient storage and creation of energy, there are three leading carbon nanotechnologies: solar panels, paintable batteries, and electric double layer capacitors. The value of each nanotechnology is compared to a similar non-nanotube technology, and to the other nanotechnology. All carbon nanotechnologies were found to be not valuable compared to their counterparts, and were found to not be valuable in the near future. All-carbon solar panels were found to be the most promising of these technologies and suggestions to investors are discussed to invest in this nanotechnology. Suggestions are discussed to researchers as to topics that could be researched to increase the effectiveness and decrease the cost of these nanotechnologies.

Discussion

There are three leading technologies in the creation and storage of energy: solar panels, paintable batteries, and electric double layer capacitors. The importance of each technology is judged relative to the other and that which already exists in the relevant industry. To compare these technologies, a mathematical model is developed. The variables in this model are the effectiveness and cost of the technology and the manufacturing ability to produce the technology.

To compare the nanotechnologies to a similar product in the industry, an equation is established to represent a relative measurement of value that the nanotechnology can provide to society. The value of the nanotechnology can be compared to that of the non-nanotechnology. The equation accounts for efficiency and cost, in that the value the technology can provide to society is its efficiency per unit cost. The more efficient the technology is, the more useful it is as more productivity is generated with the same time and the more costly it is, the less useful it is because less people are able to access it. The equation is:

$$V = \frac{E}{C}$$

Where E is efficiency (no dimensions) and C is cost(\$/kg). The costs considered are just estimates of the

materials needed to create the technology. Only the cost of the component that is being replaced in a technology with carbon nanotubes is considered. This can be done because in the 3 technologies, the portion is a large portion of the technology, so the cost of that determines a large part of the material cost. Also, the portion that is being replaced is usually the only piece different from the nanotechnology and the industry technology, so when comparing the costs only the part being replaced needs to be considered. To discuss the cost, it should be known that carbon nanotubes cost 100\$/kg (Van Noorden, 2011).

To actually make the comparison between the nanotechnology and that which exists already, the value of the nanotechnology should be divided by the value of the industry technology. The greater this ratio is, the more value the nanotechnology can provide relative to the industry technology, and thus, the more likely it is to be successful.

Finally, the manufacturing ability is considered. The manufacturing ability is a ranking from 1 – 3 of these materials, where the higher the value corresponds to better ability. It encompasses the ability to produce the product within current manufacturing processes, technologies and safety regulations, and compares the manufacturing process of the similar non-nanotube technology to that of the nanotube technology. The manufacturing ability is multiplied with the ratio because multiplying a ranking to an empirically calculated value does not distort the true final value. The final equation is:

$$Final = M \times \frac{V_{nano}}{V_{industry}}$$

Where M is the manufacturing ability. The final calculations and results of these two equations can be found in Table 1: Data and Calculated Results.

Carbon nanotubes have been used in creating all carbon solar panels. (Ramuz & Co.) A basic solar cell is made of electrodes and an active layer, where the electrodes are made of conductive metals and indium tin oxide (ITO) and the composition of the active layer varies (Gaynor, 2009). The entire solar panel was replaced with carbon elements, particularly with carbon nanotubes in place of the active layer. The efficiency of these all carbon panels is 0.46% under standard illumination AM1.5. (Ramuz, M. & Co., 2012). The materials to make a very efficient solar panel (22%), copper indium gallium selenide (CIGS), needed are very expensive, particularly the largest portion of this panel, indium tin oxide (725\$/kg) (Sigma-Aldrich, 2013). The manufacturing process to make these all-carbon solar panels are readily available, such as roll-to-roll manufacturing, and current manufacturing technologies can handle the solution processes of nanotubes (Ramuz, M. & Co., 2012). However, to layer three separate layers of nanotubes (anode, cathode and the active layer) without error is more difficult than to layer the three layers that have separate materials, such as in CIGS solar panels. Therefore, solar panels deserve a 2 in manufacturing ability.

Carbon nanotubes have been used in creating rechargeable paintable Lithium-ion batteries. Batteries are usually composed of an anode charge collector, an anode, a polymer microporous separator, a cathode and a cathode charge collector. Aluminum, for which the cost is 2\$/kg (Index Mundi, 2013), is the most common charge collector in the very prevalent lithium-ion battery (Whitehead & Schreiber, 2005). The positive charge collector for the paintable battery is replaced with purified single-wall carbon nanotubes with carbon black particles.

The paintable batteries are comparable with the voltage, power and current of actual lithium-ion batteries. Therefore, the efficiency of these batteries is similar to that of lithium-ion batteries. The technology to make paintable battery is still being developed, while that of a lithium-ion battery is already pretty established, and the safety regulations required for the production is very stringent as the paint materials are toxic, corrosive and flammable (Singh & Co., 2012). The manufacturing ability is 1, the lowest of the three technologies.

Carbon nanotubes have been used in Electrical double layer capacitors (EDLC). EDLCs are energy storage devices that use both layers of charge on an electrode in an electrolyte with voltage applied to it. The electrode is usually a highly porous carbon, for which the cost is around 1\$/kg (Van Noorden, 2011), material. The new technology uses carbon nanotubes for this electrode, which significantly increases the area of the charged layer for the same amount of material and reduces irregularities in the surface of the electrode, which both increase the efficiency and storage capacity of the EDLC.

This new technology is shown to have the 7 times the energy storage capacity of current EDLCs Also, the new technology can be made in any dimensions with the old manufacturing procedure, safety regulations and technologies, allowing excellent manufacturing ability. The manufacturing ability of carbon nanotube EDLCs deserves a ranking of 3.

Table 1

Data and Calculated Results						
Technology	Cost (\$/kg)	Effectiveness	V = E/C	V _{nano} /V _{industry}	M	Final
Nano Solar Panel	100	.46%	4.6 * 10 ⁻⁵	0.15	2	0.31
CIGS Solar Panel	725	22%	3*10 ⁻⁴			
Nano EDLC	100	7	0.07	0.07	3	0.21
Porous Carbon EDLC	1	1	1			
Paintable Battery	100	1	0.01	0.02	1	0.02
Lithium-ion battery	2	1	0.5			

The nanotube solar panel is the most promising nanotechnology to replace the industry technology in the storage and use of energy, while EDLC is the second most promising and the paintable battery has very little chance of delivering any results in the near future. All of the $V_{\text{nano}}/V_{\text{industry}}$ are significantly less than one, showing that the value of carbon nanotechnology compared to the value of other technologies in the storage and use of energy is very low.

Conclusion and Insight

This analysis of the state of nanotechnology in the energy industry has many applications. First, it can help determine the money and time that should be allocated to each of these nanotechnologies. The Nanotechnology in energy storage in 2007 was estimated to be a US\$3.7 billion market by 2011, while nanotechnology in energy creation in 2007 was estimated to be US\$1.2 billion by 2011 (Shapira & Youtie, 2012). Since solar panels have the most likelihood of becoming a viable product, long-term investors or large organisations in these large markets might have a higher chance of return if they invest in this product. Particularly because a cheap, viable alternative to the current expensive solar panels is needed and because effective solar panels can also help solve a lot of the world's problems in energy use and greenhouse gas pollution. However, if the investors are not in either of these markets, it is recommended that they consider other options for investing apart from these technologies since the value that the three considered provide to society is significantly lower than the technologies already available. To make these nanotechnologies more valuable to society, the EDLC needs to be cheaper, the solar panels need to be more efficient and the paintable batteries need to be cheaper. The main reason the nanotechnologies are so expensive is because the cost of carbon nanotubes is so high compared to common materials used in the non-nanotube technology. While the price of carbon nanotubes is expected to decrease to US\$50 by 2020 (Van Noorden, 2011), this is still relatively high. Perhaps more research should be done into cheaper alternatives to carbon nanotubes, or cheaper ways to manufacture them. The efficiency of the solar panels could be improved by more research into different kinds of carbon nanotubes, ones that have slightly different shapes and properties. For example, research into carbon nanotubes that are produced from the arc-discharge method is expected to increase its efficiency from 0.46% to 1%. (Ramuz & Co., 2012). Carbon nanotechnologies could potentially have more impact on the world, and particularly in the energy sector, if these steps are taken.

References

1. Index Mundi (2013). Aluminum Monthly Price - US Dollars per Metric Ton. Retrieved from <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=aluminum>
2. Whitehead, A., & Schreiber, M. (2005). Current Collectors for Positive Electrodes of Lithium-Based Batteries. *Journal of the Electrochemical Society*, 152, A2105-A2113. doi: 10.1149/1.2039587
3. Singh, N. A., Galande, C ... & Ajayan, P. (2012). Paintable Battery. *Scientific Reports*, 2, 481. doi: 10.1038/srep00481
4. Van Noorden, R.(2011). Chemistry: Trials of New Carbon. *Nature*, 469, 14-16. doi: 10.1038/469014a
5. Sigma-Aldrich (2013). Indium Tin Oxide (ITO) Coated Substrates. Retrieved from <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/material-science-products.html?TablePage=9548901>
6. Gaynor, W., Peumans, P. & Lee, J. (2009). Fully Solution-Processed Inverted Polymer Solar Cells with Laminated Nanowire Electrodes. *ACS Nano*, 4, 30–34. doi: 10.1021/nn900758e
7. Ramuz, M., Vosgueritchian, M. ... & Bao, Z.(2012). Evaluation of Solution-Processable Carbon-Based Electrodes for All-Carbon Solar Cells. *ACS Nano*, 6, 10384–10395. doi: 10.1021/nn304410w
8. Shapira, P., & Youtie, Jan. (2012, March). The Economic Contributions of Nanotechnology to Green and Sustainable Growth. *Title of Published Proceedings*. Paper presented at the International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology, Washington DC (9-11).

G. WALCH, A. OPITZ, S. KOGLER, J. FLEIG

Vienna University of Technology, Institute of Chemical Technologies and Analytics, Austria

HIGH TEMPERATURE ELECTROLYSIS ON $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{FeO}_{3-\Delta}$ MODEL-TYPE THIN FILM CATHODES

In order to ensure sustainable energy supply, extending the use of renewable energy carriers is a key issue in today's energy resources management. Since the output of alternative power sources such as wind or solar energy varies strongly, an effective conversion of electrical energy into a storable form (e.g. chemical energy) is highly important. Solid oxide electrolysis cells (SOECs) that operate at high temperature (600-800°C) have the fundamental advantage of being able to reach higher efficiency than electrolysis at lower temperature. SOECs can convert H_2O to H_2 but also the production of CO by electrolysis of CO_2 or even co-electrolysis of H_2O and CO_2 (giving synthesis gas that could be used for Fischer-Tropsch processes) are conceivable. Most current studies on SOECs use solid oxide fuel cells (SOFCs) in reverse mode. However, the "standard" hydrogen electrode material, a porous Ni/YSZ cermet, has shown several disadvantages in electrolysis mode such as stronger degradation and lower activity for H_2O reduction than for H_2 oxidation [1-3]. Acceptor-doped perovskite-type compounds show

electronic as well as ionic conductivity which makes them promising candidates for new SOEC electrode materials. Electrolysis on well-defined model-type thin film electrodes with simultaneous quantification of the electrolysis product offers a powerful method for assessing a material's activity for hydrolysis because the voltage drop at the working electrode (i.e. the energy input) can be related to the amount of product produced.

In this work, electrolysis of water was carried out on a $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{O}_{3-\delta}$ (LSF64) thin film model-type electrode. The cathode was electrochemically characterized while quantifying the produced hydrogen by means of mass spectrometry (MS). Model-type SOECs of about 1 cm in diameter were fabricated: The LSF64 cathode was deposited as a thin film by means of pulsed laser deposition on the electrolyte (yttria-stabilized zirconia). The porous counter electrode made from $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$ was deposited on the bottom of the samples as a slurry and sintered subsequently. The SOECs were then measured in a sample holder featuring two different gas chambers for anode and cathode. Current-voltage and impedance measurements were performed. In order to obtain the cathode's DC resistance, the electrolyte resistance extracted from the impedance measurements was subtracted from the total resistance. The resistance of the porous anode was shown to be negligible. Due to slight leakage between the two gas chambers, oxygen was present on the cathode side. The effect of not only producing hydrogen but also pumping oxygen through the cell could be taken into account by quantifying both the oxygen decrease and the hydrogen increase on the cathode side. From the gas concentrations measured by MS the current was calculated via Faraday's law and compared to the electrically measured current, which were in good agreement (see Figure 5.).

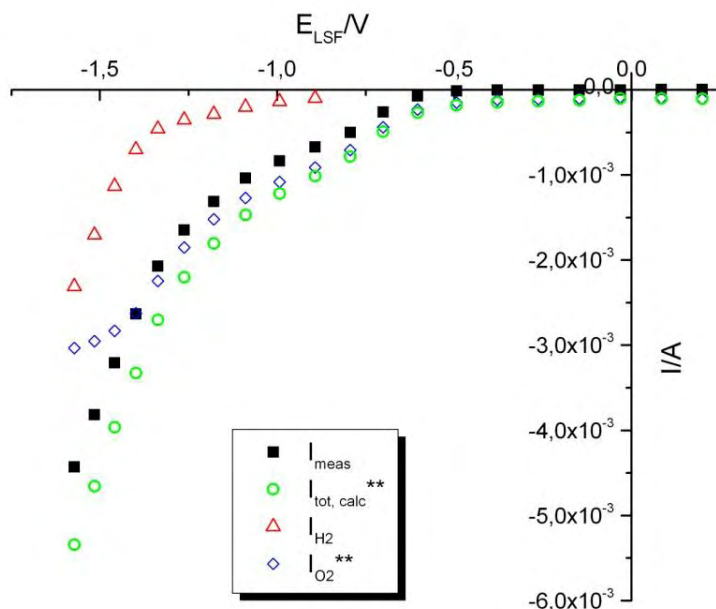


Figure 5. Current-voltage curves. The current calculated from the increase in hydrogen (red triangles) and the current calculated from the decrease in oxygen (blue diamonds) give the total calculated current (green circles) which is in good agreement with the electrically measured current (black squares).

References

1. Momma, A.; Kato, T.; Kaga, Y.; Nagata, S. Polarization behavior of high temperature solid oxide electrolysis cells (SOEC). *Nippon Seramikkusu Kyokai Gakujutsu Ronbunshi/Journal of the Ceramic Society of Japan* 1997, 105, 369–373.
2. Marina, O. A.; Pederson, L. R.; Williams, M. C.; Coffey, G. W.; Meinhardt, K. D.; Nguyen, C. D.; Thomsen, E. C. Electrode Performance in Reversible Solid Oxide Fuel Cells. *Journal of The Electrochemical Society* 2007, 154, B452–B459.
3. Hauch, A.; Ebbesen, S. D.; Jensen, S. H.; Mogensen, M. Solid Oxide Electrolysis Cells: Microstructure and Degradation of the Ni/Yttria-Stabilized Zirconia Electrode. *Journal of The Electrochemical Society* 2008, 155, B1184–B1193.

WATHUTO KATLEGO RANNA
University of Leeds

NANO PARTICLES AND COLLOID SURFACE CHEMISTRY IN MINERAL PROCESSING AND WASTE WATER TREATMENT

This paper reviews nanotechnology and colloidal surface chemistry principles and their applications in mineral sustainability. The ideal solution for sustainable mineral processing is one that balances profit, economic development, minimal negative environmental impacts etc. Rankin (2011) refers to sustainable development as the satisfaction of present day need without compromising the needs of future generations. This is an approach that is difficult to maintain in today's real world mining practice, you find most companies wanting to exploit as much of the valuables as the possibly can. Sustainability is a widely desirable paradigm but there is very little understanding and practice of the concept in mineral development (Rankin, 2011). Over the years, researchers have come up with different technologies and ideas to lead to better practices with respect to mineral and energy resources (Rao, 2003).

One of the recent findings and practices that is a beneficial application of sustainable mineral development involves “Colloidal surface chemistry” and will be discussed in this paper and its application in froth flotation will be explained, it maximise resource usage and minimise waste production to ensure local communities.

Theory

Biggs (2012) explains that the finely divided material tends to have high surface energy therefore are thermodynamically unstable. Colloidal stability is normally achieved due to a balance between attractive and repulsive forces (Biggs, 2012). Colloidal particles tend to interact with each other due to the Brownian motion, gravity and other forces (Malvern, 2012). These collisions may result in coagulation if the van der Waal’s forces between colloids are stronger than any counteracting forces consequently the colloid system will be destabilised. A stable colloidal system is said (Malvern, 2012) to be one which resists flocculation or aggregation, mineral processing, this is an attractive property. If particles have little or no repulsive force, the colloids may eventually adhere to one another and form aggregates which may eventually increase in size and settle down due to the force of gravity.

Stability of colloids can be affected by a lot of things, for example, temperature, salt concentration and pH. To control the stability of dispersed systems, surfactant adsorption at the colloid interfaces is important to decrease free energy without compromising the interfacial area (Scukin, 2002).

The DVLO theory was developed to explain the stability of colloidal systems and their interaction as they approach each other. It is said to be the first theory to explain colloid stability by use of electrical double layer (Malvern, 2012). The DVLO theory is said to make several assumptions, among these, it assumes that “only two forces act on the dispersed particles. The two forces are named as van der Waals forces and electrostatic force (Kopelionovic, 2012). The image above clearly illustrates the concept; the van der Waals attraction forces bring the particles together whereas electrostatic repulsion pulls them apart. Malvern (2012) states that the “DLVO theory suggests that the stability of a particle in solution is dependent upon its total potential energy function V_T . This theory recognizes that V_T is the balance of several competing contributions” (Malvern, 2012):

$$V_T = V_A + V_R + V_S$$

V_S can be neglected as it is the solvent potential and its contribution to the potential energy is very small.

Therefore the equation can be written as follows:

$$V_T = V_A + V_R$$

$$V_T = -\frac{A_H a}{12H} + 2\pi\epsilon\alpha\psi_0^2 \exp(-kH)$$

V_T is the total potential energy; a is the spherical particles radii; H is the separation distance; ψ_0 is the surface potential; A_H is a proportionality constant known as the Hamaker constant which depends on many physical constants; K is the reciprocal Debye characteristic length (Vis, 2011)

Origins and magnitudes of relevant attractive and repulsive interaction

The plot at the bottom in figure 5 explains the forces that exist in such a system [(blue-attraction) and (green- repulsion)]. The black line represents the resultant potential energy of the two forces. Furthermore, the graph below summarises the DVLO. It proposes that an “energy barrier resulting from the repulsive force prevents two particles approaching one another and adhering together”, (Malvern, 2012). If repulsion does not exist, the particles will coagulate and sediment.

Strong, attractive forces exists between similar

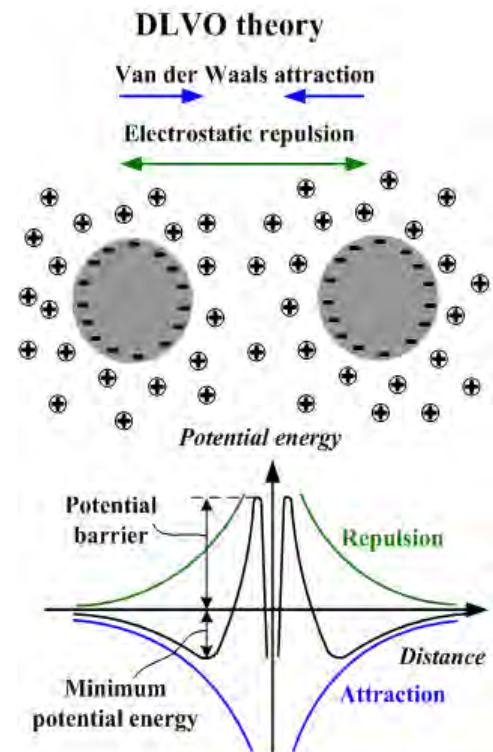


Figure 2. DVLO illustration and potential energy plot (Kopelionovic, 2012)

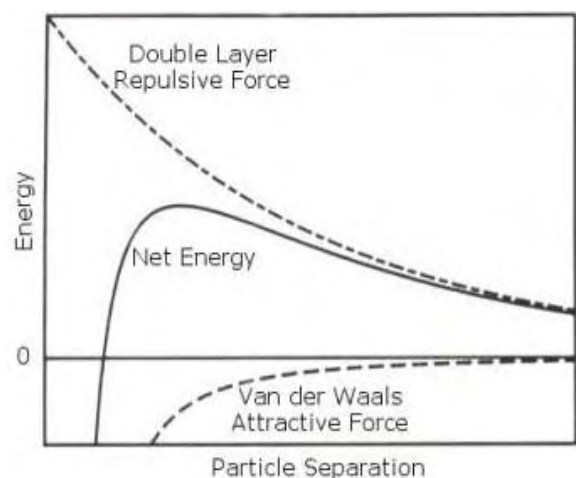


Figure 3. Forces contribution to colloid stability (Malvern, 2012)

colloidal particles; therefore, it is necessary to provide long range repulsion between the particles to stabilise their systems. The phase of a system depends on the forces surrounding a particle. This repulsion should almost equal to the attractive force. “Stability can be obtained by surrounding colloidal particles:

- With an electrical double layer (electrostatic or charge stabilization).
- With adsorbed or chemically attached polymeric molecules (steric stabilization).
- With free polymer in the dispersion medium (depletion stabilization)”, (Shi, 2002)

Charge and steric stabilisation result in electro steric stabilization. A combination of steric stabilisation and depletion stabilisation is characterised by addition of polymers to colloid system. Bridging flocculation occurs when a solution of a high-molecular weight polymer is added to a dilute dispersion. The two ends of the free polymer chain may adsorb onto separate particles and draw them together hence the term bridging flocculation (Jang et al, 2003). This is an attractive characteristic for use in water purification as the polymer bridges causes particles to aggregate and sediment at the bottom of clarifier tanks resulting in clean water over flow. From the above information, it can be seen that colloidal and nano particles have novel properties that can be altered to optimise mineral or water recovery depending on the conditions of the effluent being treated. Electrolyte concentration, pH, temperature and surfactants are all contributing factors that enable alteration to increase efficiency.

Applications

Flotation

Colloidal dispersions are said to be in two classes namely lyophobic (solvent hating) and lyophilic (solvent loving). The latter is said to be thermodynamically stable. They remain dispersed in flotation cells preventing them from coagulating or aggregating. This takes advantage of the stability of colloids in a system (Jang et. al, 2003). As explained in the theory section above, this means that the repulsive forces V_R have to be higher than attractive forces V_A . Some flotation agents contain colloidal systems, for example, a very important class of reagents producing colloidal dispersions is the sodium or potassium salt of long chain fatty acids. Their general class is called amphiphiles or amphipatic molecules (Jang et. al, 2003). A critical aspect in flotation is the use of low molecular weight, water-soluble amphiphilic molecules called collectors (Wills, 2006). Collectors bind to particles rich in the desired mineral, rendering their surfaces more hydrophobic than the undesirable gangue particles (Habashi, 1997). In the flotation process, the more hydrophobic mineral particles attach to air bubbles, rising through the suspension, and the desired mineral particles are carried away with the foam froth. Over the last decade, advances have been made in the development of nanoscale hosts that serve as high capacity, selective, recyclable hydrometallurgical additives for extracting valuable metal ions from solutions and mixtures (Diallo and Brinker, 2011).

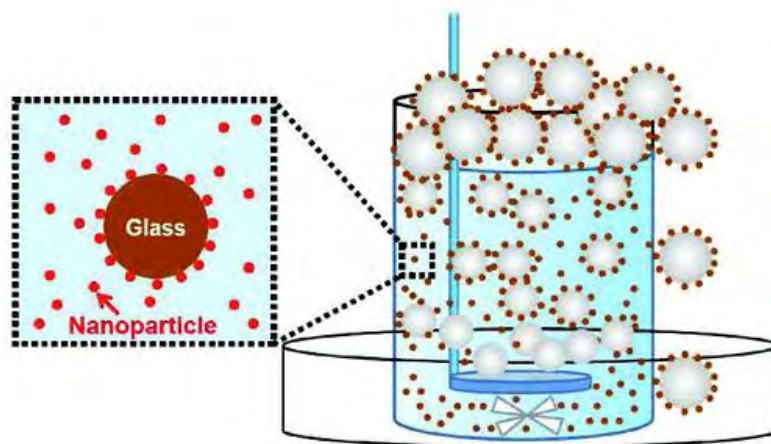


Figure 4. Nanoparticles as collectors experimental model (Yang et al, 2002)

According to (Science News, 2011), nanotechnology can offer efficient ways of extracting minerals from rock and ore for example, froth flotation of Gold, Silver, Copper etc. This new technology takes advantage of water repelling nano particles used as collectors. An Australian company “Ausmetec Pty Ltd” invented mineral processing recovery boosting equipment called ProFlote which is said to improve recovery of very fine mineral particles from tailings. This way it ensures that normal processing procedures are followed and no changes to the plant will be required. This equipment is said to decrease waste disposal which is a major challenge in many industries. It also eliminates potential loss of valuables to waste heaps thus increasing revenue. They confirm one copper producing company reports to have increased yield by 5% after implementation of this equipment. This technology makes use of colloid surface chemistry to apply fine particle aggregation to separation of minerals less than 20mm in size (Ausmetech, 2013).

Hydrophobic nanoparticles adsorb onto much larger, hydrophilic mineral particle surfaces to facilitate attachment to air bubbles in flotation. As little as 10% coverage of the bead surfaces with the most effective nanoparticles could promote high flotation efficiencies, whereas conventional molecular collector requires 25% or higher coverage for a good recovery (Yang, 2012). As the image above shows, the ratio of surface area to volume is said to be of the order 10^7 . Yang et al, (2002) designed a pilot plant to test the efficiency of this technology using glass beads as a mineral model. In this investigation, mineral recovery was found to be 100%. Due to their high

surface area, nano particles tend to cover a lot of the mineral surface with less volume hence the force required to pull the mineral to the surface is relatively lower. This is in comparison to other (organic) collectors that are used which tend to be heavy resulting in lower recovery with longer residence times.

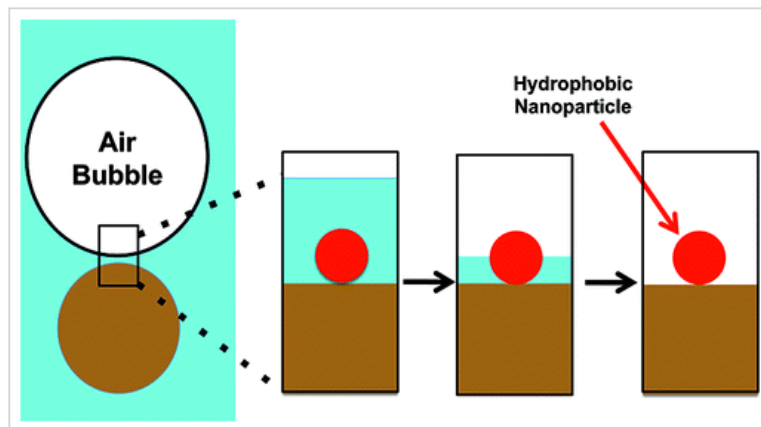


Figure 5. Nano particle collector mechanism (Yang et. al, 2003)

Water treatment

In this application, it is required for the colloidal system to have a high attractive force than repulsive, resulting in a net attractive system. Cationic and anionic polymers, generally with molar masses above 106 g/mol, cause colloidal matter to aggregate, forming particles large enough to sediment under gravity or submitted to other driving forces (Bratby, 2006). From the DLVO equation above, the net system potential energy is required to be negative in order for the attractive forces to dominate. The overall environmental impact of flocculation is important for global sustainable development since the downstream burdens associated with the water life cycle are also influenced. (Chimamkpan et. at 2011).

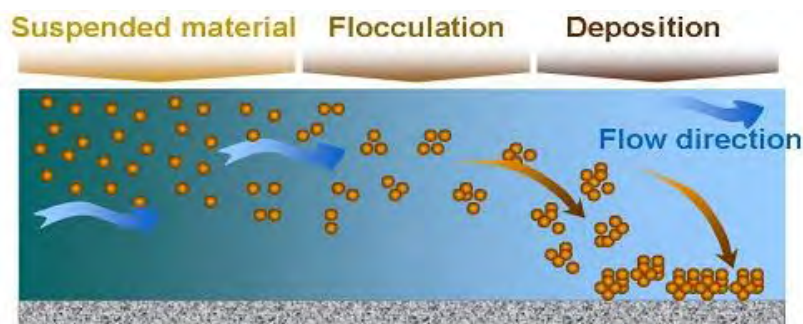


Figure 6. Water clarification mechanism (eWISA, 2013)

Reuseability

The figure below shows the use of a magnetic bar to recover colloids used in a water recovery system. This shows that the novel properties of nano sized materials can in the long run be economic as they are easy to recover and reclaim for re use in treatment plants (Bratby, 2006). The graph on the right is a demonstration of nano water treatment figures which depicts that very little or no colloids are lost after each cycle. On the contrary, the use of conventional flotation collectors results in 100% loss of the dosage used in each cycle, the same applies in water treatment (Rao, 2003).

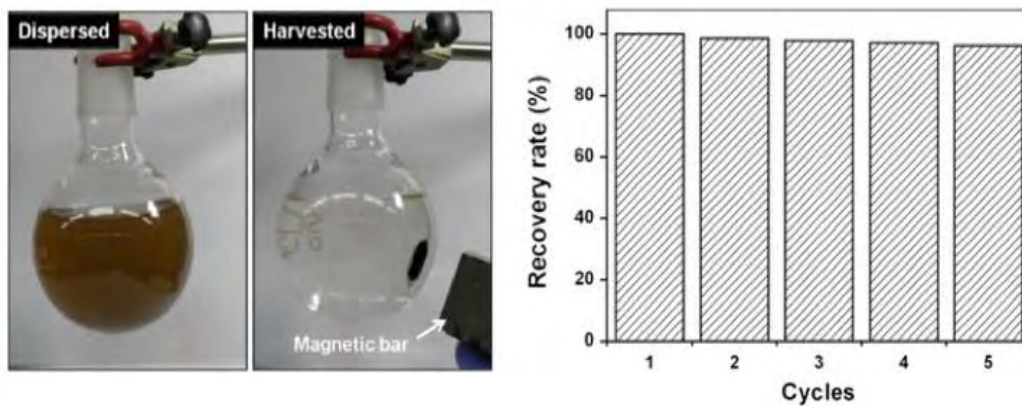


Figure 7. Recovery and recycle of collector particles (Rao, 2003)

References

1. Ausmetec Pty. Ltd. 2013. ProFlote: Where Australian innovation meets the world. Online]. [Accessed on 10th February 2013]. Available from: <http://ats.business.gov.au/companies-and-technologies/mining/ausmetec>
2. BIGGS. S. 2012. Peme 5430: Advances in Chemical Engineering lecture notes: Colloids. University of Leeds. Leeds.
3. Bratby. J. 2006. Coagulation and flocculation in water and waste water treatment. IWA Publishing Alliance house. London.
4. CHimamkam. T. O. M. G. Rasteiro., F. A. P Gaara, E. Antures et. al. 2011. Solution viscosity and flocculation characteristics of linear polymer flocculants in various media. Chemical engineering research and design. Issue 89. Pp. 1030- 1044.
5. Diallo M. and C. J. Brinker. 2011. Nanotechnology for sustainability: environment, water, food, minerals and climate. University of California. Centre for Environmental Implications of Nanotechnology. USA.
6. eWISA. 2013. Treatment processes and layouts. Water infra structure, South Africa. [Online]. [Accessed on 10th February 2013]. Available from: <http://www.waterinformation.co.za/Default.aspx>
7. HABASHI. F. 1997. Handbook of extractive metallurgy. Toronto. Wiley-VCH
8. Jang, J.; Kong, H.; Song J. 2011. Adsorption of heavy metal ions from aqueous solution by polyrhodanine-encapsulated magnetic nanoparticles. Journal of Colloid and Interface Science, 505-511
9. KOPELIONOVIC. D. 2012. Stabilization of colloids. [Online]. [Accessed on 22nd February 2013]. Available from http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=stabilization_of_colloids
10. MALVERN. 2012. Colloid stability. [Online]. [Accessed on 22nd February 2013]. Available from: http://www.malvern.com/labeng/industry/colloids/colloids_stability.htm
11. RANKIN, W. J. 2011. Minerals, Metals and Sustainability: Meeting future needs. CSIRO. New Zealand.
12. Rao. S. R. 2003. Surface Chemistry of froth flotation. Kluwer Academic. New York.
13. Science News. 2011. Nanotechnology increases mineral recovery. [Online]. [Accessed on 10th February 2013]. Available from: http://www.upi.com/Science_News/2011/09/14/Nanotechnology-increases-mineral-recovery/UPI-38881316036141/
14. SCUKIN. E. D. 2001. Colloid and surface chemistry. Elsevier. Amsterdam.
15. SHI. J. 2002. Center for Industrial Sensors and Measurements. Department Materials Science & Engineering: Steric stabilization. August. Columbus.
16. WILLS B. A. 2008. 8th Ed. Mineral processing technology. Butterworth- Heinemann. Oxford.
17. Yang, Songtao, "NANOPARTICLE FLOTATION COLLECTORS" (2012). *Open Access Dissertations and Theses*. Paper 6878.

Ю.В. БАБЕНКО, И.С. ДМИТРИЕВА, А.А. КАВАЦ

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОСТИ

Введение. Необходимость отыскания глобального экстремума функций одной или нескольких переменных приводит к появлению новых алгоритмов и методов. Однако, развитие аналитических методов, которые позволили бы отыскать глобальные экстремумы многоэкстремальных функций, значительно отстают от прикладных исследований и разработок. На сегодняшний день значительное внимание уделяется использованию эвристических (эволюционных) алгоритмов, в основе которых лежат модели различных естественных процессов: процесса естественного отбора, самоорганизации колоний организмов, процесса имитации отжига кристаллов и т.д.

На практике при решении задач многомерной глобальной оптимизации показывают эффективные результаты работы эволюционные алгоритмы. Поэтому, исследование самих алгоритмов и их модификаций может существенно расширить область их применимости, а также качественно улучшить сами алгоритмы. В данной работе рассматривается один из эволюционных алгоритмов – генетический алгоритм (ГА). Целью данной работы является исследование работы ГА при различных начальных условиях его работы

Основная часть. Генетический алгоритм впервые опубликован Холландом [1] в начале 60-х годов. С этого времени генетический алгоритм приобретает популярность, а его практические и теоретические аспекты становятся объектом исследования многих ученых. Обстоятельный обзор современного состояния исследований генетического алгоритма можно найти в [2-5].

На сегодняшний день ГА представляют собой целый класс алгоритмов оптимизации, имеющих сходную терминологию и структуру. Пусть Ω – это область поиска, а $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ – целевая функция, экстремум которой необходимо найти. ГА состоит из следующих основных этапов:

1. *Создание начальной популяции.* На этом шаге из множества Ω некоторым образом выбирается начальная популяция, т.е. массив точек (особей) из множества Ω заданной мощности.
2. *Скрещивание.* На этом шаге все особи популяции или некоторое их подмножество скрещиваются, создавая одну или несколько новых особей – потомков.
3. *Мутация.* Некоторые особи популяции мутируют, т.е. изменяются в соответствии с некоторым оператором.
4. *Селекция.* Из старых особей популяции, их потомков и мутировавших особей отбираются те, которые имеют наилучшие значения функции приспособленности.
5. Операции 2–4 повторяются до достижения критерия останова. Как правило, критериями останова могут быть: ограничение на число шагов алгоритма, неизменность результатов алгоритма, и др.

В данной работе исследуется вопрос о влиянии последовательности Z_{ini} , созданной при генерации начальной популяции, и последовательности Z_{mut} , созданной на этапе мутации, на результаты работы ГА. В качестве первого режима работы выбран классический ГА с генератором «псевдослучайных» чисел Мерсена. В остальных трех рассмотренных режимах используется модифицированный ГА, в котором последовательности Z_{ini} и Z_{mut} сгенерированы не только генератором «псевдослучайных» чисел Мерсена, а и генераторами Лоренца, Чуа или Ресслера [6]. Исследование степени влияния последовательностей Z_{ini} и Z_{mut} на результаты работы ГА, проводилось в среде программирования Matlab.

Таблица 1

Варианты последовательностей генерации начальной популяции и процесса мутации

Режимы работы	Создание начальной популяции Z_{ini}	Мутация Z_{mut}
1	генератор «псевдослучайных» чисел Мерсена	генератор «псевдослучайных» чисел Мерсена
2	генератор «псевдослучайных» чисел Мерсена	генератор Лоренца, Чуа или Ресслера
3	генератор Лоренца, Чуа или Ресслера	генератор «псевдослучайных» чисел Мерсена
4	генератор Лоренца, Чуа или Ресслера	генератор Лоренца, Чуа или Ресслера

В качестве минимизируемых функций использовались функции из набора De’Jonga: функция Швевеля, Гривонка, Растригина, Розенброкка, Изома, а также обычная сферическая функция. Отметим, что ГА запускался при одинаковых параметрах (число особей 100, число поколений 100, вероятность мутации 3%) по 20 раз. Учитывался только наилучший из полученных результатов. Данные экспериментов приведены в таблице 2 и содержит информацию о наименьшем расстоянии до точки глобального минимума, найденном ГА.

Таблица 2

Результаты экспериментов

Функция	1 режим	2 режим			3 режим			4 режим		
		Лоренц	Чуа	Ресслер	Лоренц	Чуа	Ресслер	Лоренц	Чуа	Ресслер
Швевеля	0,001	0,032	0,032	0,023	0,009	0,000	0,016	0,0	0,0	0,004
Гривонка	7,074	8,969	6,275	5,447	5,440	7,048	5,428	0,0	0,0	7,023
Растригина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Розенброкка	0,022	0,121	0,015	0,077	0,000	0,066	0,027	0,005	0,019	0,035
Изома	1,826	1,819	1,773	1,820	1,792	1,804	1,795	1,827	1,817	1,804
Сферическая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Выводы. В результате экспериментов выявлена зависимость между результатами работы ГА в задачах оптимизации функций многих переменных и хаотическими свойствами последовательностей, которые используются при создании начальной популяции и оператором мутации ГА. Как показали проведенные исследования результаты работы ГА могут быть улучшены, если вместо стандартных «псевдослучайных» последовательностей использовать хаотические последовательности, полученные при помощи хаотических генераторов Лоренца, Чуа или Ресслера.

Литература

1. Holland, J. H. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, The University of Michigan Press, Ann Arbor
2. Михалёв А.И., Бабенко Ю.В. Исследование и сравнительный анализ классического и хаотического генетических алгоритмов в задачах глобальной оптимизации // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 3(74). – Днепропетровск, 2011. – С.106-112.
3. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М. Курейчика. – 2-е изд. Испр. и доп. – М.: Физматлит, 2010. – 368 с.
4. Haupt, Randy L. *Practical genetic algorithms* / Randy L.Haupt, Sue Ellen Haupt, Hoboken, New Jersey.—2nd ed. – 261 p.
5. *Computational Intelligence: An Introduction*. Andries P. Engelbrecht 311 p.
6. Кузнецов С. П. *Динамический хаос (курс лекций)*. – М.: Физматлит, 2001. – 296 с.

И.Н. ГАЛУШКА, С.Н. СОЛОШИЧ, С.С. ЩЕРБАК

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ LINKED DATA

Широкое развитие технологии связанных данных (англ. Linked Data) крупными ИТ-компаниями определяет тенденции развития будущего Всемирной Паутины (WWW) как глобальной базы данных, в которой можно через специализированные поисковые интерфейсы получать доступ к структурированным данным документов, распределенных по Web для решения задач поиска и подобных.

Linked Data — это способ публикации данных во Всемирной паутине, в основе которого лежат открытые стандарты консорциума Всемирной паутины W3C, а именно, RDF (англ. Resource Description Framework), OWL (англ. Web Ontology Language), SPARQL (англ. SPARQL Protocol and RDF Query Language) и другие.

В рамках Linked Data информация описывается в терминах языка RDF, а именно, в виде триплетов, троек вида «субъект-предикат-объект» или квадов (англ. Quad) – поименованных графов вида «граф-субъект-предикат-объект». В графе указываются свойства предмета и связи с другими предметами.

Модель данных RDF предполагает распределенное хранение объектов и их схем, при их наличии, на различных web-серверах с интегрированным или внешним специализированным хранилищем триплетов (англ. Triplestore).

В Internet существует большое количество источников связанных данных, наиболее известными из которых, являются следующие:

1. Dbpedia - проект, направленный на извлечение структурированной информации из данных Википедии.
2. FOAF - проект по созданию модели машинно-читаемых домашних страниц и социальных сетей.
3. SKAN - реестр открытых данных, предоставляемых Open Knowledge Foundation.
4. GeoNames - RDF описания географических объектов.

Для доступа к хранилищам триплетов используется протокол и язык запросов SPARQL. Использование подобных языков запросов подразумевает наличие специализированных знаний для эффективного их применения, что не способствует ни популяризации языка SPARQL, как средства извлечения данных, ни увеличению распространенности хранилищ триплетов. Кроме того, сложность языка SPARQL, многовариантность представления данных в формате RDF, необязательное указание или частичное определение схем данных и сложность программной реализации семантических приложений требует создания эффективных средств для организации программного доступа к связанным данным, поэтому актуальным и целесообразным является достижение следующей цели: разработка и программная реализация фреймворка для построения типовых семантических приложений Linked Data.

Поиск информации в рамках Linked Data основывается на использовании данных, представленных в виде объектов, принадлежащих к некоторой предметной области. В рамках такого подхода содержимое документа представляется как совокупность объектов, объединенных некоторым контекстом. Типовую структуру графа, включающего набор триплетов вида «субъект-предикат-объект» можно посмотреть на рис. 1, где определены типы объектов и языковые lang-теги.

		http://shcherbak.net/User
Subject	Predicate	Object
ns:log1	ns:firstname	'Иван'@ru.
ns:log1	ns:lastname	'Иванович'@ru.
ns:log1	ns:grantname	'Иванов'@ru.
ns:log1	ns:id	'1'^^xsd:integer.

Рис. 1. Структура графа пользователя

Для доступа к ресурсам Linked Data используются унифицированные программные интерфейсы, а именно: ODBC, JDBC, Ado.net, OLE DB, ADO.NET Entity Framework.

В качестве хранилища триплетов в работе используется открытая версия сервера Virtuoso, который состоит из следующих компонентов:

- RDF-хранилище;
- точка доступа SPARQL с RDF Views.

Семантические Веб-приложения – это классические Веб-приложения, которые в качестве баз данных и знаний используют хранилища триплетов. В рамках таких приложений взаимодействие осуществляется на основе языка запросов SPARQL. Запрос пользователя на языке SPARQL передается от Веб-приложения к хранилищу триплетов, где запрос выполняется, а результаты отсылаются обратно клиенту. Ключевая особенность подобного решения заключается в необходимости формирования, зачастую в ручную, запроса на языке SPARQL, что требует не только специализированных знаний о языке SPARQL, но и знаний о структуре объектов, содержащихся в хранилище триплетов.

Одним из приложений, реализующих подобную функциональность является веб-интерфейс isql компании OpenLink и Sesame Windows Client. Для устранения вышеперечисленных недостатков в работе предлагается архитектура фреймворка приложений, исключая взаимодействие пользователя с хранилищем триплетов через SPARQL, а именно, пользователю через веб-интерфейс предоставляется возможность получения доступа к перечню поименованных графов хранилища триплетов, выбор из которого позволяет автоматически получить информацию о топологии графа, а именно о составляющих его предикатах и типах данных объектов, что может быть использовано для формирования поискового запроса путем установления пользовательских ограничений (фильтров) на выводимые данные с хранилища триплетов.

В основе предложенной архитектуры веб-интерфейса к хранилищу триплетов лежит визуальный конструктор запросов SPARQL, что подразумевает выполнение набора предопределенных действий с помощью SPARQL для динамического получения топологии поименованного графа. К таким действиям относятся:

1. Получение списка поименованных графов.
2. Получение списка предикатов в поименованном графе.
3. Получение типа данных предиката.

Реализация таких действий в рамках фреймворка осуществляется с помощью автоматически формируемых SPARQL запросов, построенных с учетом пользовательских ограничений.

Программная реализация фреймворка предусматривает формирование результатов в табличном представлении, удобном для чтения человеком в виде.

Текущая реализация фреймворка представлена следующими архитектурными компонентами:

1. Библиотека классов для организации доступа к связанным данным.
2. Набор контролеров для осуществления межкомпонентного взаимодействия.
3. Набор типовых запросов SPARQL.

В данной работе предложена архитектура фреймворка для построения семантических приложений на основе конструктора запросов SPARQL, который обеспечивает визуальное построение и выполнение запросов к хранилищам триплетов на языке SPARQL. После выполнения запроса пользователь получает контекст с триплетами, соответствующими искомым с учетом заданных ограничений на предикаты и объекты. Практическая реализация решения создана на языке программирования PHP и прошла успешную апробацию на базе OpenLink Virtuoso.

А.А. НЕДОСПАСОВ, Г.Л. ТЕПЛЯКОВА, И.С. ДМИТРИЕВА
Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск
А.В. КОШУЛЯН
Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁС

Введение

В данной работе рассматриваются объекты контроля, информативный параметр которых измеряется вдоль жордановой траектории, а именно: были исследованы сварные швы железнодорожных (ЖД) колес, в которых скорость распространения ультразвуков и напряженность магнитного поля рассеяния измеряются по окружности обода, являющейся частным случаем кривой Жордана. Предполагается, что измерения объекта вдоль жордановой траектории выполняются с одинаковым шагом, и их модель может быть представлена в виде

$$H(i) = H_0(i) + \Delta H(i),$$

где i – номер точки измерения на жордановой траектории, $i \in [1, n]$ n – количество точек

измерений, $i, n \in \mathbb{N}$; $H_0(i)$ – детерминированная медленно меняющаяся функция; $\Delta H(i)$ – флуктуации измеряемого параметра относительно $H_0(i)$ [1].

Данные были исследованы методом нормированного R/S – фрактального анализа для выявления дефектности в колесах. По результатам этих измерений принимается решение о состоянии объекта: «брак» или «норма».

Метод нормированного R/S – анализа

Пусть $X(t)$ – исследуемая временная зависимость некоторой величины X , измеренной в дискретные целочисленные моменты времени t . Представим себе, что X является некоторой накопленной величиной и может быть представлена как сумма некоторых элементарных вкладов $\xi(t)$. Например, если X – координата броуновской частицы, то ξ – это элементарные смещения флуктуации такой частицы.

Рассмотрим поведение величин X и ξ в некотором ограниченном интервале времени $t \in [1; \tau]$. Для этого интервала времени можно вычислить среднюю величину приращений ξ :

$$\langle \xi \rangle_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \xi(t). \tag{1}$$

Одновременно можно построить новую величину $X(t, \tau)$, которая будет иметь смысл накопленных отклонений от среднего за данный период:

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t \{ \xi(u) - \langle \xi \rangle_\tau \}. \tag{2}$$

при $X(1, \tau) = X(\tau, \tau) = 0$.

Введем размах $R(\tau)$ как максимальное отклонение $X(t, \tau)$ за рассматриваемый интервал времени:

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau). \tag{3}$$

Тогда для определения фрактальной размерности D исходной кривой $X(t)$ достаточно построить эмпирическую зависимость Херста (5), безразмерного отношения R/S от величины временного интервала τ , где S – среднеквадратическое отклонение ξ от среднего за тот же интервал времени [3]:

$$S(\tau) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \{ \xi(t) - \langle \xi \rangle_\tau \}^2}. \tag{4}$$

$$M \left[\frac{R(\tau)}{S(\tau)} \right] \sim \lambda \tau^H, \tag{5}$$

где M – математическое ожидание, $\lambda = \text{const} > 0$, H – показатель Херста.

При этом фрактальная размерность

$$D = 2 - H. \tag{6}$$

Таким образом, для определения фрактальной размерности D исследуемого процесса необходимо построить нормированную зависимость $R(\tau)/S(\tau)$ в двойном логарифмическом масштабе и провести линейную аппроксимацию. Тангенс угла наклона β непосредственно даст значение показателя Херста $H = \beta$, связанного с величиной фрактальной размерности D соотношением (6).

В изложенном выше алгоритме метода нормированного R/S – анализа зависимости $R(\tau)$ и $S(\tau)$ всегда рассчитываются только для начального интервала времени τ . Вместе с тем метод может быть усовершенствован, если проводить усреднение $R(\tau)$ и $S(\tau)$ по нескольким временным окнам продолжительностью τ , взятым в разных положениях на анализируемой кривой $X(t)$ [2].

Практическая часть

Рассмотрим применение R/S – анализа для технического диагностирования измерений неровностей поверхностей ободов ЖД колес.

В работе были исследованы данные измеренные по замкнутой кривой на семи ЖД колесах. Обозначим колеса: А, В, С, D, E, F, G и приведем графически результаты измерений R/S – анализом на рисунке 1.

Таблица 1

Результаты R/S – анализа

Колесо	А	В	С	D	E	F	G
Коэффициент Херста H	0.5302	0.8184	0.7861	0.5385	0.6435	0.6311	0.5945
Фрактальная размерность D	1.4698	1.1816	1.2139	1.4615	1.3565	1.3689	1.4055

Выводы

Фрактальный анализ измерений неровностей поверхностей ободов ЖД колес показал, что сигналы относятся к персистентным процессам, а именно сигнал обладает длительной памятью. Судя по результатам все колеса еще пригодны к работе, но колеса А и D необходимо отправить на более детальную диагностику.

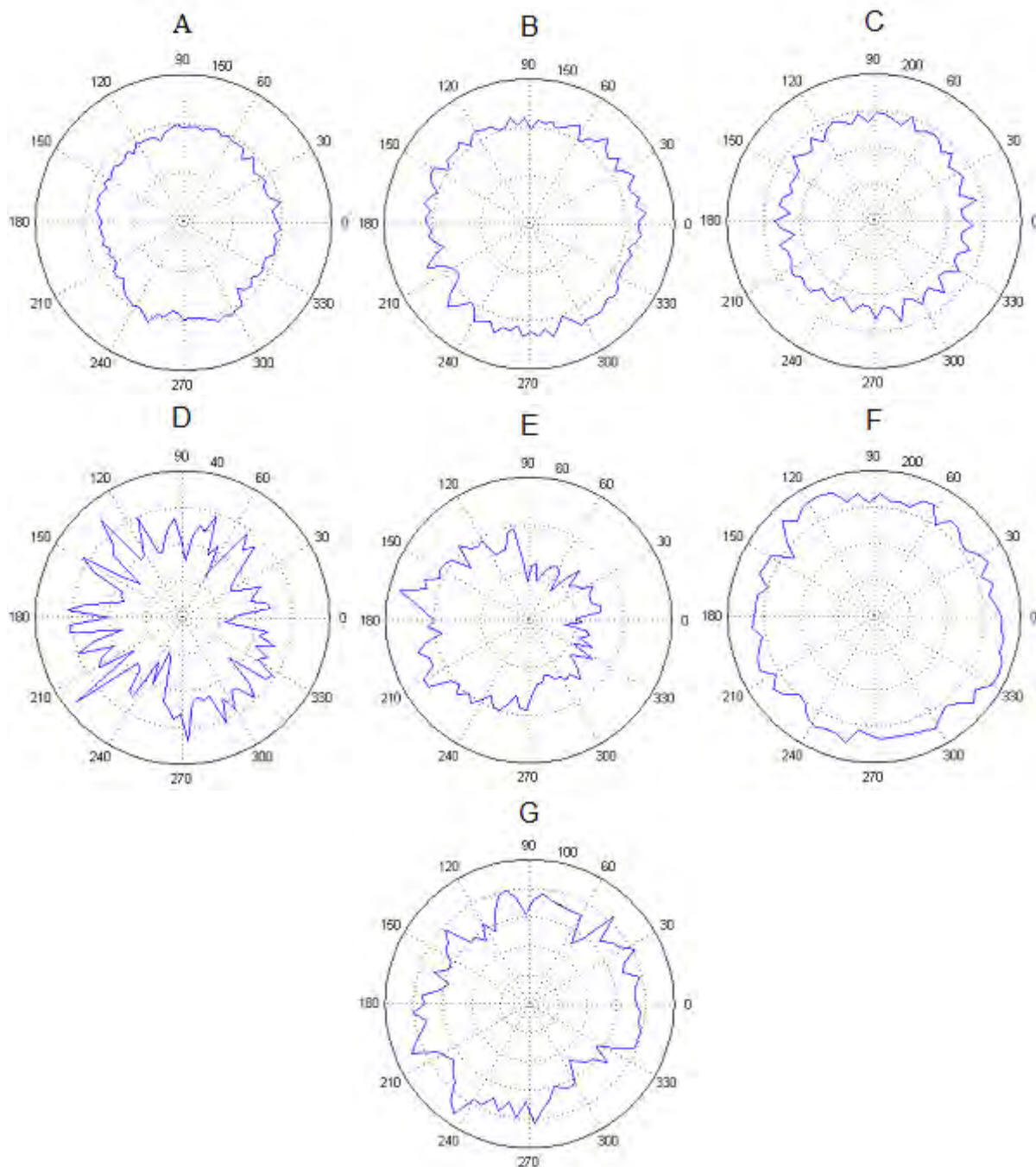


Рис. 1. Измерения по замкнутой кривой с ЖД колес

Литература

1. Кошуля А. В. Стохастическая модель автокоррелированных измерений на жордановых траекториях / А. В. Кошуля // Системные технологии. — 2012. — №2 (79). — С. 162 – 173.
2. Шишкин Е.И. Моделирование и анализ пространственных и временных фрактальных объектов. Методические заметки. – Екатеринбург. -2004.–С. 60 – 62.
3. Недоспасов А.А., Михалев А.И. Оценка степени самоподобия Интернет – трафика методами мультифрактального анализа //Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 2 (79). – Днепропетровск, 2012. – С. 111-117.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕКТНО-КЛАССИФИКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ РАБОТЫ SCADA СИСТЕМЫ

Актуальность. В настоящее время на промышленных предприятиях все более широкое распространение получают SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) системы [1]. Область применения SCADA систем в горной промышленности включает в себя контроль и управление системами безопасности и технологическими процессами [2, 3], в том числе: контроль рудничной атмосферы на содержание метана, оксида углерода, других опасных и вредных газов, кислорода, пыли; автоматическое отключение напряжения питания электрооборудования в случае высокой концентрации взрывчатых газов для предотвращения подземного взрыва; контроль и управление вентиляторными и газоотсасывающими установками; управление конвейерами, насосами откачки воды, дробилками, лебедками и другим оборудованием; автоматическое оповещение персонала о месте и характере аварийной ситуации и т.д.

Перечисленные выше области применения SCADA систем ответственного назначения, а также их сложность и многофункциональность обуславливают повышенные требования к надежности и отказоустойчивости таких систем на основе непрерывной автоматической диагностики их работы в режиме реального времени с возможностью автовосстановления после обратимых отказов (временной потери работоспособности или функциональности системы, при которой не происходит выход из строя системного оборудования).

Целью данной работы является разработка обобщенной объектно-классификационной модели (ОКМ) [4] подсистемы диагностики работы SCADA с применением методологии экспертных систем.

Основная часть. В результате анализа работы подсистем диагностики [5] таких наиболее известных и широко применяемых SCADA систем как, WinCC (Siemens, Германия), SPPA-T3000 (Siemens, Германия), RealFlex (BJ Software Systems, США) был сделан вывод, что основная составляющая диагностической информации требует высокопрофессиональных знаний технологов и IT-специалистов. Многие виды диагностической информации, поступающие оператору системы в режиме реального времени, значительны по объему, автоматически не классифицированы и вызывают значительные затруднения при необходимости их оперативной обработки эксплуатационными службами АСУ предприятия. Кроме того, анализ и быстрое принятие решений по скорейшему восстановлению работоспособности SCADA системы на основе упомянутой диагностической информации зачастую требует знаний и уровня подготовки таких же, какими обладают разработчики SCADA систем, но не персонал службы АСУ объекта эксплуатации.

В связи с этим в области диагностики SCADA систем актуальной задачей является создание автоматического «эксперта», выполняющего функции самодиагностики SCADA системы с выдачей управляющих воздействий для ее самовосстановления в случае возникновения обратимых отказов.

В соответствии с [6]

$$ЭС = \langle БД, БЗ, МЛВ \rangle, \quad (1)$$

где ЭС – экспертная система; БД — база данных, содержащая базовые компоненты (термины и факты предметной области, их свойства и связи между ними); БЗ – база знаний, содержащая правила конструирования вариантов структур из базовых компонентов БД; МЛВ – машина логического вывода, устанавливающая последовательность применения правил из БЗ.

Экспертная диагностическая система реального времени (ЭДСРВ) выводит заключение на основе анализа своих входных данных, получаемых от SCADA системы в режиме реального времени. К ним относятся диагностические коды ошибок программного обеспечения (ПО), генерируемые исключения классов и функций, коды возвратов процессов системного и прикладного ПО, состояния неопределенности, т.е. частичное или полное отсутствие информации по истечении настраиваемого для конкретной ситуации периода времени.

Для формирования БД ЭДСРВ определим некоторые термины предметной области.

Диагностические коды системы (ДКС) – множество диагностических кодов ошибок ПО

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_{n(C)}\}, \quad (2)$$

где $n(C) = |C|$ – мощность множества C , соответствующая количеству диагностических кодов, определенных в системе.

Виды отказов системы (ВОС)

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_{n(F)}\}, \quad (3)$$

где $n(F) = |F|$ – мощность множества F , соответствующая количеству видов отказов.

Связь между ДКС и ВОС, как отношение соответствия некоторого набора ДКС определенному виду отказа, представлено множеством R

$$R \subset C \times F = \{(c, f) \mid c \in C, f \in F\}. \quad (4)$$

Представим отношение R соответствия видов отказов диагностическим кодам системы в виде таблицы (см. табл. 1), где каждый элемент таблицы a_{ij} принимает значение из трехэлементного множества $\{0, 1, \leftrightarrow\}$, что интерпретируется следующим образом: $a_{ij} = 0$ – диагностический код c_i не имеет отношения к типу отказа f_j ; $a_{ij} = 1$ – диагностический код c_i входит в состав подмножества ДКС, которые определяют вид отказа f_j ; $a_{ij} = \leftrightarrow$ – отношение диагностического кода c_i к виду отказа f_j не определено.

Таблица 1

Таблица соответствия видов отказов диагностическим кодам системы

$F \setminus C$	f_1	f_2	...	f_j	...	$f_{n(F)}$
c_1	α_{11}	α_{12}	...	α_{1j}	...	$\alpha_{1n(F)}$
c_2	α_{21}	α_{22}	...	α_{2j}	...	$\alpha_{2n(F)}$
...
c_i	α_{i1}	α_{i2}	...	α_{ij}	...	$\alpha_{in(F)}$
...
$c_{n(C)}$	$\alpha_{n(C)1}$	$\alpha_{n(C)2}$...	$\alpha_{n(C)j}$...	$\alpha_{n(C)n(F)}$

Сечение $R(f_j)$ множества R по элементу f_j определяет подмножество диагностических кодов C_j , удовлетворяющих отношению R для вида отказа f_j .

$$R(f_j) = C_j = \bigcup_{i=1, \alpha_{ij}=1, c_i \in C}^{n(C)} \alpha_{ij} \cdot c_i, \quad C_j \subset C, f_j \in F. \quad (5)$$

Представим отношение R на диаграмме Эйлера – Венна (см. рис. 1) с точки зрения ее соответствия табл. 1.

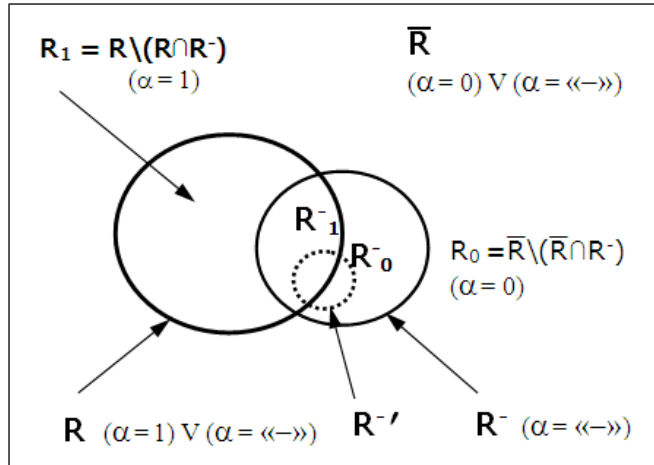


Рис. 1. Диаграмма Эйлера – Венна для $R \subset C \times F$

Пусть R – область отображения C в F ($a_{ij} = 1$ в табл. 1); \bar{R} – область запрета C для F ($a_{ij} = 0$); R^- – область неопределенности ($a_{ij} = \leftrightarrow$). На данном этапе работы ЭС известно, что $R_1 \subset R$, $R_0 \subset \bar{R}$. В результате работы ЭДСРВ с R^- , определяются области R_1^- ($a_{ij} = \leftrightarrow$ изменяется на $a_{ij} = 1$ в табл. 1) и R_0^- ($a_{ij} = \leftrightarrow$ изменяется на $a_{ij} = 0$). При этом область неопределенности уменьшается и становится равной R'^- ($a_{ij} = \leftrightarrow$).

Актуализация элементарной синтагмы (crf) в модели знаний ЭДСРВ зависит от наблюдаемой ситуации.

Результаты данной методики были апробированы при разработке процедур автоматического самовосстановления после обратимого отказа сервера реляционной БД Sybase SQL Anywhere, работающего на промышленном серверном узле SCADA системы.

Выводы. Научная новизна работы состоит в формировании теоретического базиса и объектно-классификационной модели автоматической диагностики работы SCADA на основе методологии экспертных диагностических систем. При этом используется иерархическая типизированная структура диагностических кодов системы. Практическое значение применения предложенного подхода самодиагностики и автовосстановления работоспособности SCADA системы заключается в том, что данный подход позволяет в десятки раз сократить время восстановления работоспособности системы после обратимых отказов.

Литература

1. Keith Stouffer, Joe Falco, Karen Kent. Guide to Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) And Industrial Control Systems Security. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology // NIST Special Publication 800-82, 2006. – 164 p.
2. Положение № 678 об аэрогазовом контроле в угольных шахтах от 1 декабря 2011 г. – Федеральная служба РФ по экологическому, технологическому и атомному надзору. – М., 2011. – 44 с.
3. Материалы проекта «Разработка технических предложений на создание систем связи, телекоммуникаций и управления производством Озерного ГОКа на новой технологической платформе «Интеллектуальные встроенные системы». – М.: МФТИ, 2011. – 299 с.
4. Устенко А.С. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем /А.С. Устенко – М.: БИНОМ, 2000. – 250 с.
5. Siemens. Руководство пользователя SPPA-T3000. Система диагностики. – Siemens AG, 2009. – 251 p.
6. Ручкин В.Н. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы / В.Н. Ручкин, В.А. Фулин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 240 с.

Р.А. СУХОМЛИН, А.И. МИХАЛЕВ, Н.С. ПРЯДКО, Г.Л. ТЕПЛЯКОВА
Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА-ХУАНГА И ВЕЙВЛЕТ-РАЗЛОЖЕНИЯ

Газодинамический способ измельчения, реализуемый в струйных мельницах, является одним из наиболее перспективных для получения высокодисперсных (микронизированных) порошков с размерами частиц – доли, единицы и десятки микрон. Однако повышенная энергоемкость процесса обуславливает необходимость установления и поддержания наиболее эффективного режима измельчения твердых сыпучих материалов с одновременным проведением контроля качества получаемого продукта. Анализ данных акустического мониторинга процесса газоструйного измельчения позволил установить связь акустических сигналов зоны измельчения и режимов, технологических параметров тонкого измельчения [1].

Режимы процесса измельчения, и в конечном итоге его эффективность зависят от степени наполнения мельницы материалом. Сопоставление характеристик акустических сигналов указывает на влияние, как исходной крупности измельчаемого материала, так и стадий измельчения, отличающихся давлениями и насыщенностью встречных струй материалов. Исследования показали, что вейвлет-коэффициенты двух различных режимов (оптимальной работы и разгрузки мельницы) различаются на порядок, поэтому они достаточно хорошо определяют степень заполнения мельницы и режим измельчения. Основные характеристики акустических сигналов в рабочей зоне связаны с эффектами измельчения: величиной удельной поверхности измельченного продукта и содержанием в нем тонкодисперсных фракций. В свою очередь, изучение сигналов процесса струйного измельчения при оптимальном режиме измельчения показало зависимость вейвлет-коэффициентов от физических свойств измельчаемых материалов, что позволяет контролировать дисперсность получаемого продукта.

В данной работе рассмотрена задача определения связи удельной поверхности материала, измельченного в газоструйной мельнице, и параметров акустических сигналов зоны измельчения в рабочем режиме. Для решения данной задачи применялись методы вейвлет-анализа [2] и преобразования Гильберта-Хуанга [3].

Преобразование Гильберта-Хуанга (англ. ННТ) было успешно применено авторами в задачах технической диагностики и, как было показано в [4], по эффективности сравнимо с вейвлет-разложением. В этой связи в данной работе этот метод используется в качестве инструмента анализа связи спектральных параметров акустических сигналов с удельной поверхностью измельчаемого материала наравне с вейвлет-разложением.

Вейвлет-разложение проводилось по алгоритму Малла до третьего уровня. В качестве материнской вейвлет-функции был выбран четвертый вейвлет Добеши. В этом алгоритме скейлинг- и вейвлет-функции формируются как выходы фильтров высоких и низких частот, соответственно. При этом аппроксимирую-

щие и детализирующие вейвлет-коэффициенты получаются сверткой исходного сигнала с сигналами выходов этих фильтров. В то же время в данном конкретном случае для анализа использовались только детализирующие коэффициенты (сD1, сD2, сD3), отражающие флуктуации сигнала.

Преобразование Гильберта-Хуанга предполагает наличие априорной информации о сигнале $y(n)$, а именно о несущих частотах. Если такой информации нет, как в нашем случае, принято анализировать только первую модовую функцию (англ. IMF) преобразования Хуанга [5]. Анализ IMF был проведен несколькими методами. Согласно одному из них для вычисления огибающей амплитуды $|a(n)|$ использовался метод демодуляции амплитуды, основанный на дискретном преобразовании Гильберта:

$$H[y(n)] = F^{-1}\{F\{y(n)\} * u(n)\}, \quad n = 0, 1, 2, \dots,$$

где $F\{\}$ и $F^{-1}\{\}$ - прямое и обратное быстрое преобразование Фурье, $u(n)$ заданное как:

$$u(n) = \begin{cases} 1, & n = 0, \frac{N}{2} \\ 2, & n = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} - 1 \\ 0, & n = \frac{N}{2} - 1, \dots, N - 1 \end{cases}.$$

Функция $|a(n)|$ вычислялась следующим образом:

$$|a(n)| = \sqrt{y^2(n) + (H[y(n)])^2}.$$

Второй метод заключается в вычислении спектральной плотности мощности спектра Гильберта. Плотность мощности вычислялась периодограммным методом [6]:

$$W(\omega) = \frac{1}{N} \left| \sum_{k=0}^{N-1} y(k) e^{-j\omega k T} \right|^2.$$

Третий метод анализа IMF основывается на вычислении стандартного отклонения $s(u(t))$ значений мгновенной амплитуды $u(t)$ полученной в результате преобразования Гильберта

В работе анализировались акустические сигналы, полученные в результате акустического мониторинга работы промышленной мельницы ВГМК (Вольногорский горно-металлургический комбинат), производительность которой составляла $Q = 2000$ кг/ч. Энергоносителем служил сжатый воздух с начальным давлением $P = 0,52$ МПа. Требуемая дисперсность измельченного продукта достигалась изменением частоты вращения ротора классификатора в пределах $n = 107 - 177$ мин⁻¹, при этом величина удельной поверхности изменялась: $S_{\text{дв}} = 1429 - 2732$ см²/г.

Ниже приведены таблицы с показателями преобразования Гильберта-Хуанга и вейвлет-анализа акустических сигналов промышленной мельницы.

Таблица 1

Анализ показателей преобразования Гильберта-Хуанга результатов промышленных испытаний на Вольногорском горно-металлургическом комбинате

Суд, см ² /г	Положение волновода	ННТ		
		$ a $	W	$s(x)$
2370	1	0,00411	0,01693	0,00345
1600	1	0,00006	0,00001	0,00007
2017	2	0,00116	0,00000	0,00132
2040	2	0,00306	0,00002	0,00336
2570	2	0,00357	0,00003	0,00402
1310	3	0,00026	0,00000	0,00028
1430	3	0,01289	0,00009	0,00870
1515	3	0,01406	0,00011	0,00953

Сигналы были сняты с датчика, соединенного с волноводом, который устанавливался в помольной камере на разной высоте по отношению к центру зоны измельчения. Для исследования выбраны 3 положения конца волновода в зоне измельчения: 1 – датчик расположен ниже центральной зоны столкновения частиц, на уровне нижней границы движущихся струй измельчаемого материала, 3 – датчик расположен в центре зоны столкновения частиц, 2 – датчик расположен ниже центра измельчения, но выше нижней границы струи, т.е. по середине между 1 и 3 положением. Исследования показали, что положение датчика существенно влияет на величину показателей, однако характер зависимости сохраняется.

Вейвлет-анализ результатов промышленных испытаний

Суд, см ² /г	Положение вол- новода	Вейвлет коэффициенты		
		cD1	cD2	cD3
1600	1	0,00018	0,00018	0,00017
2370	1	0,01026	0,01055	0,00727
2017	2	0,01146	0,01351	0,00899
2040	2	0,01335	0,01408	0,01257
2570	2	0,00418	0,00402	0,00375
1310	3	0,00077	0,00072	0,00070
1430	3	0,03372	0,01555	0,01498
1515	3	0,03690	0,01743	0,01844

Выводы. В приведенных выше таблицах наблюдается зависимость показателей Гильберта-Хуанга и вейвлет-анализа от удельной поверхности измельчаемого материала. Данная зависимость заключается в следующем: при увеличении удельной поверхности, или, что тоже, при уменьшении размера частиц, энергия увеличивается.

Этот вывод подтверждается общей теорией измельчения, основанной на «энерго-крупностных соотношениях», суть которых сводится к положению: энергия, необходимая для одинакового сокращения крупности частиц, увеличивается с уменьшением их крупности [7].

Таким образом, для измельчения более крупных частиц необходимо меньше энергии, и, соответственно, акустические сигналы, регистрируемые в процессе их измельчения, обладают меньшей энергией, что и подтверждается ННТ и вейвлет-методами.

В целом, по результатам проведенных исследований можно утверждать о применимости разработанной методики анализа акустических сигналов струйного измельчения для моделирования процесса газоструйного измельчения, повышения в дальнейшем его эффективности и контроля качества измельченного продукта.

Литература

1. Прядко Н.С. Акустико-эмиссионный мониторинг процесса струйного измельчения // Техническая диагностика и неразрушающий контроль 2012.-№ 6.- С. 46 – 52.
2. Михалёв А.И., Прядко Н.С., Сухомлин Р.А. Вейвлет-анализ акустических сигналов процесса струйного измельчения //Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. - Выпуск 3 (80). - Днепропетровск, 2012. – С. 122-127
3. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 2005. – 671 с., ил
4. The Hilbert-Huang transform and its applications /Editors: Norden E. Huang, Samuel S.P. Shen. - World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 5, Toh Tuck. - Link, Singapore.
5. Михалёв А.И., Журавлев В.Н., Сухомлин Р.А. Комбинированный метод анализа сигналов на основе Гильберта-Хуанга и вейвлет-преобразований в задаче диагностики дефектов подшипников //Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. - Выпуск 1 (78). - Днепропетровск, 2012. – С. 165-177
6. Amirat Y., Choqueuse, V., Benbouzid, M.E.H., Charpentier, J.F. Bearing fault detection in DFIG-based wind turbines using the first Intrinsic Mode Function. 2010 XIX International Conference on Electrical Machines (ICEM).
7. Линч А. Дж. Циклы дробления и измельчения // М.: Недра.-1977.– 343с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Введение. Ограниченность возможности переработки человеком больших объёмов информации, необходимость обеспечения потребностей руководителей (лиц, принимающих решение) при решении конкретных задач, и ряд других причин обусловили потребность в системах, объединяющих возможности современных компьютеров и знания человека при принятии решений. Такими системами являются экспертные системы и системы поддержки принятия решений (СППР) – интерактивные, информационно-аналитические системы на базе передовых информационных технологий, сопровождающие прикладной системный анализ. В стратегических (информационно-советующих) СППР используются методы многокритериального анализа (МКА). Существует немалое число систем поддержки принятия решений на базе многокритериальных методов, которые используют один метод или собственные наработки авторов (СППР «Император», СВИРЬ-Р, Expert Choice, Super Decisions и др.) [1].

Система поддержки принятия решений NooTron – это информационно-аналитическая система на базе методов многокритериального анализа. Она разработана на кафедре информационных технологий и систем Национальной металлургической академии Украины (НМетАУ), г. Днепропетровск [2]. СППР NooTron выполнена в виде web-приложения, которое находится в свободном доступе в интернете по адресу: <http://nootron.net.ua>.

Основная часть. Современные СППР обеспечивают оперативное и качественное проведение системных исследований. В них используются такие информационные технологии, как хранилища данных (Data Warehouse), оперативный анализ данных (On-Line Analytical Processing, OLAP-технологии), интеллектуальный анализ данных (Data Mining), но «ядром» стратегических СППР являются методы обработки знаний и данных, особенно – методы многокритериального анализа (МКА), называемые также методами анализа решений.

Методы МКА предназначены для принятия индивидуальных решений человеком или консолидированной группой и применяются в самых разных задачах, таких как выбор, ранжирование, распределение ресурсов, сопоставительный анализ, управление качеством, проектирование, оценка эффективности проектов. При этом на сегодняшний момент существует значительное количество методов МКА, таких как: метод анализа иерархий (МАИ), метод анализа сетей (МАС), метод взвешенных сумм (МВС), метод матрицы решений (ММР) [3, 4]. Интеграция методов многокритериального анализа позволяет совместить преимущества и существенно устранить недостатки классических методов; учитывать разнородные факты, например, критерии и варианты внешних условий (при сочетании метода анализа иерархий и метода матрицы решений). Эти методы, встроенные в СППР, будут эффективными средствами решения многокритериальных задач в сложных системах.

Разработка СППР на базе методов многокритериального анализа является перспективным направлением работы кафедры информационных технологий и систем НМетАУ. В процессе дипломирования на кафедре совместно с предприятием Exigen Services в рамках программы «Exigen Agile Practice» завершён первый релиз web-приложения «Система поддержки принятия решений NooTron» (<http://nootron.net.ua>). В библиотеку методов СППР NooTron вошли как классические, так и интегрированные методы МКА.

При проектировании СППР за основу принята современная тенденция к переходу на web-приложения. Web-приложения имеют ряд достоинств. Для работы с ними требуется лишь доступ в Интернет и установленный браузер, но оба этих компонента присутствуют на всех современных компьютерах.

Web-приложение NooTron – достаточно объёмное программное средство, и его проектирование было бы невозможно без выбора методологии управления разработкой информационных систем. На основе анализа современных методологий, выполненного совместно с представителями фирмы Exigen Services, выбрана «гибкая» методология проектирования и разработки информационных систем Scrum.

Методология Scrum не требует до начала разработки программного средства предоставить исчерпывающую, зачастую избыточную, документацию, как это требуется в «жестких» методологиях. Здесь для начала необходимо лишь сформулировать общую концепцию продукта (Product Vision), нефункциональные требования (Non-functional Requirements) и список пользовательских историй, приоритетность которых согласована с заказчиком (Product Backlog). В гибкой методологии Scrum пользовательская история – это легкое и более наглядное средство описания требований, пришедшее на замену традиционным: функциональным спецификациям, описаниям сценариев использования (прецедентов) и т. д.

В 2012 г. разработан и размещён в Интернете первый релиз web -приложения «СППР NooTron». Он позволяет в режиме доступа «Гость» ознакомиться с методами многокритериального анализа, сформулировать проблему, выбрать метод и получить результат решения задачи в виде таблиц и наглядных диаграмм. Ограничение режима доступа «Гость» – ввод данных вручную.

В СППР NooTron можно решить любым из встроенных в библиотеку методов достаточно объёмную задачу. С помощью МАИ, МАС, МАИ+ММР можно решить задачу, в которой 2-10 критериев и 2-10 альтернатив; с помощью ММР – задачу, в которой 2-10 вариантов внешних условий, 2-10 альтернатив. Методом взвешенных сумм, интегрированным методом МВС+МАИ есть возможность составить рейтинг большого количества объектов (100 альтернатив) по трёхуровневой системе критериев, где у каждой ветви в этой системе может быть до 5 критериев. Таким образом, на первом уровне может быть до 5-ти критериев, на втором – до 25-ти, на третьем – до 125-ти.

СППР NooTron уже используется в учебном процессе в НМетАУ в аудиторных занятиях и в самостоятельной работе студентов (в том числе – заочников). Это подтверждает правильность главного проектного решения – реализации системы в виде web-приложения.

Пример представления результата решения в СППР NooTron (рис. 1) покажем на модельной задаче оценки эффективности проектов из [4], которая была решена интегрированным методом МАИ+ММР [3], а значения полезностей проектов для разных вариантов внешних условий были получены по методологии BOCR [5].

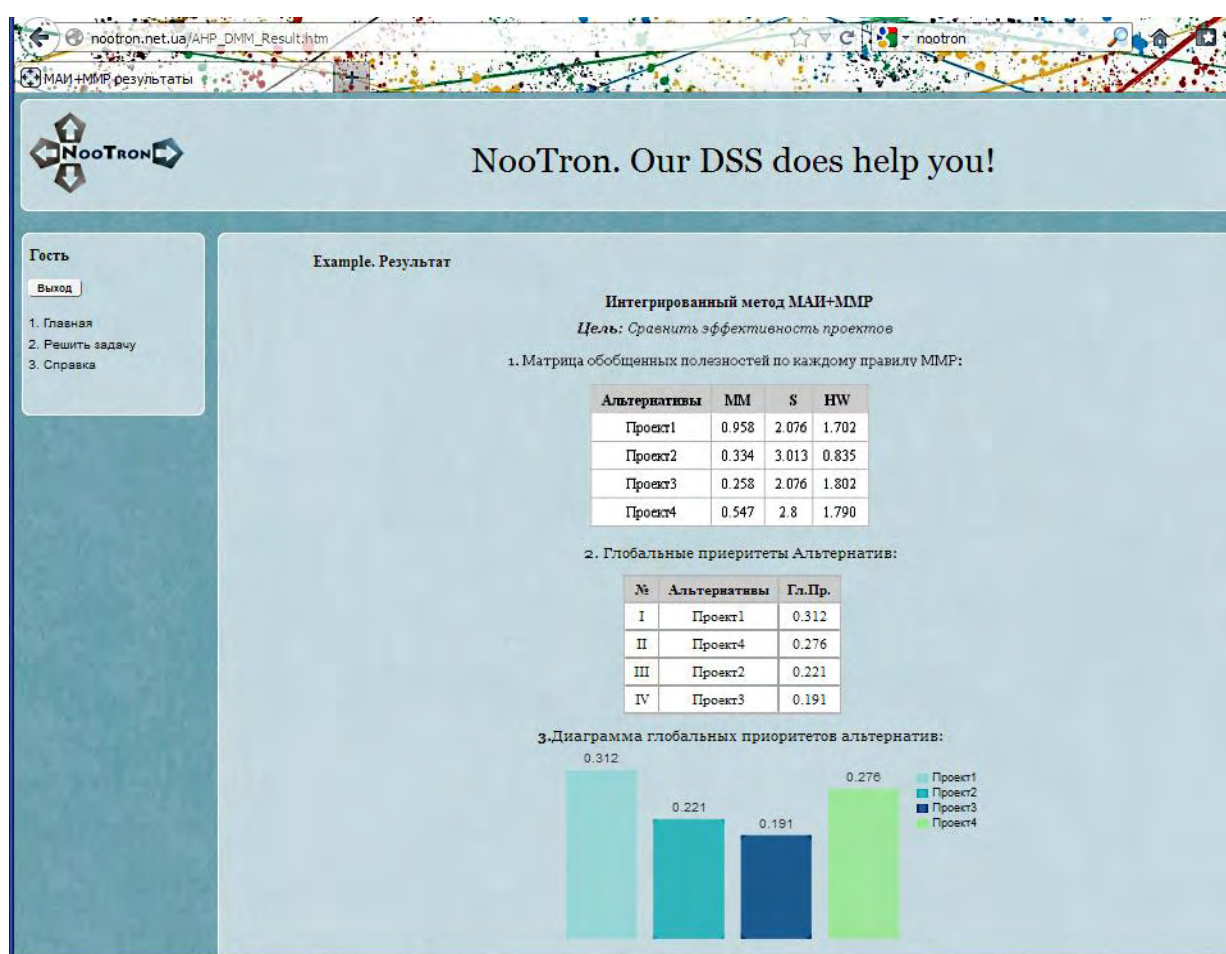


Рис. 1. «Результат решения задачи в СППР NooTron»

В следующем релизе планируется пополнить библиотеку несколькими методами МКА, а также спроектировать для режима доступа «Исследователь» средства автоматического импорта исходных данных, сохранение в учетной записи пользователя проектов по решению задачи любым из методов, создание и сохранение отчетов для решенной задачи.

Выводы. Разработанная система поддержки принятия решений NooTron содержит пополняемую библиотеку методов, в которую вошли как известные методы, так и оригинальные интегрированные методы МКА, а также подробную справочную информацию. СППР NooTron предназначена для использования в учебных целях, а также для научных и практических задач, где целесообразно использовать методы МКА (оценка и выбор лучших вариантов проектных решений, составление рейтингов, классификаций, диагностики, управление качеством продукции, распределением ресурсов). Web-приложение «СППР NooTron» используется в учебном процессе в НМетАУ при прохождении курса «Системный анализ».

Разрабатываются методические указания к выполнению практических работ в данной СППР.

Сейчас проектируется расширение этой системы для решения ряда прикладных задач, среди которых – рейтинги кафедр и преподавателей НМетАУ, сравнительный анализ технологий утилизации энергетических отходов в металлургической промышленности.

Литература

1. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: Учебное пособие. –СПб.: Издательство "Лань", 2009. - 272 с: ил.
2. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Теплякова Г.Л. Система поддержки принятия решений NooTron // Автоматизація: проблеми, ідеї, рішення: матеріали міжнар. наук. - техн. конф. Севастополь, 3-7 вересня 2012 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України; Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. В.Я. Копп - Севастополь.; СевНТУ, 2012. – С. 222-223.
3. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Ковалик Н.Н., Теплякова Г.Л. Интеграция методов многокритериального анализа и их применение в системе поддержки принятия решений // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 4 (75). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 140-152.
4. Михалев А.И., Кузнецов В.И., Теплякова Г.Л. Оценка эффективности проектов объединенным методом многокритериального анализа // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 3(80). – Днепропетровск, 2012. – С.113-121.
5. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.

В.В. ТКАЧУК, С.А. СЕМЕРИКОВ, В.П. ЩЕКИН
Криворожский национальный университет, Украина

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Анализ последних исследований показал, что приоритетом развития образования является внедрение современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в частности - технологий и средств мобильной обучения, обеспечивающих совершенствование учебно-воспитательного процесса, доступность и эффективность образования, подготовку молодого поколения к жизнедеятельности в информационном обществе.

Совет Европы еще в 1985 году определил, что «социальный и экономический контексты, в которых проходят образование и подготовка, характеризуются сильной неопределенностью и быстрыми изменениями, в частности по вопросу будущего образца занятости и развития новых технологий и, соответственно, вызывает положительное отношение к мобильности [1].

Начало третьего тысячелетия ознаменовалось активным исследованием педагогических возможностей мобильного обучения и внедрением его элементов в учебный процесс в разных формах. Исследованием этой проблемы за рубежом занимались Т. Андерсон, М. Шарплз, М. Алли, Д. Аттевель, М. Рагус, Д. Тракслер, В. А. Куклев, А. А. Андреев, В. В. Жуков, С. В. Кувшинов. В Украине над этой проблемой активно работают И. О. Теплицкий (теоретико-методические основы), Н. В. Рашевская, К. И. Словак (разработка и внедрение мобильных математических систем), А. Н. Стрюк, Ю. В. Триус (мобильные технологии комбинированного обучения), С. А. Семериков (мобильные средства облачных вычислений). Однако вопрос готовности студентов и преподавателей к широкому внедрению мобильного обучения остается не изученным.

Использование мобильных технологий в обучении является перспективным направлением в деятельности высших учебных заведений, но на сегодняшний день отсутствуют опыт разработки и внедрения специальных курсов в формате мобильного обучения, методика и рекомендации по созданию и преподаванию таких курсов. Есть лишь отдельные коммерческие курсы, которые внедряются в Украину из других стран и не имеют надлежащего сопровождения компетентным преподавателем.

Мобильное обучение как электронное обучение с помощью мобильных средств, независимо от времени и места, с использованием специального программного обеспечения педагогической основе междисциплинарного и модульного, подходов рассматривает В. А. Куклев [2].

С. А. Семериков, отмечает «мобильное обучение может быть определено как подход к обучению, при котором на основе мобильных электронных устройств создается мобильная образовательная среда, где студенты могут использовать их в качестве средства доступа к учебным материалам, содержащиеся в Интернете, везде и в любое время» [3, 119].

Мобильное обучение (Mobile learning или M-learning) – это передача знаний на мобильное устройство (телефон или карманный компьютер) с использованием интернет технологий. С помощью

выбранного устройства можно выйти в Интернет, скачать материалы, ответить на вопросы в форуме или сдать тест. Цель М-learning – сделать процесс обучения гибким, эффективным, доступным.

Задачей нашего исследования является изучение основных составляющих готовности студентов и преподавателей к реализации мобильного обучения: технологической, психологической и методической. Для реализации поставленной задачи были разработаны анкеты для студентов (рис. 1) и преподавателей (рис. 2).

Рис 1.

Рис 2.

Каждая анкета имеет интерпретацию на трех языках, для возможности охвата более широкого круга респондентов:

Анкеты для студентов	Анкеты для профессорско-преподавательского состава
(ru) http://goo.gl/cWpQl (ukr) http://goo.gl/NSCZ6 (eng) http://goo.gl/vLusu	(ru) http://goo.gl/ot102 (ukr) http://goo.gl/JPHIz (eng) http://goo.gl/rp3Wu

Результаты анкетирования дают возможность сделать предварительный анализ.

60% опрошенных, использующих мобильные устройства, используют Интернет, кроме того, 60% постоянно пересматривают видео. Такие результаты создают предпосылки для использования мобильного Интернета для передачи учебных материалов (в том числе - видеолекций). Более 50% опрошенных используют мобильные компьютеры, что предоставляет возможность использования специального программного обеспечения учебного назначения. Несмотря на преобладание смартфонов Nokia (52%), все большее распространение получают устройства разработанные Samsung (21%), Apple (7%), Sony (8%), HTC (6%). К наиболее распространенных операционных систем относятся Symbian OS (31%), Google Android (18%) и Apple iOS (6%). Заметим, что 32% опрошенных неизвестно, какой операционной системой они пользуются, поэтому при разработке программного обеспечения и учебных материалов для выделенных систем следует применять программно мобильные решения (прежде всего, браузерные и Java-технологии) с ориентацией на системы с UNIX-подобным ядром (31%), прежде всего – Google Android.

Основной вопрос, направленный на выявление уровня психологической составляющей готовности к реализации мобильного обучения: «Для Вас мобильные технологии обучения – это, прежде всего ...» дало такое распределение ответов:

- а) оснащенность вузов средствами мобильных технологий (34%);
- б) повсеместный доступ к локальным и глобальным сетям (67%);
- в) возможность использования мобильных средств в любой аудитории (44%);
- г) возможность получения учебных материалов на устройство по первому требованию (52%);
- д) возможность автоматического получения учебных материалов на устройство (43%).

Только у 11% опрошенных, возникли затруднения с ответами на эти вопросы.

68% опрошенных будут просматривать видеозапись лекции, если у них будет такая возможность, и 64% планируют использовать учебные материалы, доступные в Интернет с мобильного устройства (хотя 36% и не планируют это делать регулярно). Интересно, что 47% студентов уже сейчас используют свои мобильные устройства на зачетах и экзаменах, а 54% готовы выполнять задачи по учебному курсу, используя собственное мобильное устройство, в процессе дистанционного общения с преподавателем. Анкетирование показало, что из всех опрошенных лишь 1% отказывается использовать учебные материалы с мобильного устройства, 4% не определились, а 95% в разных формах выразили желание и интерес к мобильному обучению.

Для выяснения уровня методической составляющей готовности к реализации мобильного обучения были заданы следующие вопросы:

1. Какие элементы информационных технологий Вы используете в своей учебной деятельности?
 - а) пересылка исследуемых материалов и самостоятельных работ с помощью Интернета (66%);
 - б) мультимедиа (электронные) презентации (50%);
 - в) дискуссии и семинары, проводимые с помощью web-трансляций и видеоконференций (3%).
2. Являетесь ли Вы активным пользователем программ:
 - а) текстового редактора (64%);
 - б) Интернет-браузеров (83%);
 - в) электронной почты (58%);
 - г) Skype, ICQ (64%).
3. Готовы ли Вы использовать Ваше мобильное устройство как средство обучения?
 - а) да (49%); б) нет (13%);
 - в) при наличии адаптированных учебных материалов для моего устройства (36%).

Последний ответ подтверждает обнаруженную ранее необходимость адаптации учебных материалов для реализации мобильного обучения.

Исходя из результатов анкетирования, можно сделать обоснованный вывод, о высоком уровне технологической составляющей готовности студентов и преподавателей к реализации мобильного обучения, среднем – психологическом и низком – методическом, что обуславливает необходимость разработки психолого-педагогических и методических основ мобильного обучения в высших учебных заведениях.

Литература

1. Education and training for young people aged 16 to 19: problems and prospects : report on the 14th session of the Standing Conference of European Ministers of Education, Brussels, 7-9 May, 1985 / Council of Europe, Standing Conference of European Ministers of Education. – Council of Europe, 1986. – 31 p.
2. Куклев В. А. Становление системы мобильного обучения в открытом дистанционном образовании : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Куклев Валерий Александрович ; Ульяновский государственный технический университет. – Ульяновск, 2010. – 46 с.
3. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Семеріков Сергій Олексійович ; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2009. – 536 с.

А.Ю. ГРАБОВСКИЙ, А.С. МУСТАФАЕВ, М.А. АИНОВ
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗОНД В АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАЗМЕ: ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ К ПРИКЛАДНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Прогресс в создании нового поколения радиационно-стойких приборов плазменной энергетики будет определяться успехами в исследованиях неравновесной анизотропной плазмы. Для решения этих задач первостепенное значение имеет разработка методов диагностики, их совершенство, надежность и возможность применения в реальных условиях плазменных устройств.

В связи с вышесказанным в работе предложен и математически обоснован метод диагностики анизотропной плазмы цилиндрическими зондами путем совместного использования экспериментальных данных и решения кинетического уравнения Больцмана. Разработанный метод апробирован в плазме гелиевого низковольтного пучкового разряда непосредственно в рабочих условиях триодного стабилизатора тока и напряжения, при этом впервые:

1. Обнаружен контрагированный режим горения трехэлектродной дуги с вольт-амперной характеристикой (ВАХ), удовлетворяющей противоречивым требованиям стабилизации как тока, так и напряжения (рис. 1). Создано принципиально новое устройство, обеспечивающее получение стабилизированного постоянного тока с регулируемой плотностью $J_c = (10^{-1} - 10^1) \text{ A/cm}^2$ и стабилизированного напряжения в диапазоне 0-60 В.

2. Разработан универсальный метод подавления плазменных неустойчивостей, вызванных наличием участка отрицательного сопротивления на ВАХ прибора. Метод

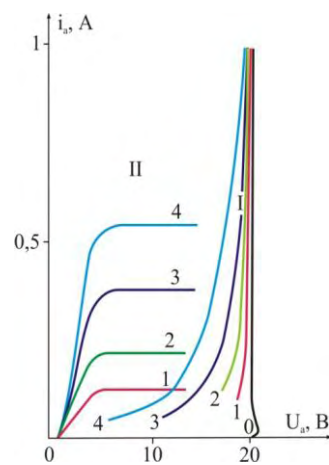


Рис. 1 ВАХ плазменного триода при различных значениях тока на управляющий электрод. i_{p0} : А: 1 – 0,01; 2 – 0,02; 3 – 0,03; 4 – 0,04.

обеспечивает стабилизацию рабочих параметров разряда вплоть до разрядных токов 5 А.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор А.С. Мустафаев

Е.Н. МАКСИМОВА, А.С. ЛЕСКОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ КСЕНОНА МИКРОПЛАЗМЕННЫМ СЕНСОРОМ CES С ГЕЛИЕВЫМ БУФЕРОМ

Разработки плазменных методов анализа молекулярного и атомарного состава вещества имеют важное значение, как в фундаментальном, так и в прикладном отношении в связи с их широким применением в областях физики, химии, биологии, медицины, материаловедения, а также в промышленности.

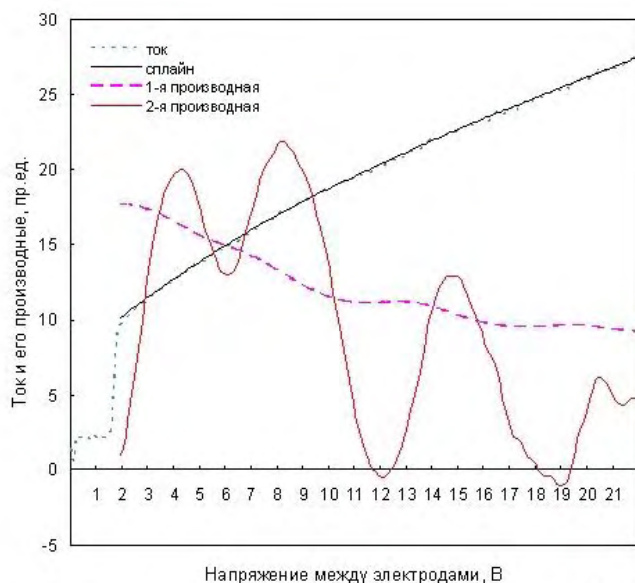
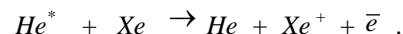


Рис.1 Спектры электронов в смеси He + 0,3% Xe при давлении 10 Торр

для газовой хроматографии.

В качестве нового подхода в работе предлагается микроплазменный детектор на основе метода столкновительной электронной спектроскопии (CES - Collisional Electron Spectroscopy) [1], который, в отличие от известных в настоящее время средств анализа, не требует вакуума, имеет размеры сотового телефона, а зазор между электродами при атмосферном давлении порядка 0,1 мм.

Зарегистрированы спектры энергии электронов в смеси He + 0,3% Xe при давлении 10 Торр (Рис.1). Пик в области 4 эВ вызван ионизацией водорода и углеводородов, выделяющихся из электродов под действием плазмы, пик в области 8 эВ соответствует ионизации атомов ксенона метастабильными атомами гелия:



Полученные результаты позволяют детектировать ксенон в буферном газе и иллюстрируют возможности применения детектора

Литература

1. Мустафаев А.С., Цыганов А.Б., Чирцов А.С. др. Журнал технической физики РАН, 2012, т.82, вып.10, с.1-6.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор А.С. Мустафаев

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-КОНКУРСА СТУДЕНТОВ ВЫПУСКНОГО КУРСА

А.Н. АГАЕВА

Московский государственный горный университет

АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В работе рассмотрены традиционные методы учета затрат и предложены не традиционные методы (приемы), активно влияющие на управление себестоимостью производства ювелирных изделий.

Выявлены причинно-следственные связи и их теснота в единстве стоимостных и натуральных показателей между видами и составом затрат, их классификацией, методами учета, группировками и признаками калькуляции, весом и капиталоемкостью потребляемых однородных материалов, объективно возникающих потерь в процессе производства и других показателей, влияющих на себестоимость ювелирных изделий.

Сформулированы методика и алгоритмы, позволяющие определить затраты на один грамм однородного материала ювелирного, в том числе уникального, изделия и его реализацию. Это послужило мотивацией для предложения не традиционного для российской практики метода (приема) управления себестоимостью, базирующегося на постоянных и переменных видах учтенных затрат, дополненного инновациями, относящимися к списанию в себестоимость изделий по методам ФИФО, ЛИФО и амортизационной политики, положительно влияющих налоговой защитой на финансовые показатели которые отражают уровень положительной деятельности предприятия.

Научный руководитель: д.э.н., проф. М.А. Ястребинский

В.А. АГЕЕНКО

Московский государственный горный университет

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PLAXIS ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ

Программный комплекс «Plaxis» широко применяется при проектировании городского подземного строительства. Вместе с тем, применяемая расчетная схема деформирования обделки тоннелей неадекватно отражает геомеханические процессы в окружающем грунтовом массиве: разрушение в своде тоннельной выработки отсутствует и обделка устанавливается в выработке без строительного зазора. В настоящей работе рассматривается новая расчетная схема деформирования и нагружения обделки тоннелей в рамках программного комплекса «Plaxis».

Научный руководитель: д.т.н., проф. И.В. Баклашов

И. А. АРТЕМЬЕВ

Ухтинский государственный технический университет

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДОПУСКА ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ И ОДНОРАЗМЕРНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ КОЛОННЫ В СКВАЖИНУ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ УЧАСТКОМ 2000 МЕТРОВ

На примере Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения (Республика Саха) были проведены расчеты для “телескопической” конструкции колонны и 146 мм колонны, традиционной для газовых скважин. “Телескопическая” колонна состоит из трех секций: 114 мм колонны; 127 мм колонны и 146 мм колонны. Каждая секция колонны имеет определенную длину. Для исследования влияния конструкции эксплуатационной колонны на величину доходящей до забоя нагрузки использовалась методика М.М. Александрова, т.е. методика расчета сил сопротивления и осевых усилий, возникающих при движении колонн в искривленных и горизонтальном участках скважины. По окончании расчетов были построены графики зависимости сил сопротивления и осевых усилий от длины скважины по стволу и по построенным графикам сравнивались возможности допуска телескопической и одноразмерной эксплуатационной колонны в скважину с горизонтальным участком 2000 метров.

Научный руководитель: к.т.н., профессор С. А. Кейн

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВОДНО-ПАРАФИНОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩИХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Водно-парафиновые эмульсии предназначены для придания древесно-стружечным плитам (ДСП), древесно-волоконистым плитам средней плотности (МДФ), древесноволокнистым плитам высокой плотности (ХДФ), ориентированным стружечным плитам (ОСП) гидрофобизирующих свойств.

Водно-парафиновые эмульсии представляют собой микродисперсную систему, в которой частицы парафина (гача) диспергированы в водной или водно-масляной среде.

Цель работы – разработка водно-парафиновых эмульсий, удовлетворяющих техническим требованиям по следующим показателям: содержанию твердого компонента, плотности, pH, размерам частиц, содержанию масла, содержанию n-парафинов.

В работе исследованы водно-парафиновые эмульсии на основе гача 3–го погона производства НПО «Нафтан» и парафина марки НС. Использовали водорастворимые эмульгаторы различного механизма действия следующих марок: «Телаз», «Яройл Вакс» и «Нефтенол ВКС-Н».

Кроме основных физико-химических показателей составов оценивали устойчивость эмульсий, гидрофобизирующие свойства парафиновых покрытий и реологические свойства.

Установлено, что водно – парафиновые составы на основе гача и парафина, содержащие в качестве эмульгаторов композицию «Телаз + олеиновая кислота» при оптимальных соотношениях, обладают наиболее высокой агрегативной устойчивостью, приемлемыми реологическими показателями и могут быть использованы в технологическом процессе получения плит ДСП и МДФ

Научные руководители: д.т.н., профессор В.Г. Спиркин, к.т.н., доцент И.Р. Татур

К.Ю. АФАНАСЬЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ГАЗОПРОВОДОВ

В работе предлагается сравнительный анализ и оптимизация газотурбинных установок (ГТУ) на примере газоперекачивающих агрегатов ООО «Газпром трансгаз Томск». Целью исследований является поиск наиболее эффективного метода повышения КПД и надежности рассмотренных турбоагрегатов. В ходе работы проведены расчеты классической схемы ГТУ, работающей в данный момент, определены изменения основных параметров при повышении эксплуатационных показателей, введении промежуточных подводов теплоты, промежуточного охлаждения воздуха, рекуператоров, а также использовании частично замкнутого циркуляционного контура. Применение предложенных решений будет способствовать не только повышению эффективности газоперекачивающих агрегатов, но и позволит получить дополнительный источник тепловой энергии для нужд персонала компрессорной станции.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Н.В. Чухарева

Э.Р. АХМЕТШИНА

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕНОСНОСТЬ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА БАВЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ: ЛИТОЛОГИЯ, КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВУАРА

Истощение нефтяных запасов терригенного девона в Республике Татарстан обуславливает необходимость вовлекать в разработку залежи углеводородов, локализованные в карбонатных отложениях каменноугольного возраста. Среди карбонатных пород-коллекторов карбона наибольшими запасами обладают отложения турнейского яруса, что, прежде всего, объясняется широким развитием в них органогенных известняков и наличием перекрывающих их терригенных пород визейского яруса. Однако извлечение нефти из карбонатных пород-коллекторов по технологиям нефтедобычи из терригенных отложений вызывает определенные трудности. В связи с этим актуальным становится изучение строения и особенностей формирования емкостного пространства известняков турнейского возраста.

Основной целью данной работы является изучение структурно-текстурных особенностей карбонатных пород турнейского яруса Бавлинского нефтяного месторождения. Объектом исследования является керновый материал, отобранный из продуктивного интервала юго-западной части Бавлинского

месторождения. С отобранными образцами керна были проделаны следующие виды работ: описание шлифов образцов керна; исследование ФЕС по данным керна и геофизики; электронная микроскопия образцов; распределение образцов по классификации Данхема; определение геометрии пустотного пространства. В настоящей работе проведено исследование структурно-генетических типов карбонатных пород по коллекции образцов. Конечным этапом работы стало геологическое моделирование исследуемого участка месторождения, необходимое для представления распределения коллекторов, открытой пористости, проницаемости и эффективных нефтенасыщенных толщин по турнейскому ярусу Бавлинской площади.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Н.Г. Нурғалиева

А.А. БАБИКОВ

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ)

ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВЕРХНЕЮРСКОЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА

Объект исследования находится в пределах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. В административном плане территория находится на границе Томской области и Ханты-Мансийского АО. Здесь открыт ряд крупных месторождений (Самотлорское, Советское, Аленкинское, Стрежевское, и др.). В настоящее время геолого-разведочные работы направлены на выявление мелких или сложнопостроенных залежей УВ. Уточнение геологического строения территории и выявление перспективных объектов для дальнейшего изучения является актуальной на сегодняшний день задачей.

В качестве исходных материалов использовались данные сейсморазведки МОГТ общей протяженностью 5595 км и материалы ГИС 174 скважин.

В пределах исследуемой территории выделяется Зайцевский вал, Советско – Соснинское куполовидное поднятие (КП) и группа структур в центральной части территории. Анализ истории тектонического развития показал, что формирование Зайцевого вала и Советско-Соснинского КП завершилось к палеоцену, в то время как группа центральных структур, которая активно формировалась на ранних этапах, практически не развивалась в это время. В палеоцен-четвертичное время рост этих структур активизировался. Ко времени начала интенсивной генерации УВ (поздний палеоген) в баженовской свите основные структуры были сформированы.

Комплексный анализ результатов интерпретации сейсмических данных, данных ГИС и результатов испытаний скважин позволил сделать выводы о перспективах нефтегазоносности территории. Верхнеюрские песчаные пласты получили почти повсеместное распространение. В пределах Зайцевого вала и Советско – Соснинского КП выделены перспективные объекты. Увеличение мощности георгиевской свиты на отдельных поднятиях явилось негативным фактором, обусловившим отсутствие на них залежей УВ.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Калинина Л.М.

К.И. БАБИЦКАЯ

Самарский Государственный Технический Университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИЦЕЛЛЯРНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе приводятся результаты сравнительных исследований по приготовлению мицеллярных растворов.

Целью данной работы является оценка эффективности мицеллярных растворов по сравнению с другими вытесняющими агентами для условий месторождений Самарской области.

В работе приведены несколько составов различных рецептур мицеллярных растворов, результаты исследований их физико-химических свойств и технологических параметров. Проведение сравнительных испытаний мицеллярных растворов и других вытесняющих агентов с целью определения вытесняющих свойств на образцах керна.

Проведение лабораторных исследований мицеллярных растворов с целью подбора наиболее эффективных рецептур для осуществления мицеллярно-полимерного заводнения на месторождениях высоковязких нефтей.

Научные руководители: к.х.н., В.В. Коновалов; доцент каф. Л.Н. Хромых

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНО-МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Перспективы нефтегазовой отрасли Российской Федерации связаны с освоением месторождений Крайнего Севера. Это обуславливает необходимость сооружения большого количества магистральных трубопроводов для транспортировки нефти до пунктов сбора и подготовки, нефтеперерабатывающих заводов. В районах сооружения таких трубопроводов преимущественно имеются вечно-мерзлые грунты. Их многообразие, необходимость применения сложных конструктивных решений обуславливает актуальность работы по оптимизации проектирования магистральных нефтепроводов в условиях вечно-мерзлых грунтов.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по оптимальному проектированию магистральных нефтепроводов в условиях вечно-мерзлых грунтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Провести аналитический обзор по принципам и методам сооружения магистральных нефтепроводов в условиях вечно-мерзлых грунтов;
2. Выбрать критерии оптимальности при определении рационального принципа прокладки нефтепровода в условиях вечно-мерзлых грунтов;
3. Выбрать наиболее подходящие к данной системе методы оптимизации;
4. Разработать алгоритм оптимального проектирования магистрального нефтепровода в условиях вечно-мерзлых грунтов;
5. Разработать программу расчета основных технических параметров нефтепровода при различных принципах прокладки с учетом заданных характеристик грунта и выбора наиболее оптимального варианта с учетом выбранных критериев;

Решение поставленных задач позволит не только сократить время на проектирование магистральных нефтепроводов в условиях вечно-мерзлых грунтов, но и обеспечить выбор оптимального варианта из всех возможных по заданным критериям.

Научный руководитель: ст.преп. каф. «Нефтегазовое дело» М.В.Кучеренко

К.К. БАТЮШКИН

Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова

ВЫБОР ВАРИАНТА КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ ДЛЯ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ В УСЛОВИЯХ РУДНИКА «МИР»

Одно из перспективных направлений совершенствования технологии подземной разработки на руднике «Мир» связано с созданием и внедрением камерных систем разработки с буровзрывным способом отбойки и закладкой выработанного пространства, при обеспечении устойчивости горных конструкций и безопасности ведения горных работ.

Для определения оптимальных параметров системы разработки, сбора данных о технико-экономических показателях и наработки опыта технологии выемки кимберлитовых руд, необходимо проведение опытно-промышленной проверки предлагаемой системы в условиях рудника «Мир».

Целью опытно-промышленных работ является изучение возможности применения камерных систем разработки, обоснование устойчивых размеров очистных выработок, оптимизация параметров технологических процессов. В связи с этим первоначально следует испытывать варианты, которые позволят на сравнительно небольших объемах горных работ получить достаточный для анализа массив натуральных данных. При этом проведение испытаний не должно ухудшать условия отработки оставшихся запасов. Схема подготовительно-нарезных работ должна предусматривать возможность перехода к другим параметрам камер по высоте, длине и ширине.

Предварительными расчетами установлено что размеры поперечного сечения камер не должны превышать 12,5х6м или 12,5х8м. Для технико-экономического сравнения были выбраны 2 варианта камерной системы разработки: с укороченными камерами и с трапециевидными камерами. В результате технико-экономической оценки выявлено существенное преимущество использования варианта системы с трапециевидными камерами, с последующим переходом на ромбовидные камеры, который рекомендован для опытно-промышленных испытаний.

Научный руководитель: к.т.н., А.Н. Петров

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УДАЛЕНИЯ СКАЛЬНОЙ ВСКРЫШИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Как правило, в России, трещиноватый мрамор традиционно обрабатывают баровыми камнерезными машинами (БКМ), причем на отработку данного слоя приходится от 40 до 80 % времени затрачиваемого на строительство карьера.

С целью сокращения времени строительства карьера исследована возможность совместной отработки скальной вскрыши и добычного горизонта одним высоким уступом комбинированной отработкой с использованием АКМ и БКМ. Комбинация АКМ и БКМ позволяет увеличить высоту ступа, сократить время удаления скальной вскрыши за счет повышения производительности оборудования. При этом применение БКМ на горизонтальной подрезке монолита устраняет трудоемкое горизонтальных шпуров.

В результате проведенных исследований установлено, что при производительности карьера 45 тыс.м³ по мрамору, удаление скальной вскрыши комплексом из АКМ и БКМ при высоте уступа по скальной вскрыше 6 м позволяет увеличить рентабельность предприятия с 8,9 до 13,5 %, снизить период строительства карьера на 2 мес, по сравнению с применяемым в настоящее время комплексом из баровых камнерезных машин. Эффективность применения комплекса АКМ и БКМ объясняется главным образом увеличением производительности камнерезного оборудования, и снижением капитальных затрат. Наряду со снижением капитальных затрат использование АКМ при удалении скальной вскрыши позволяет получать попутную добычу в более ранний период.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.Г. Караулов

Е.А. БЕЛОУСОВА

Московский государственный горный университет

ИННОВАЦИОННОЕ РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАРЬЕРНОГО ДРАГЛАЙНА

В общей технологии открытых горных работ при разработке месторождений, сложенных мягкими породами, одними из основных производственных процессов является вскрышные и перевалочные работы с применением карьерных экскаваторов - драглайнов.

Драглайн обладает возможностью отработки высоких уступов нижним черпанием, но конструктивные особенности его рабочего оборудования не позволяют осуществлять эффективную погрузку горной массы в мобильные транспортные средства.

На протяжении многих лет ведутся поиски технических решений, направленных на обеспечение возможности рабочего оборудования драглайна осуществлять погрузку горной массы в мобильные транспортные средства. Однако предложенные идеи до настоящего времени не нашли практического воплощения.

В работе предлагается оснастить упряжь ковша драглайна двумя механизмами свободного хода (МСХ), размыкаемых по команде машиниста - оператора драглайна, в момент разгрузки ковша над мобильным транспортным средством (автосамосвалом) нормально опрокинутым электрическим двигателем постоянного тока.

Применение инновационного рабочего оборудования карьерного драглайна разработанного на кафедре Горных машин и оборудования МГТУ используемого для погрузки в транспорт позволит получить:

- увеличение на 30-40% производительности;
- увеличение на 8-10% угла откоса рабочего борта карьера (снижения объемов вскрышных работ);
- уменьшение плеча транспортирования горной массы за счет расположения транспортных коммуникаций на кровле уступа.

Научный руководитель: к.т.н., доц. В.Ф. Сандалов

М.В. БЕЛОЦКИЙ

Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга

ГЕОЛОГИЯ И РУДЫ КРЕРУКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

В начале третьего тысячелетия в связи с резким ростом цен на золото и другие металлы в Камчатском крае резко активизировалась горно-геологическая деятельность. В настоящее время в Камчатском крае успешно работают два горно-обогачительных комбината: Агинский ГОК (золото-теллуридное месторождение Агинское, Центрально-Камчатский горнорудный район (ЦКГР)),

функционирующий с 2006 г.; - Асачинский ГОК (золото-серебряное месторождение Асачинское, Южно-Камчатский горнорудный район (ЮКГР)), введенный в эксплуатацию в октябре 2011 г. Один из существенных недостатков таких месторождений - относительно небольшие запасы (20-50 т, редко 100 т и более металла). Так, например, для прироста запасов Агинского месторождения необходимо более детальное исследование золоторудных объектов, расположенных в ЦКГР.

Крерукское рудное поле – один из наиболее перспективных объектов ЦКГР. Прогнозные ресурсы золота - 17,8 т; серебра - 115,9 т при среднем содержании (г/т) золота 9,7; серебра – 63,2. Соотношение Au / Ag почти всегда больше 1:2, но меньше 1:20.

В данной работе детально изучен минеральный и химический состав руд и вмещающих пород такими классическими методами исследования: минераграфический, индукционно-связанная плазма, рентгенофлуоресцентный и рентгеноспектральный с электронным зондом микроанализ.

Научный руководитель к.г.-м.н., доцент В.М. Округин

Н. Ю. БЕРСЕНЁВА

Камчатский Государственный Университет им. В. Беринга

КАРТИРОВАНИЕ СКАЛЬНЫХ ПОРОД ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В РАЙОНЕ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

Одним из наиболее эффективных инженерно-геофизических методов для отбивания кровли коренных пород является сейсморазведка методом преломленных волн. При резкой смене рыхлой осадочной толще на скальные грунты происходит резкий скачек скорости сейсмических волн, который надежно регистрируется данным методом. В 2011-2012 гг в районе города Петропавловска-Камчатского проводились геофизические инженерно-изыскательные работы. Сейсморазведка методом преломленных волн была выполнена на нескольких площадках в разных районах города. Обработка всех сейсморазведочных данных проводилась в программе RadExPro. На разрезах картируется верхняя граница скальных грунтов. При обработке и интерпретации так же были привлечены результаты электроразведочных работ, данные по бурению и геологическим изысканиям.

Научный руководитель: канд. геол.-мин. наук И.Ф. Делемень

С.Х. БЕШЛЕЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФАЦИАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРИЗОНТА Ю1 НА ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Цель работы – обоснование перспектива нефтегазоносности ниже-среднеюрских отложений.

Актуальность работы: исторически наиболее крупные и высокодебитные залежи нефти и газа в Томской области были открыты в верхнеюрских отложениях Нюрольской впадины. Современные стратегии поисковых работ привели к открытию залежей в ее ниже-среднеюрском разрезе, нося при этом, случайный, а не целенаправленный характер.

Это обусловлено весьма слабой изученностью нижних горизонтов осадочного чехла, представленного, в отличие от морских образований верхней юры и неокома, сложными по строению полифаціальными объектами.

Задачи исследования: характеристика геологического строения территории исследования, анализ предыдущих исследований, выбор и обоснование критериев нефтегазоносности.

В геологическом строении Нюрольской мегавпадины принимают участие сильно дислоцированные карбонатные и карбонатно-кремнистые породы палеозойского фундамента, на котором с угловым и стратиграфическим несогласием залегают породы терригенного чехла, представленные юрскими, меловыми, четвертичными отложениями. В работе рассмотрена стратиграфия ниже-среднеюрских отложений, приведена литологическая характеристика резервуаров и экранирующих толщ, рассмотрены геохимическая характеристика нефтегазоносных комплексов нижней-средней юры. Оценка нефтегазоносности основана на структурно-тектонических, лито-фаціальных, гидрогеологических и геохимических критериях, отражающих обстановки осадконакопления, накопления и преобразования органического вещества с последующими благоприятными условиями, существовавшими для формирования залежей нефти и газа.

Научный руководитель: к. г.м.н., Н.М. Недоливко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО СЕПАРАТОРА СРФ1-100Л ДЛЯ ЭЛЕМЕНТНОГО ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – один из современных методов исследования вещества с целью получения его элементного состава. РФА широко используется в промышленности, научных лабораториях. Благодаря простоте и точности, сферы его применения продолжают расширяться.

Кроме основной функции – собственно сепарации – рентгенофлуоресцентный метод можно использовать для элементного экспресс-анализа.

На кафедре ОПИ УГГУ есть рентгенофлуоресцентный сепаратор СРФ1-100Л, на котором ведутся лабораторные и исследовательские работы в рамках курсов «Информационные методы обогащения» и «Исследование руд на обогатимость».

Для проведения элементного экспресс-анализа созданы приспособления для фиксации кусковых и порошковых проб. Разработаны методические условия использования сепаратора в качестве анализатора: материал, закрывающий пробу (тонкая пленка); положение в пространстве кюветы с материалом (нулевой уровень; оптимальное расстояние).

Эти условия испытаны на пробах 4-х различных месторождений. На рисунке представлена градуировочная характеристика, полученная по результатам экспресс-анализа. Случайная относительная погрешность элементного экспресс-анализа с использованием рентгенофлуоресцентного сепаратора СРФ1-100Л составляет 2-5%.

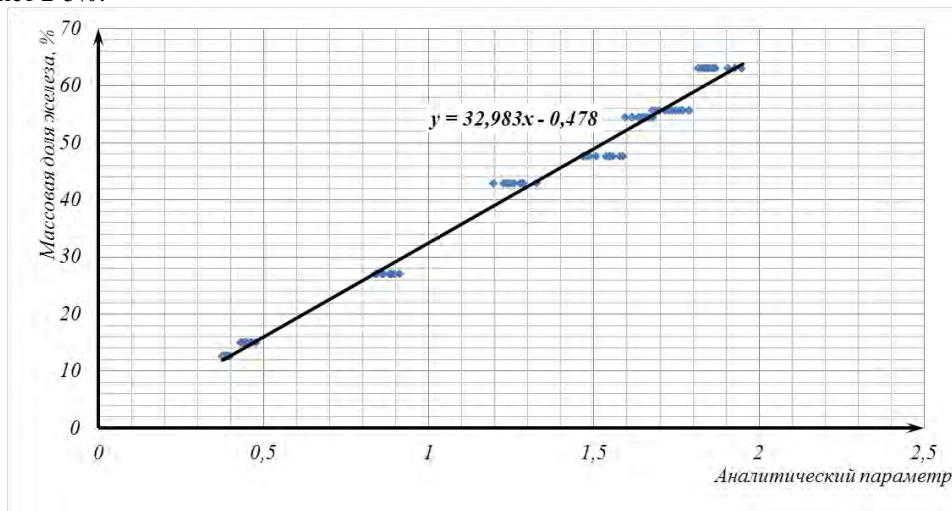


Рис. 1. Градуировочная характеристика
Научный руководитель: д.т.н., профессор Е. Ф. Цыпин

А.В. БУГАЕВ
Омский государственный технический университет

МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ НЕРАВНОМЕРНОЙ ОСАДКИ ОСНОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Перспективы нефтегазовой отрасли Российской Федерации связаны с освоением месторождений Крайнего Севера. Это обуславливает необходимость сооружения большого количества магистральных трубопроводов для транспортировки нефти до пунктов сбора и подготовки, нефтеперерабатывающих заводов. В районах сооружения таких трубопроводов преимущественно имеются вечно-мерзлые грунты. Их многообразие, необходимость применения сложных конструктивных решений обуславливает актуальность работы по оптимизации проектирования магистральных нефтепроводов в условиях вечно-мерзлых грунтов.

Целью данной работы является разработка метода и устройства для непрерывного контроля неравномерной осадки основания вертикального стального цилиндрического резервуара.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Провести аналитический обзор по существующим методам и устройствам контроля неравномерной осадки в прочесе эксплуатации вертикальных стальных цилиндрических резервуаров;
2. Описать метод на котором основано устройство для непрерывного контроля неравномерной осадки в прочесе эксплуатации вертикальных стальных цилиндрических резервуаров;

3. Спроектировать устройство для непрерывного контроля неравномерной осадки с функцией оповещения оператора через ЭВМ;
 4. Провести испытания разработанного устройства в лабораторных условиях.
- Решение поставленных задач позволит вовремя обнаружить дефекты основания вертикальных стальных цилиндрических резервуаров и снизить риски возникновения аварийных ситуаций.
- Научный руководитель: ст.преп. каф. «Нефтегазовое дело» М.В.Кучеренко

Е. В. БУРКОВА, Г.В. МАКАРОВ

Сибирский государственный индустриальный университет

ИССЛЕДОВАНИЯ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ВОЗМУЩЕНИЙ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА НА КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Цель работы — исследование совместного влияния свойств неконтролируемых возмущений и динамических характеристик канала регулирования на показатели качества работы САР по отклонению, в частности среднеквадратическое отклонение.

Объектом исследования являлась линейная динамическая одномерная система регулирования по отклонению. Модель объекта регулирования (ОР) представлена последовательным соединением инерционного звена первого порядка со звеном запаздывания (с малым τ).

Неконтролируемые возмущения ОР оценивались путем их приведения к выходу объекта. Они представлялись стационарным динамическим рядом с заданной автокорреляционной функцией (АКФ) $R_{np}(\theta) = \sigma_{np}^2 e^{-\alpha\theta}$, где σ_{np}^2 – дисперсия возмущения, α – коэффициент спада АКФ, θ – время сдвижки. Для этого был использован алгоритм на основе авторегрессионной модели n -ого порядка с коррекцией по обратной связи, что позволило обеспечить при постоянных условиях воспроизводимость свойств динамического ряда приведенных возмущений, отличающихся друг от друга не более 1-2%.

Для проведения исследований использовались аналитические и численные методы. Для последних был разработан моделирующий комплекс, содержащий блоки формирования и оценки возмущений, блок управления, САР по отклонению и блок расчета критериев.

Перед системой регулирования ставилась задача стабилизации, связанная с подавлением эффектов неконтролируемых возмущений. Условия моделирования: $\sigma_{np}^2=1$, $0,01<\alpha<0,1$; $k=1$, $10<T<500$, $\frac{\tau}{T} = const$.

Запаздывание τ менялось с шагом 1 с от 1 до 50.

По результатам исследования выявлено, что наиболее значимо влияют на качество регулирования САР изменение σ_{np}^2 , коэффициента α и τ .

Установлены соотношения между временем чистого запаздывания и показателем спада АКФ, характеризующих равенство СКО регулирования САР исследуемого типа. Полученные соотношения могут быть использованы при переносе результатов исследования с одних систем на другие, в частности, с модельных на натурные.

Руководитель: д.т.н., профессор В.Ф. Евтушенко

Ю.А. ВЕНКОВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

АНАЛИЗ ПРИЧИН КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Опыт эксплуатации промысловых трубопроводов свидетельствует о том, что большинство их отказов происходит из-за внутренней коррозии, вызванной взаимодействием металла с агрессивными компонентами, содержащимися в водонефтяной эмульсии. При анализе коррозионных повреждений сечение трубы было разбито на 3 зоны:

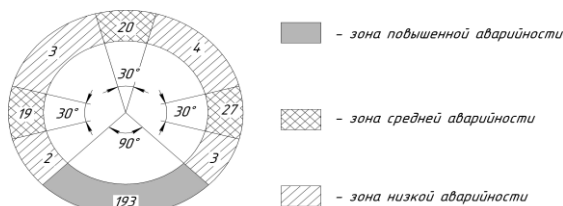


Рис 1. Зонирование трубы по числу коррозионных повреждений
И сделаны следующие выводы:

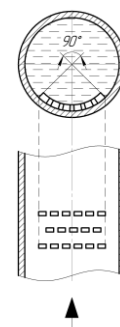


Рис. 2. Схема расположения перегородок

1. Большое количество повреждений в нижней части объясняется тем, что при движении по трубе водонефтяной эмульсии, в нижнем слое потока оказывается вода и твёрдые частицы, выносимые из скважины и оседающие на дно трубы и при движении с потоком негативно воздействующие на металл. Значительное число порывов в зоне средней аварийности обусловлено накоплением усталостных напряжений при поворотах и переходах, что также благоприятствует коррозии.

2. Для повышения срока службы промысловых трубопроводов было предложено устанавливать в трубе специальные перегородки. При прохождении потока жидкости через них вода с механическими примесями перемешивается с нефтью. Это позволит уменьшить количество повреждений в зоне повышенной аварийности.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ш. К. Гильмутдинов

К.Ю. ВЕТРОВА

Омский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ИЛИ УТИЛИЗАЦИИ ОБЕЗВРЕЖЕННЫХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РЕАГЕНТНОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ

Одним из эффективных методов оперативного преодоления последствий нефтяного загрязнения почвы является метод реагентного капсулирования. Суть метода в переводе нефтезагрязненного шлама, имеющего 3 класс опасности, в мелкодисперсные, твердые, биологически инертные капсулированные гидрофобизированные образования с высокой степенью иммобилизации загрязняющих веществ в отход 4-го класса опасности.

Достоинствами метода являются: доступные и недорогие реагенты на основе щелочных материалов, простота технологии реализации метода, непродолжительный процесс капсулирования. Однако после проведения процедуры обезвреживания встает вопрос по рекультивации земельного участка или утилизации получившегося отхода.

Целью настоящего исследования является анализ возможных путей дальнейшего использования капсулированного нефтешлама.

В работе рассмотрена возможность применения метода фиторемедиации для рекультивации земель. Экспериментально показана эффективность предлагаемого метода при хранении капсулированного отхода в течении первых 3 –х лет хранения.

Здесь же проанализирована возможность утилизации капсулированного материала в качестве заменителя песка в дорожном строительстве и в подсыпку под фундаменты емкостей хранения нефтепродуктов.

Выводы.

1. Рекультивация капсулированного материала, полученного при ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов методом реагентного капсулирования, возможна только в течении первых трех лет его хранения. С увеличением срока хранения капсулированного материала возрастают его щелочные свойства, что препятствует внедрению биологических методов.

2. Утилизация капсулированного материала в качестве альтернативы песка в дорожном строительстве возможна не ранее, чем после 3-х лет хранения.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Л.О. Штриплинг

О.А. ГАВРЮШКИНА

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТАШЕЛГИНСКОГО ПОЛЯ, ГОРНАЯ ШОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ташелгинское пегматитовое поле расположено в Кемеровской области, оно относится к так называемым «нулевым» объектам. В 2005-2007 гг. здесь проведены поисково-разведочные работы и выявлены следующие разновидности гранитных пегматитов: олигоклаз-микроклиновые с биотитом, двуслюдяные альбит-микроклиновые, мусковитсодержащие микроклин-альбитовые, сподумен-микроклин-альбитовые с мусковитом. Главным объектом исследований являлась жила сподуменных пегматитов Юрьевская, вследствие её наилучшей обнаженности. Жила имеет зональное строение, но большую её часть составляет крупнозернистый пегматит, являющийся среди минеральных комплексов жилы наиболее перспективным в качестве литиевой руды.

Крупнозернистый пегматит жилы Юрьевская сложен мусковитом, сподуменом, кварцем и полевыми шпатами. Сподумен содержит в среднем около 6,4 мас% Li_2O . Мусковит – второй по значимости концентратор лития в пегматите. Он относится к богатым литием (0,2-0,3 мас%) мусковит-фенгитам. Литий

также содержится в полевых шпатах, представленных калиевым полевым шпатом ($\text{Or}_{0,96}$) и альбитом ($\text{Ab}_{0,01}$). Калиевые полевые шпаты содержат не более 40 г/т лития, а плагиоклазы – 4 г/т.

Минеральные ассоциации сподуменовых и мусковитовых разновидностей пегматитов Ташелгинского поля во многом сходны: породообразующие и второстепенные минералы мусковитовых и сподуменовых пегматитов содержат аналогичный набор включений минералов (тантало-ниобаты, циркон, фосфаты редких земель и др.). Это позволяет предположить, что мусковитовые и сподуменовые пегматиты имеют общий источник вещества, а различия в их составе отражают вариации составов пегматитообразующих магм в процессе становления жил Ташелгинского поля.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент С.З. Смирнов

Р.И.ГАНИЕВ, Р.Р. БАГАУТДИНОВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЙ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ЦЕМЕНТИРОВАНИИ СКВАЖИН

При цементировании обсадных колонн большого диаметра ($D > 245\text{мм}$) режим нагнетания тампонажного раствора чаще всего ламинарный. При этом тяжёлый тампонажный раствор вклинивается в более лёгкие, буферную и промывочную жидкости в виде «языка».

Для исключения проблем цементации, основным из которых является смешивание растворов при движении тампонажного раствора в обсадной колонне, необходимо понимание процессов вытеснения внутри трубы, так как разница в плотностях может вызывать взаимосмешение растворов или прорыв буферных жидкостей в буровой раствор, цементного раствора в буферную жидкость или привести к смешению начальной и конечной порции раствора.

Эффективность заливки цементного раствора для создания полной и постоянной зоноизоляции зависит от эффективности вытеснения бурового раствора при движении тампонажного раствора внутри обсадной колонны, т.е. от исключения прорыва цементного раствора через буровой, взаимного смешения растворов обсадной колонне при заливке. При достижении «языка» башмака колонны в кольцевое пространство определённое время наступает как тампонажный раствор и буферная и промывочная жидкости, образуя смесь это, естественно, отрицательно сказывается на качестве цементирования. Представляет интерес определить зависимость объёма, образующихся смесей от режима нагнетания, реологических параметров жидкостей, их плотности и длина обсадной колонны.

Было составлена программа, позволяющая рассчитать формы и размеры «языка» тампонажного раствора и объёма, образующихся смесей. По нашим расчётам вклинивание тампонажного раствора имеет V-образный вид. Также была построена экспериментальная лабораторная установка, на основе которого наглядно была определена зона вклинивания тампонажного раствора.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.О. Акбулатов

А.В. ГОЛУШКОВА, Д.А. ЯБЛОКОВА

Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга

ТРАВЕРТИНЫ ВИЛЮЧИНСКОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вилючинская гидротермальная рудообразующая система на современном эрозионном срезе представлена многочисленными термальными источниками и зонами аномального теплового потока, которые располагаются в среднем течении реки Вилюча и известны под названием Вилючинские ключи. Она граничит на севере с Паратунским гидротермальным районом, голоценовым (?) Вилючинским вулканом, а на юге – Мутновской высокотемпературной геотермальной системой, одной из крупнейших на Камчатке.

Вилючинская гидротермально-магматическая рудообразующая система существует, по меньшей мере, более млн. лет. Ее деятельность носит пульсационный (осцилляционный) характер. В результате эволюционной деятельности этой системы произошло накопление значительных концентраций Au, Ag, Sb, As, Hg, которые мы называем Родниковым месторождением. На дневной поверхности из таких хлоридно-карбонатно-натровых вод с $T = 54-78^\circ\text{C}$ происходит интенсивное отложение карбонатов с образованием больших полей травертинов.

Минеральный состав травертинов: кальцит, арагонит, опал, оксиды и гидроксиды Fe, Mn, сульфиды Fe, Cu, Zn, Hg и самородные металлы (единичные выделения самородного золота со сложной микроморфологией).

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.М. Округин

СЕЙСМОГЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТЕЙ ГОРНОГО АЛТАЯ

Неотектоническая блоковая структура исследованных частей Горного Алтая определяется наличием разноранговых разломов различной кинематики. Современные движения по разломам в их пределах, а также на прилегающих территориях Алтая, Казахстана, Китая и Монголии сопровождаются инструментально зафиксированными сейсмическими событиями с $M \leq 8$ и $I \leq 9$, а также сильными историческими землетрясениями. В разрезах полифациальных верхнеолейстоцен-голоценовых комплексов, выполняющих крупные межгорные впадины (Уймонская, Катандинская, Тюнбургская) и более мелкие приразломные грабены выявлены сейсмогенные деформации, или “сейсмиты”. Обосновано их отличие от текстур иного генезиса. Хрупкие деформации представлены разломами различной кинематики с амплитудами вертикальных смещений от первых сантиметров до 1,5 м, структурами растяжения шириной до 2,5 м. Ранние стадии разжижения рыхлых влагонасыщенных осадков способствуют развитию пластической деформации с образованием флексур и складок. Усиление разжижения среды приводит к перемешиванию контактирующих слоев разного гранулометрического состава, с формированием “шаровых” и незакономерных текстур, отторженцев и “пластичного” будинажа. Следствием флюидизации является формирование питающих структур песчаных вулканов. Сейсмиты часто приурочены к определенным стратиграфическим уровням, т.е. деформированные интервалы зажаты между недеформированными пачками и прослеживаются в разрезах, расположенных на расстоянии в десятки метров, при этом, деформированные интервалы располагаются спонтанно в разрезах, состоящих из однотипных седиментационных последовательностей. Выявленные деформации масштабно и морфологически соответствуют сейсмита, зафиксированным в других сейсмоактивных регионах, а также полученным при лабораторном моделировании. Размеры и типы обнаруженных сейсмита указывают на то, что в позднем неоплейстоцене - голоцене в регионе имели место довольно сильные землетрясения с $M=5.0-6.0$.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ 12-05-3177 мол_а.
Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Е. В. Деев

Д. В. ГУРЬЕВ

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДАМБ

Объект исследования – грунтовые (глинистые) дамбы накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий Кузбасса.

В подавляющем большинстве случаев для расчета устойчивости проектируемой дамбы используются физико-механические свойства грунтов, значения которых приведены в СП 11-105-97. Экспериментальные исследования, включающие полевые и лабораторные методы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и обработку результатов известными методами математической статистики, показали, что фактические свойства глинистых грунтов находятся в широком диапазоне: сцепление $C = 0,013 - 0,093$ МПа, угол внутреннего трения $\varphi = 15 - 28^\circ$; γ – плотность $\gamma = 1,71 - 2,04$ т/м³ при естественной влажности $W = 20 - 29\%$ (коэффициент вариации $V_\sigma = 9 \div 64\%$).

Компьютерное моделирование по оценке устойчивости дамбы методом алгебраического сложения сил по плавной криволинейной поверхности скольжения для всего диапазона физико-механических свойств грунтов показало следующее: изменение расчетного коэффициента запаса устойчивости при варьировании свойств грунтов от минимального до максимального значения составило 75%; наиболее значимым показателем является сцепление, при его изменении всего на 3,1% коэффициент запаса устойчивости уменьшается на 5% и нижней откос дамбы переходит от надежного состояния в состояние предельного равновесия; зависимость коэффициента запаса устойчивости от сцепления грунтов выражается функцией вида $k_f = 1,465C + 0,533$ (коэффициент детерминации $R^2 = 0,986$). Поэтому для обеспечения

надежности таких сооружений следует периодически проводить инженерно-геологический мониторинг грунтов, а параметры дамбы назначать с таким расчетом, чтобы устойчивость сооружения обеспечивалась для всего диапазона варьирования физико-механических свойств.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.П. Бахаева

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В работе представлен новый подход в сфере научно-технического обеспечения горных предприятий. А именно интеллектуальная система принятия решений по предотвращению геодинамических явлений. Главной функцией которой заключается в предоставлении своевременной информации ответственному лицу о возможных чрезвычайных ситуациях на производстве и путей их предотвращения.

Научный руководитель: д.т.н., проф. В.М. Шек

Н.К. ДАНИЛКО*Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М. Губкина***ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ОСКОБИНСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОГО СКЛОНА КАМОВСКОГО СВОДА**

Объектом исследования являются верхневендские отложения оскобинской свиты западного склона Камовского свода. Отложения оскобинской свиты продуктивны в пределах Оморинского месторождения. Здесь к ним приурочена крупная залежь углеводородов. Кроме того промышленная нефтегазоносность оскобинской свиты доказана в пределах Камовского и Юрубченского месторождения.

Задачей исследования являлось изучение вещественного состава продуктивных отложений оскобинской свиты западного склона Камовского свода. В работе были проанализированы данные керн и ГИС по скважинам Платоновская 1, 2 и Камовская 1,2, Чегалбуканская 1, Оморинская 11, а так же данные ГИС ещё по ряду скважин.

Отложения оскобинской свиты регионально прослеживаются в пределах всей исследуемой территории. К тому же они отличаются высокой степенью изменчивости по мощности и фильтрационно-ёмкостным свойствам. Отличительной чертой этих отложений является большое количество смешанных разностей пород.

Различия в типах разрезов определяются фациально-палеогеографической ситуацией оскобинского палеобассейна. В верхней части склона распространены фации переходные от континентальных к морским, в средней фации мелководного шельфа, а в нижней зоне склона – относительно более глубоководных зон шельфа.

В результате исследований на растровом электронном микроскопе (РЭМ) были выявлены следующие особенности структуры пустотного пространства пород-коллекторов оскобинских отложений. В пустотах присутствует значительное количество аутигенных минералов. В частности были выявлены такие минералы, как галит, ангидрит, цеолиты. Таким образом мощность прослоев пород-коллекторов и их фильтрационно-ёмкостные свойства определяются фациально-палеогеографической ситуацией в оскобинском палеобассейне, а так же направленностью и интенсивностью вторичных процессов.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор О.В. Постникова

А. Н. ДЕЛЕВ*Казанский Федеральный Университет***ОДНОВРЕМЕННО РАЗДЕЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ**

На месторождениях Мелекесской впадины (МВ) карбонатные пласты в основном среднего (башкирский ярус, верейский горизонт), а также нижнего карбона (турнейский ярус) содержат значительную (свыше 50%) часть от общих запасов нефти, однако они слабо охвачены разработкой: за базисной эксплуатационный объект принимается терригенная толща нижнего карбона. Причина такого подхода кроется в вязкости нефти (60-250 мПа*с и выше), высокой степени микро- и объемной неоднородности пластов-коллекторов. Все это дает основание относить запасы в карбонатных коллекторах МВ к вдвойне трудноизвлекаемым (Р.З.Мухаметшин, 2006).

В разрезах скважин в среднем карбоне может насчитываться до 4-5 пластов: нижний пласт Бш1 (предполагается выработка запасов на естественном режиме) и пласты Бш2, Вр-2, Вр-3 и Вр-5 (разработка с заводнением). Несмотря на то что средние значения фильтрационно-ёмкостных свойств пластов различаются не критично, поинтервальные параметры коллекторов могут сильно различаться. В то же время при ре-

комендованных регламентом сетках скважин (6-9 га/скв) размещать самостоятельные эксплуатационные сетки скважин на объекты нерентабельно. Кроме того, разработка карбонатных пластов общим фильтром приводит к потерям нефти при выработке запасов, что приводит в итоге к существенному снижению конечной нефтеотдачи (Р.С.Хисамов и др., 2008; Р.Х.Низаев и др., 2010).

Что касается нижнего объекта, то часть запасов турне предполагается разрабатывать радаевско-бобриковской сеткой скважин, поскольку в этой части разреза широко развиты эрозионные врезы, заполненные высокочемкими слабо цементированными песчаниками, имеющими гидродинамическую связь с карбонатными коллекторами турне (Р.З.Мухаметшин и др., 1985).

На примере одного из месторождений рассмотрена возможность оптимизации системы разработки объектов с применением ОРЭ с учетом условий для размещения соответствующего оборудования (Р.Х.Низаев и др., 2010).

Научный руководитель: д-р геол.-минерал. наук Р. З. Мухаметшин

В.А. ДЕРКАЧЕВ

Шахтинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫРАБОТОК БОЛЬШИХ СЕЧЕНИЙ

При проходке вентиляционной штольни согласно проекту «Строительство центральной автомагистрали г. Сочи "Дублер Курортного проспекта" федеральной дороги М-27 Джубга – Сочи, упрочнение пород свода осуществляется формированием защитного экрана из 33 стальных труб диаметром 106 мм, замоноличенных цементным раствором в скважинах диаметром 130 мм и длиной 15 м. Забой выработки упрочняется нагнетанием в восемьдесят скважин через стекловолоконные трубки диаметром 60 мм цементного раствора. После набора требуемой прочности инъекционным раствором, анкера разрушаются ковшем экскаватора при выемке породы.

Проектные решения в данном случае предполагают использование только момента сопротивления стальной трубы, заполненной цементным камнем, следовательно, несущая способность анкеров будет крайне низкой.

Для увеличения несущей способности защитного экрана в своде выработки, рассматривается возможность устройства анкеров по технологии «Титан», которая предусматривает одновременное бурение, введение анкерного стержня и нагнетание цементного раствора, что позволит увеличить размеры упрочненных зон вокруг труб. Кроме этого забивка в верхнюю зону «впрессованного тела» анкеров пластиковых арматурных стержней позволит более чем в два раза увеличить момент сопротивления консольной части защитного экрана и соответственно снизить напряжения на забой выработки.

Моделированием напряженно-деформированного состояния массива пород методом конечных элементов установлены зоны концентрации напряжений и определены параметры оптимального расположения анкеров для закрепления свода выработки и забоя. Это позволит при сохранении устойчивости контура выработки, значительно сократить трудовые, финансовые и материальные затраты.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Дмитриенко

М.Н. ДЖАФАРОВ

Тверской государственный технический университет

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МАШИНЫ ДЛЯ СВОДКИ ЛЕСА

В торфяной промышленности с 1956 года при подготовке торфяных месторождений к разработке используются специальные машины для срезки древесной растительности – машины типа ЭСЛ. Машины этого типа оснащаются двигателями мощностью 70..110 кВт, имеют высокую производительность – за смену древесная растительность срезается на площади 0,5...0,7 га.

Исследования этих показали, что на привод фрезы расходуется около 90% энергии, необходимой для работы машины. Во время рабочего прохода фреза попеременно совершает срезку очередного дерева и холостой ход до встречи со следующим деревом. Во время срезки дерева пиковые значения мощности на зубьях фрезы в 3...4 раза превышают мощность двигателя. Расход энергии, необходимый для срезки дерева, на 2/3...3/4 покрывается за счет кинетической энергии фрезы. Фреза является своеобразным аккумулятором энергии. Соответственно, при проектировании этих машины задача определения необходимой мощности привода одновременно является и задачей определения необходимого момента инерции.

Есть аналитические решения этой задачи, которые имеют определенные недостатки. Предлагаемая имитационная модель реализуется комплексом программ написанных на языке BASIC.

Исследование имитационной модели показали, что можно в 3...4 раза уменьшить мощность привода фрезы, увеличивая момент инерции. Мощность привода практически станет равной средней

мощности, необходимой для срезки данного древостоя. Для этого необходимо примерно 3-х кратное увеличение момента инерции фрезы, по сравнению с моментом инерции на существующих машинах типа ЭТУ.

На настоящий момент единственным рациональным способом такого значительного увеличения момента инерции представляется введение в систему привода фрезы специального инерционного устройства - маховика.

Ю. А. ДОЛГУНОВА

Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ - ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

В экстремальных природно-климатических условиях Севера, где продолжительность отопительного сезона составляет почти 9 месяцев, проблема теплообеспечения является жизненно важной задачей. В качестве топлива в настоящее время в основном используются дрова, однако их запасы неумолимо сокращаются. Наша республика также богата нефтью, газом, газоконденсатом. Но в нашей республике есть такие отдаленные места, куда доставить эти виды топлива весьма затруднительно. С другой стороны, в республике огромны запасы каменных и бурых углей, добываемых в настоящее время открытым и подземным способами. Таким образом, данная проблема потребовала проведения исследовательских работ по повышению конкурентоспособности такого вида топлива, как уголь и инновационных технологий его переработки.

В работе предлагается обоснование проведения исследовательских работ по повышению конкурентоспособности угля и разработки инновационных технологий его переработки. Одним из известных направлений является брикетирование углей с применением и без применения связующих. Одним из требований, предъявляемых к буроугольным брикетам, является сохранение достаточной прочности, необходимой для транспортирования и хранения.

Разработка технологии производства брикетированного бурого угля для потребителей Республики весьма актуальна и имеет большую практическую перспективу для решения топливной проблемы для труднодоступных Северных районов с сезонной транспортной схемой и где отсутствуют традиционные виды топлива и затруднен завоз нефтепродуктов.

Одним из наиболее проработанных направлений использования угля является совершенствование технологии и способов сжигания угля в котельных и повышение КПД и теплотворной способности. Здесь имеются опытно-промышленные установки и как показывает практика, данное направление является наиболее проработанной и приемлемой. При этом суммарные атмосферные выбросы в 20-30 раз ниже, чем при традиционном сжигании угля.

В ближайшее время в проекте имеется создание брикетной лаборатории по исследованию качества и теплотворных свойств брикетов при использовании нефтебитумных связующих, также органобентонита и брикетирования без связующих.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Заровняев

И.А. ДОМОЖИР

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ВЫДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО АКТИВНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ ПО ДАННЫМ ГИС, КАК ОСНОВА ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ЕЁ ДОБЫЧИ

Данная работа направлена на повышение эффективности геофизических методов (ГИС) при сопровождении задач нефтедобычи и разработки нефтяных месторождений. Представляемая нами работа направлена на решение проблемы: оперативного контроля текущей нефтенасыщенности объектов разработки и выявления либо не вовлеченных в разработку запасов, либо запасов, перешедших в категорию неактивных.

В работе дан анализ потенциальных возможностей применяемого комплекса ГИС, рассмотрены информационные возможности при выделении интервалов обводнения нефтенасыщенных коллекторов. Проведен анализ ограничений современного комплекса ГИС, применяемого для решения данных задач, и обоснована необходимость применения более информативных методов.

Наиболее привлекательным является метод вызванных потенциалов (вызванной электрохимической активности или ВП). Исходя из потенциальных возможностей этого метода, выполнен критический анализ предшествующих результатов исследований петрофизических основ метода ВП, выполнен комплекс экспериментальных петрофизических исследований образцов пород. Проведены комплексные исследования ВП нефтенасыщенных пород.

Подтверждены и уточнены особенности и характеристики вызванной электрохимической активности пород, установленные новые информационные возможности метода, связанные с ранее не рассматриваемыми параметрами поляризации пород и её спада. Обоснована возможность проведения метода ВП в обсаженных скважинах и необходимость разработки соответствующей аппаратуры и технологии измерений ВП. Выявлены информационные возможности кинетических параметров поляризации: процесса поляризации пород и её спада. Были выявлены следующие значимые особенности процесса поляризации: а) интервалы обводнения выделяются резкими увеличениями коэффициента поляризуемости пород; б) изменение нефтенасыщенности коллекторов приводит к изменению скорости спада потенциалов ВП. Эти особенности служат основанием для разработки методики количественной оценки текущей нефтенасыщенности коллекторов. Выполненные исследования являются основанием для разработки метода и аппаратуры ВП, предназначенных для исследования скважин, обсаженных металлическими трубами.

Научный руководитель: доцент В.Г. Мамяшев

М.О. ДУДНИК

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина

АВТОНОМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Мы живем в стране с гигантскими запасами газа. Уверенное развитие экономики России, рост благосостояния страны невозможны без масштабного освоения богатейших природных ресурсов. Около 40% запасов газа России расположено в неосвоенных или труднодоступных районах. Дальнейшее наращивание добычи газа требует значительных инвестиций в создание производственных мощностей и развитие инфраструктуры.

Учитывая специфические особенности перспективных потребителей в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока – прежде всего их труднодоступность, удаленность от источников газоснабжения, – требуются новые решения и подходы к их энергоснабжению (прокладка газопроводов-отводов связана с целым рядом факторов, усложняющих ее выполнение и увеличивающих стоимость, таких как рельеф местности, состав грунта, наличие дорог и водных бассейнов). Альтернативные источники газоснабжения могут стать единственным источником энергии.

В связи с этим задачу газификации потребителей там, где прокладка газовых трубопроводов не целесообразна, можно решать путем использования СПГ.

СПГ – реальная альтернатива всем энергоносителям. Обладая уникальными физико-химическими свойствами, СПГ является перспективным и экологически наименее опасным углеводородным энергоносителем и сырьем для химической индустрии XXI в. Обеспечение потребителей газовым топливом за счет СПГ получило широкое распространение в мировой практике (США, Восточная Европа, Азия).

В работе предлагается обоснование и экономическая оценка использования сжиженного природного газа для автономного газоснабжения труднодоступных населенных пунктов. Отмечены барьеры, препятствующие широкому внедрению альтернативных источников энергии; выявлены предпосылки применения технологий автономного газоснабжения; доказана эффективность проектов автономной газификации; рассмотрен принцип СПГ-газоснабжения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Б.Федорова

Д.В. ЕРЁМЕНКО

Воронежский государственный университет

ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В последние годы наиболее обострилась проблема обеспечения населения водой для целей хозяйственного и питьевого водоснабжения. В связи с этим важное значение приобретают работы по оценке эксплуатационных ресурсов подземных вод. На территории Курской области подобные исследования были проведены в 2011-2012 гг. сотрудниками НИИ Геологии ВГУ при непосредственном участии автора.

В геоструктурном плане изученная территория приурочена к краевой части Московского артезианского бассейна. Основными гидрогеологическими подразделениями, перспективными для централизованного водоснабжения, являются альб-сеноманский (K_{1al-s}), бат-келловейский (J_{2bt-k}) и франский (D_{3f}) водоносные горизонты.

Для оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод площадь исследований была разбита на блоки применительно к условиям равномерного размещения водозаборов. При определении шага сетки учитывалась плотность расположения основных рассредоточенных потребителей, среднее расстояние

между которыми принято равным 5 км.

Оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов осуществлялась путем определения площадного модуля возможного водоотбора (M_3), л/сек*км²[1], который рассчитывается для безнапорных и слабонапорных водоносных горизонтов по следующей формуле: $M_3 = \alpha_1 \times M_{\text{пит}}$, где $M_{\text{пит}}$ – среднесуточный модуль питания подземных вод; α_1 – коэффициент использования питания подземных вод, изменяется в зависимости от схемы размещения водозаборов, фильтрационных свойств оцениваемого пласта, допустимого понижения уровня ($KМ \times S_{\text{доп}} / W_{\text{пит}}$) и величины расчетного радиуса блока R_k ; $KМ$ – водопроницаемость горизонта (м²/сут); $S_{\text{доп}}$ – допустимое понижение уровня (м); $W_{\text{пит}}$ – средняя величина интенсивности питания подземных вод, принятая при проведении работ по оценке обеспеченности населения РФ ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения в пределах Курской области; R_k – расчетный радиус блока, равный $0,565 \times \sqrt{F_{\text{блока}}}$ (м). В качестве модуля питания ($M_{\text{пит}}$) была принята величина модуля подземного стока в реки для года 50% обеспеченности, определенная гидрометрическим методом.

Анализ результатов проведенных исследований, представленных в таблице 1, свидетельствует о неравномерном распределении величины прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод на изученной площади. Максимальные значения модуля (1,1-1,4 л/сек*км²) характерны для долин рек Тим и Кшень и обусловлены, прежде всего, значительными фильтрационными свойствами водовмещающих отложений.

Таблица 1

Результаты расчета прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод

Наименование гидрогеологического блока	Модуль современного водоотбора л/с*км ²	Индекс водоносного горизонта	Средний модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов, л/с*км ²	Средний модуль питания л/с*км ²	Величина прогнозных ресурсов м ³ /сут
Соснинский	0,02	K ₂ al-s	0,63	1,24	138874,24
		J ₂ bt-k	0,94	1,71	20747,13
		D ₃ f	0,44	1,42	3642,62
Северскодонецко - Оскольский	0,02	K ₂ al-s	0,85	1,48	135321,24
Сеймский	0,02	K ₂ al-s	0,85	0,97	32005,45

Общая величина прогнозных эксплуатационных ресурсов питьевых подземных вод в пределах территории исследований составила 330,6 тыс. м³/сут. Оцененные прогнозные эксплуатационные ресурсы по степени изученности относятся к категории P₂. Выполненная работа может служить основой планирования эксплуатации подземных вод в рассматриваемом регионе. При этом следует иметь в виду, что в перспективе возможно уменьшение величины прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод, качество которых удовлетворяет санитарным требованиям. Данное обстоятельство связано с существующей угрозой их загрязнения в районе п. Бекетово, где сосредоточены основные промышленные предприятия.

Литература

1. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Методические рекомендации по проведению второго этапа работы). М.: Роскомнедра, 1995.

Научный руководитель: к.г.н., доцент С.П. Пасмарнова

Д.В. ЕФИМОВА

Сибирский Федеральный Университет Политехнический Институт

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ

Как и, наверное, многие другие отрасли народного хозяйства, горнодобывающая обеспечивается постоянной необходимостью перемещения добываемого сырья, оборудования и рабочих. Для более удобной транспортировки используется магистральные железные дороги и всевозможные подъездные пути.

Огромная часть России занимает Сибирь и Северные регионы, где преобладают морозные зимы с температурой до -40° и ниже. Железобетонные шпалы в таких климатических условиях мало пригодны. От морозов они сильно деформируются и лопаются. Поэтому в основном используются деревянные шпалы. Они обладают многими достоинствами: упругость, лёгкость обработки, высокие диэлектрические свойства, хорошее сцепление с щебёночным балластом, малая чувствительность к колебаниям температуры (перепады

температур достигают 90°). Важнейшим свойством является возможность уширения рельсовой колеи в кривых радиусом менее 350м. Основная проблема деревянных шпал – тенденция их загнивания в местах крепления к ним рельсов, и проблема с их утилизацией.

Изъятые из пользования шпалы подлежат захоронению на региональных полигонах промышленных отходов, однако из-за переполненности этих полигонов подразделения железной дороги зачастую вынуждены накапливать и складировать шпалы в местах, не предусмотренных для их хранения. Выходом из этой ситуации является утилизация. Она не только замыкает жизненный цикл продукта, но и одновременно может стать альтернативным источником энергии и ценного сырья.

Научный руководитель: доктор тех.наук, профессор Т.А. Кулагина

Д.Н. ЖУРАВЛЕВА

Тверской государственной технической университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ДОБЫЧИ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ РАЗЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Торфяное сырье – материал, обладающей широким спектром свойств и рациональный выбор направления его переработки и использования является ключевым фактором эффективности торфяного производства.

В связи с тем, что торф по мере снижения влаги активно проявляет гидрофобные свойства, то его использование в качестве сырья для сорбционных материалов, применяемых при сборе разливов нефтепродуктов, является закономерным направлением переработки.

Теоретический анализ и экспериментальные исследования показывают, что фракционный состав торфяной фрезерной крошки является одним из важнейших аспектов технологии производства сорбентов.

Была разработана технология добычи торфа низкой степени разложения, которая заключается в производстве укрупненной фрезерной крошки, на месторождении «Козинское» Тверской области, которое было ранее подготовлено, но на данный момент требует проведение ряда операций по ремонту производственных площадей.

Был произведен расчет основных технологических показателей и количества оборудования на добыче (фрезерный способ добычи, оборудование производства фирмы VAPU), составлена технологическая схема переработки торфа, а также проведены экспериментальные исследования по повышению гидрофобности торфяного сырья и гранул при термической обработке, которые позволили установить повышение объема поглощаемого нефтепродукта по мере увеличения температуры в интервале от 150 до 300°С (до 250 % в зависимости от типа торфа).

Таким образом, в работе предложена технологическая схема добычи и переработки торфяного сырья, а также произведены расчеты основных технологических показателей.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Тимофеев А.Е.

И.В.ЗАВАРЗИНА

Уфимский государственный нефтяной технический университет

СНИЖЕНИЕ ПРИХВАТООПАСНОСТИ ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ ПРИ БУРЕНИИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

В связи с увеличением объемов работ по бурению наклонно-направленных и горизонтальных скважин актуализируется разработка особой конструкции долот, а именно повышающих управляемость при бурении и исключающих прихваты при извлечении инструмента из скважины. В настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию буровых долот с точки зрения повышения износостойкости калибрующего вооружения. Но вопросам способности долот противостоять затяжкам и прихватам уделяется недостаточно внимания.

В настоящем докладе рассмотрены причины прихватоспособности шарошечных долот, а также причины и последствия возникновения несимметричного напряженно-деформированного состояния скважины. Поскольку деформирование наклонно-направленного участка скважины неизбежно, то решение задачи по снижению прихватоопасности долота решается только модернизацией самого долота. Предлагается два способа решения этой задачи: уменьшение величины перекрытия шарошки стенкой за счет выполнения пазов на обратном конусе и обеспечением способности расширять скважину при подъеме с вращением. В представленной работе рассмотрен второй способ.

Разработано для шарошечного долота на уровне изобретения и проверено графо-аналитическим методом размещение периферийного и калибрующего вооружения с вспомогательными венцами, обеспечивающее формирование шарошками стенки скважины без спиральных выступов, снижение

требуемой боковой нагрузки и восстановление сечения скважины над долотом при его подъеме с вращением.

Выполнение вооружения шарошек в соответствии с предложенным техническим решением позволит существенно повысить управляемость долот при искусственном изменении кривизны скважины, долговечность долот и снизить их прихватаопасность.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.И. Могучев

Р.И. ЗАЙНУЛЛИН

Башкирский государственный университет

АНАЛИЗ ПЕСЧАНИКОВ ИЛЬТИБАНОВСКОЙ ТОЛЩИ НИЖНЕГО ДЕВОНА ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Ильтибановская толща распространена в северной части Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала в непосредственной близости от Главного Уральского разлома и почти не образует непрерывных разрезов. Стратотипической местностью являются окрестности Ильтибановского водохранилища.

В 2012 году нами был изучен фрагмент разреза мощностью 40м в скальных выходах выше плотины водохранилища. Он представлен вулканомиктовыми кластолитами разного гранулометрического состава с прослоями светло-серых тонкослоистых силицитов, слагающими циклиты. Преобладают циклиты сложенные песчаниками от крупно– до мелкозернистых. В нижней части разреза отмечаются циклиты, представленные грубопесчано-гравийным материалом в подошве и крупнозернистым в кровле.

Обломки в песчаниках представлены полевыми шпатами, вулканитами и реже известняками. По классификации В.Д. Шутова песчаники относятся к полевошпатовым грауваккам. Согласно диаграмме А.Г. Коссовской и М.И. Тучковой они являются полимиктовыми. На диаграмме F3-F4 Bhatia M.R, фигуративные точки составов песчаников расположились в поле изверженных пород основного состава. Аналогичные результаты были получены при вынесении точек на диаграмму AF и AM А.Г. Коссовской и М.И. Тучковой, таким образом, изверженные породы основного состава могли служить поставщиком материала в бассейн седиментации.

Средние значения индексов химического выветривания для изучаемых песчаников (CIA–45,7, CIW–48,1, ICV–1,9) и среднее значение гидролизатного модуля (ГМ=0,3–0,48) свидетельствуют о слабой степени выветрелости пород.

Таким образом, песчаники ильтибановской толщи принадлежат к полевошпатовым грауваккам. В области питания разрушению подвергались породы базальтового и андезибазальтового состава, кремни и известняки. Циклический характер отложений с градационной сортировкой, свидетельствуют о том, что кластика сносилась в глубоководные зоны турбидными потоками высокой и низкой плотности.

Научный руководитель: к. г-м. н., доцент М.Ю. Аржавитина

С.В. ЗАЙЦЕВ

Тверской государственный технический университет

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ УПЛОТНЕННОГО СЛОЯ НАД ВОДОТОКОМ ДРЕН

На полях добычи фрезерного торфа осушение осуществляется системой магистральных, валовых и картовых каналов. При работе технологического оборудования (фрезеров, ворошилок, валкователей, уборочных машин) осуществляющих технологический процесс переезжают через картовые каналы, в местах их переезда строятся, так называемые мосты переезды.

Мосты переезды могут быть выполнены из труб различного материала или прокладывают дрены, позволяющие осуществлять сток воды из картовых каналов в валовые каналы.

Более перспективными и экономически целесообразными являются эти дрены. Единственным недостатком которых является их недолговечность т.е. нарушение протока воды от действия внешних нагрузок от перемещающихся машин и агрегатов.

Задача данной работы заключается в том чтобы увеличить продолжительность службы этих дрен за счет образования уплотненного слоя над водотоком дрены с помощью специального оборудования образующего этот уплотненный слой.

По нашим исследованиям устанавливается положение этого слоя над водотоком по глубине дрены и его размер.

Исследования проводящиеся в натуральных условиях путем измерения сечения дрены во времени и по глубине.

В результате этих исследований даются конкретные результаты по параметрам уплотненного слоя и конструктивные решения для данного оборудования.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ РОССЫПНОГО АУ ЗИЛАЙСКОГО СИНКЛИНОРИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЛИСТА N-40-XXXIV

Работы по созданию листа N-40-XXXIV (Зилайская площадь) нового образца были выполнены ГСО ЦКГПИ ОАО «БАШКИРГЕОЛОГИЯ» в рамках федеральной программы изучения недр и воспроизводства МСБ РФ. Карта рекомендована к изданию НРС МПР РФ 25 апреля 2012 г.

В стратиграфии Зилайского синклинория принимают участие: Новоусмановская толща ($D_{1-2}nu$), Ибрагимовская толща (D_{3ib}), Зилайская свита (D_3-C_{1zl}).

Осадочно-механический генетический тип на территории листа представлен 18 малыми месторождениями, относящимися к формации золотоносных россыпей. Наиболее значимыми объектами в пределах Зилайского синклинория среди них являются россыпи Текаль (I-2-5), Рулумбик (II-2-12), Зилайр (II-2-26).

Суммарные прогнозные ресурсы россыпного золота категорий P_1 и P_2 с учетом результатов поисковых работ 1936-1937 годов и тематических работ 1987 года и ГДП -200 2011года составляют: $0,46 + 0,63 = 1,1$ т при общей протяженности прогнозных участков русел 55 км .

Удельная линейная продуктивность при этом составляет: $1,1 : 55 = 0,02$ т/км.

Суммарная протяженность участков долин, затронутых старательской отработкой, а также вновь выявленных шлиховых потоков составляет 108 км.

Коэффициент, учитывающий частичную отработку россыпей принят равным 0,5. Таким образом, прогнозные ресурсы россыпного золота категории P_3 составят: $0,02 * 108 * 0,5 = 1,1$ т.

На наш взгляд, степень изученности золотоносности долины р. Зилайр не позволяет отнести данную оценку к категории P_2 , более целесообразно перевести данный объем ресурсов в категорию P_3 . Таким образом, суммарные ресурсы россыпного золота категории P_3 составят $1,1 + 1,05 = 2,15$ т.

Научный руководитель: старший преподаватель Ю.Г. Князев

Ю.В. ЗАХАРОВА*Уфимский государственный университет экономики и сервиса*

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА В ФОРМИРОВАНИИ ДЕЛОВОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОАО «СВЯЗЬТРАНСНЕФТЬ»

Сертификация системы экологического менеджмента (СЭМ), внедренная в соответствии с требованиями стандарта ISO 14001 демонстрирует экологическую результативность деятельности организации. В 2004-2010гг дочерние общества и филиалы крупных отечественных холдингов выполнили работы по разработке и внедрению сертифицированной СЭМ. Подготовка к сертификации включает стадии предварительного и сертификационного аудитов. В апреле и октябре 2012 года в Уральском филиале ОАО «Связьтранснефть» были проведены соответственно предварительный и сертификационный аудит системы экологического менеджмента немецкой компанией **DQS**.

Открытое акционерное общество «Связьтранснефть» - дочернее предприятие ОАО «АК «Транснефть». Предприятие является единым сетевым интегратором и оператором связи нефтепроводной отрасли. Потенциальную опасность возможного негативного воздействия представляет технологически сложная производственная деятельность.

В ходе аудита идентифицированы экологические аспекты компании, в том числе в отношении значимости загрязнения почвы. Проведен анализ причин несоответствия деятельности требованиям стандарта. Были даны рекомендации для непрерывного улучшения качества окружающей среды.

Таким образом, объективное исследование комплексного влияния экоаудируемого предприятия на состояние окружающей среды с учетом мнений всех заинтересованных сторон поможет избежать негативного воздействия на окружающую среду объектов трубопроводного транспорта и определить стратегию и тактику хозяйственной деятельности. Это позволит повысить производственную безопасность предприятия, а также, его инвестиционную привлекательность.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Т.Ш. Маликова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ, НА ШАХТНОМ ПОЛЕ РУДНИКА СКРУ-3 ОАО «УРАЛКАЛИЙ» НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СТРОЕНИЯ ПЛАСТА АБ

В ходе проведения исследований объектом данной работы являлся сильвинитовый пласт АБ в южной части шахтного поля рудника СКРУ-3 ОАО «Уралкалий». Предметом исследований в данной работе служили структурно-тектонические условия залегания пласта АБ. Целью выполнения работы было решение задачи прогнозирования зон, опасных по газодинамическим явлениям (ГДЯ), на основе структурно-тектонического анализа строения пласта АБ в южной части шахтного поля рудника СКРУ-3.

В процессе проведения исследования на первом этапе цифровой обработке подвергались геологические разрезы пласта АБ с маркшейдерской привязкой по панельным и блоковым выработкам 1, 2, 4, 12, 15, 17 и 18 панелей рудника СКРУ-3 ОАО «Уралкалий». На втором этапе исследований по результатам цифровой обработки исходных данных были построены карты изомагнетности пласта АБ и изогипс кровли пласта АБ, на основании которых проводился анализ структурно-тектонического строения пласта в южной части шахтного поля для выявления зон, опасных по газодинамическим явлениям. По результатам структурно-тектонического анализа была построена прогнозная карта зон, опасных по газодинамическим явлениям, основанная на выявлении антиклинальных складок 3-го порядка. На Верхнекамском месторождении калийных солей к складкам 3-го порядка относятся складки, охватывающие пласты внутри соляной толщи от пласта КрШ до пласта В. При этом размеры складок составляют: высота от 3 м до 12 м, ширина от 20 м до 100 м, длина – до 370 м. В пределах антиклинальных складок 3-го порядка в процессе складкообразования образуются открытые трещины. Согласно и сублатеральные трещины, образующиеся в замковых частях антиклинальных складок 3-го порядка и заполненные свободным газом, являются очагами ГДЯ при отработке пласта АБ.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.С. Андрейко

Ф.Д. ЗОЛОТАРЕВ

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ЦИАНИРОВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ КЕКОВ АВТОКЛАВНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Одной из главных трудностей для золотодобывающей промышленности является переработка руд и концентратов, содержащих тонковкрапленное золото в сульфидах (в основном, пиритные и мышьяково-пиритные руды).

Для таких материалов разработаны и предложены к реализации технологические схемы, основанные на применении цианистого процесса после предварительного автоклавного окисления (АО).

Исследования сульфидного золотосодержащего флотоконцентрата одного из месторождений Амурской области показали его упорность к цианистому процессу. При прямом цианировании извлечение золота составляет 48,7 %. Результаты химического и минерального анализа показали, что содержание сульфидов во флотоконцентрате составляет 60%. В основном сульфиды представлены в виде пирита и пирротина. Содержание золота во флотоконцентрате составило 38,6 г/т., которое тонковкраплено в сульфиды.

Проведены исследования по АО с добавлением галогенид-иона (NaCl), с последующим цианированием продуктов окисления. При добавлении галогенид-иона в процесс АО происходит растворение вскрывшегося Au в виде комплекса NaAuCl_4 , который в последствии разрушается и золото переосаждается в твердый продукт.

Проведение исследования по цианированию продукта АО с добавлением галогенид-иона показали, что за 2 часа в раствор извлекается 97,5% золота. При цианировании продуктов АО без добавления галогенид-иона, такое же извлечение золота достигается за 24 часа.

Добавление галогенид-иона в процесс АО позволяет снизить продолжительность последующего цианирования продуктов окисления, что способствует снижению капитальных и эксплуатационных затрат.

Научный руководитель: к.т.н., профессор О.А. Пунишко

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ОРГАНИЗАЦИОННО - ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ООО СП «БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО»)

На современном этапе развития рыночной экономики ожесточенная конкурентная борьба на внешнем и внутреннем угольных рынках, особенно в периоды финансово-экономических кризисов, порождает необходимость использования новых методических подходов к изысканию путей повышения эффективности и конкурентоспособности угледобывающих предприятий. Помимо традиционного анализа внешней и внутренней среды деятельности угледобывающего предприятия необходимо использовать новые показатели, учитывающие способность предприятия выдерживать конкуренцию на рынке угля. Мы разделяем точку зрения ряда авторов в том, что наряду с традиционными показателями, в качестве критерия (обобщающего показателя) эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия необходимо использовать интегральный показатель конкурентоспособности потенциала предприятия.

На примере угольных предприятий, добывающих коксующиеся марки угля (37 предприятий), нами определена конкурентоспособность потенциала предприятия ООО СП «Барзасское товарищество» и проанализирована конкурентоспособность по параметрам потенциала предприятия в сравнении с другими угольными предприятиями на угольных рынках. С помощью парной корреляции выявили пути повышения потенциала и конкурентоспособности ООО СП «Барзасское товарищество».

В результате исследования нами разработаны мероприятия, которые позволят увеличить объем добычи угля на разрезе с 885 тыс. т до 988 тыс. т, среднемесячную производительность труда - на 18 т и снизить себестоимость одной тонны угля на 167 рублей. Внедрение данных мероприятий позволят повысить рейтинг конкурентоспособности потенциала анализируемого предприятия на 9 позиций и занять 17 место (было 26 место) среди анализируемых предприятий - конкурентов. Результаты исследования имеют научное и практическое значение.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Г.С. Трушина

С.Ю. ИВАНОВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

К наиболее негативным факторам развития нефтегазодобывающей отрасли России в настоящее время можно отнести ухудшение качества ее сырьевой базы. Это делает освоение запасов углеводородного сырья значительно более ресурсоемким и вместе с тем существенно осложняет подготовку и принятие инвестиционных решений. В качестве наиболее проблемных аспектов информационно-методического обеспечения проектного анализа в нефтегазодобыче авторы выделили обоснование ценовых условий экономических расчетов и нормативов затрат.

В работе проведен ретроспективный анализ цен на нефть и влияющих на нее факторов за 1991-2010 г.г., выявлены корреляционные связи, построены и оценены модели влияния отдельных факторов на нефть марки «Брент». Предлагается использовать прогнозную цену нефти для проектирования и оценки эффективности разработки и обустройства месторождений на основе отобранных моделей энергопотребления, роста мирового ВП и численности населения, потребления УВ.

Определение нормативов капитальных и эксплуатационных затрат осложнено низким качеством исходных данных. Нормативные базы затрат сильно искажаются особенностями хозяйственной деятельности и учета отдельных недропользователей.

Предлагается формирование информационной базы данных эксплуатационных затрат и капитальных вложений по отдельным субъектам федерации. Был проведен анализ фактических данных операционных затрат за несколько лет по отдельной территориальной единице, выделены факторы, оказывающие воздействие на их уровень, построены и оценены корреляционные модели для цели прогноза.

Изложенные рекомендации апробированы на примере реального месторождения. Использование предложений автора позволило более корректно оценить эффективность освоения запасов месторождения.

Научный руководитель: к.э.н., доц. А.С. Лебедев

МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИЦЕЛЛЯРНЫХ РАСТВОРОВ КАТИОННЫХ ПАВ

В работе исследованы реологические свойства водного раствора катионного поверхностно-активного вещества (КПАВ) - ацетат олеиламидопропилдиметиламмония (ОАПА). Для этого был использован микрореологический подход. Микрореология - это подход к изучению деформационных свойств сложных жидкостей, в котором для механического зондирования их структуры и свойств используются частицы сверхмалого размера. Другими словами, в жидкости диспергируются микрочастицы, а далее измеряется их среднеквадратичное смещение в результате броуновского движения, которое, главным образом, определяется реологическими свойствами жидкости. Для определения среднеквадратичного смещения, в данной работе был использован спектрометр DWSRheolab, в котором реализована методика, предназначенная для оптической диагностики многократно рассеивающих свет неоднородных сред, так называемая диффузионно-волновая спектроскопия. Диффузионно-волновой спектрометр (ДВС) позволяет измерить временную автокорреляционную функцию поля образованного многократно рассеянной световой волной в образце с неоднородной средой.

Интерпретация полученной автокорреляционной функции позволяет сделать выводы об интересующих характеристиках среды. Т.е. полученная с помощью данного прибора автокорреляционная функция содержит информацию о среднеквадратичном перемещении введенных в образец микрочастиц.

$$g_2(\tau) - 1 = \left[\int_0^x ds P(s) \exp \left(\left(-\frac{s}{l^*} \right) k^2 (\Delta r^2(\tau)) \right)^2 \right]$$

Для того чтобы связать величину среднеквадратичного смещения с вязкоупругими свойствами,

используют обобщенное уравнение Стокса-Эйнштейна: $G(s) = \frac{k_B T}{\pi \alpha s (\Delta r^2(s))}$, где $G(s)$ - это модуль сдвига в лапласовом пространстве, s - это Лапласова частота и $\Delta r^2(s)$ Лапласовское преобразование среднеквадратичного смещения. Общий модуль сдвига $G(\omega)$ - это преобразование Фурье величины $G(t)$, где ω частота Фурье. Численный метод определения эластичного (G') и вязкого (G'') динамических модулей из величины среднеквадратичного смещения был представлен Мэсоном. Модули упругости и вязкости представлены как функция частоты ω :

$$G(\omega) = \frac{k_B T}{\pi \alpha (\Delta r^2(\frac{1}{\omega})) R [1 + \alpha(\omega)]}$$

Реологические свойства исследуемых растворов хорошо описываются моделью Максвелла для вязкоупругой жидкости с одним временем релаксации $\tau_{\text{рел}}$. Такое поведение свидетельствует о переплетении длинных червеобразных мицелл и образовании ими сетки зацеплений, которая может разрушаться и восстанавливаться под влиянием внешних условий. На данный момент вязкоупругие ПАВ, как и полимеры, используют для повышения нефтеотдачи пластов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.А. Куряшов

Н.Д. ИСАКОВА

Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова

РАЗРАБОТКА КИРОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА. ОСУШЕНИЕ РАЗРЕЗА

В работе предлагается план осушения Кировского угольного разреза, который находится на территории Республики Саха (Якутия), Нюрбинский улус. Целью осушения месторождения заключается в отводе избытка воды с поверхности осушаемой территории; понижение уровня грунтовых вод и уменьшения влажности залежи; обеспечение прочной опоры для используемой техники при разработке в условиях Крайнего Севера в отдельно взятом предприятии.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Викулов

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ И ГАЗА

Простейшим случаем вихревого движения жидкости является, естественно, вращение всего имеющегося объема как твердого тела вокруг некоторой оси с постоянной угловой скоростью ω . Вихревой эффект температурного и энергетического разделения среды получил название эффекта Ранка-Хилша.

Исследования эффекта Ранка нельзя считать законченными, и это ставит перед инженерами ряд проблем при проектировании завихряющих устройств, так как приходится оперировать эмпирическими зависимостями, связывающими технологические параметры тепловых машин. Прогресс в данном направлении представляется возможным только в связи с построением более строгой модели энергетического разделения с учетом таких факторов, как: кинетика движения микрообъемов и обмена кинетической энергией; реальное, зависящее от начальных условий, распределение микрообъемов по величине поступательной скорости; поступление в центральную часть потока турбулентных образований из пограничного слоя; зависимость поступательной скорости выходящего из камеры потока от радиуса. Наиболее перспективным в данном направлении является численное моделирование процессов, проходящих в вихревых камерах.

Стоит отметить, что закрученные ламинарные и турбулентные течения в промышленных устройствах представляют большой практический и теоретический интерес. Структура течения в аппаратах с высокой степенью закрутки потока весьма сложна. Имеющиеся в литературе сведения теоретического и экспериментального характера часто дают только качественные представления об умеренно закрученном потоке во внутренней системе.

Эффект Ранка-Хилша и вихревые эффекты имеют долгую историю применения в инженерной практике. Наиболее перспективными направлениями трубопроводном транспорте нефти и газа на данном этапе являются: применение вихревых эффектов при транспорте высокопарафинистых нефтей в условиях Крайнего Севера и использование вихревых установок для охлаждения и сжижения газа.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор С.Н. Харламов

А.Е. КАЛЯНОВ

Уральский Государственный Горный Университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОПРИЖАТИЯ В КОНУСНОЙ ДРОБИЛКЕ

Расчет схемы гидропривода сводится к определению переменных давлений, расходов (подач), скоростей и положений подвижных частей в точках соединения гидравлических элементов - узлах системы. При этом один и тот же узел может быть одновременно выходом одного элемента и входом другого. Каждый элемент схемы можно представить трехузловым элементом $i = j = k$.

В принципиальную гидравлическую схему системы прижатия дробильной чаши конусной дробилки входят такие элементы как гидропневмоаккумулятор: i – вход (линия подвода рабочей жидкости); j – выход (газовая полость); k – узел перемещения поршня (мембраны); насос; гидроцилиндр; трубопровод; дроссель; обратный клапан; гидрозамок

В соответствии с приведенной идентификацией, каждый элемент \exists_i схемы относится к определенному типу с соответствующими ему узлами $i = j = k$. Тогда структуру схемы можно записать матрицей:

С помощью проведенного моделирования установлено влияние изменения давления в гидроаккумуляторе. Давление определяется силами: диссипативными, трения. Баланс этих сил оказывает влияние на скорость прижатия дробильной чаши. Важным показателем при этом является коэффициент зарядки гидропневмоаккумулятора.

$$S = \begin{pmatrix} e_1 & i_1 & j_1 & k_1 \\ e_2 & i_2 & j_2 & k_2 \\ e_3 & i_3 & j_3 & k_3 \\ e_4 & i_4 & j_4 & k_4 \\ e_5 & i_5 & j_5 & k_5 \\ e_6 & i_6 & j_6 & k_6 \\ e_7 & i_7 & j_7 & k_7 \end{pmatrix}$$

Расчет объема гидропневмоаккумулятора осуществляется по методике инженерного расчета и корректируется исходя из конструктивных соображений.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.А. Лагунова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПЛАНА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

В соответствии частью 6 статьи 43 Градостроительного кодекса РФ в составе проектов межевания территорий обязательно осуществляется подготовка градостроительных планов земельных участков, подлежащих застройке, и может осуществляться подготовка градостроительных планов застроенных земельных участков.

Градостроительный план земельного участка (далее – ГПЗУ) является одним из документов, на основании которых осуществляется подготовка проектной документации на строительство и реконструкцию объектов капитального строительства. В соответствии с действующим законодательством подготовка ГПЗУ входит в сферу деятельности органов местного самоуправления, уполномоченных в области градостроительства. Подготовка ГПЗУ составляет значительную часть в общем объеме работ, выполняемых органами местного самоуправления: так, в зависимости от интенсивности развития территории, количество выдаваемых ГПЗУ в день колеблется от 2-х до 4-х единиц.

В настоящей работе: рассмотрены принципы формирования и нормативные акты о подготовке ГПЗУ; проанализирован современный опыт подготовки ГПЗУ органами местного самоуправления и проектными организациями, осуществляющими подготовку ГПЗУ в составе документации по планировке территории; определены взаимосвязи ГПЗУ с документами территориального планирования, градостроительного зонирования, с проектами планировки и межевания территории, а также - с исходно-разрешительной документацией, подготовливаемой для объектов капитального строительства.

Основными результатом работы является модуль, формирующий ГПЗУ в полуавтоматическом режиме и позволяющий сократить сроки и трудозатраты при подготовке ГПЗУ, а также – исключить ошибки при заполнении формы и при формировании чертежа. Данный модуль может быть использован как специалистам органов местного самоуправления, так и специалистами проектных организаций, выполняющих подготовку проектов межевания территорий.

Научный руководитель: старший преподаватель М.О. Синегубова

А.Н. КАЛИНОГОРСКИЙ

Сибирский государственный индустриальный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА¹³

Вторичные энергетические ресурсы, образующиеся в технологическом цикле металлургического предприятия, как правило, представлены газовыми средами с определенным содержанием горючих компонентов (СО, Н₂, СН₄, С_mН_n и др.). Их тепловая ценность и выход на единицу продукции, определяются составом исходной шихты, физико-химическими процессами, свойственными той или иной технологии, при этом в общем энергетическом балансе они составляют около 50 %, что предопределяет высокую энергоемкость металлопродукции и экологическую нагрузку на атмосферу.

В частности, при выплавке стали в кислородных конвертерах образуется большое количество конвертерного газа, который обычно дожигают на «свече» и выбрасывают в атмосферу, увеличивая количество парникового газа в окружающей среде. Конвертерный газ содержит 85 – 90 % СО, 8 – 14 % СО₂, 1,5 – 3,5 % О₂, а также некоторое количество азота, водорода и серы. Запыленность конвертерного газа в отдельные периоды плавки составляет до 250 г/м³. Однако выбор газоочистки с применением труб Вентури и/или «скрубберов» на первой ступени и электрофильтров мокрого типа на второй обеспечивает снижение концентрации пыли вплоть до 10 мг/м³, что позволяет использовать очищенный газ как источник СО для получения синтез-газа при накоплении и усреднении его в специальных емкостях – газольдерах в соответствии с технологией выплавки стали в конвертерах.

Предлагается технологическая схема получения синтез-газа с использованием охлажденного и очищенного конвертерного газа, который смешивают в определенном количестве с водородом, выделенным из обратного коксового газа методом короткоциклового адсорбции под переменным давлением (КЦА-PSA), до необходимого объемного соотношения $f = (H_2 - CO_2) / (CO + CO_2) = 1,5 - 2,4$ (предпочтительно 1,8 – 2,2), с последующей каталитической переработкой в жидкое топливо.

При существующем, например, в ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» объеме производства кокса и стали может быть получено более 1,3 млрд. м³/год синтез-газа, что соответствует возможности и высокой рентабельности

¹³ Работа выполнена в рамках государственного задания вузу № 7.4828.2011.

катализа высокооктанового СЖТ с объемом продаж до 2,6 млрд. руб/год.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.Б. Школлер

Е. В. КАРНОВИЧ

Ухтинский государственный технический университет

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКА ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА

Подводные переходы представляют собой участки магистральных трубопроводов, эксплуатация и обслуживание которых происходят в условиях значительных воздействий природного и техногенного характера. Природные факторы, такие как подвижки и эрозия речного дна, размыв русла при его вертикальной и плановой деформации и др., способны существенно изменять морфологию дна. Такие естественные процессы создают реальные условия для размывания подводного трубопровода, даже при глубинах подводной траншеи, рассчитанных с учетом прогнозируемого предельного профиля размыва. Возникающие локальные свободные пролеты могут достаточно быстро развиваться вдоль трубопровода, в результате чего возможно образование пролетов значительной длины.

Для назначения мероприятий по обеспечению устойчивости трубопровода важно определить предельно допустимую длину всплывающего участка. В случае подводного перехода такими мероприятиями является установка балластирующих устройств.

Однако существует мнение, что при расчете подводного перехода нет необходимости учитывать весь перечень внешних, воздействий. В частности, есть работы, утверждающие, что можно исключить из расчета вес транспортируемой среды.

В ходе работы было выявлено, что вес продукта можно не учитывать, однако, нами расчетным путем было установлено, что это приведет к уменьшению шага расстановки балластирующих устройств. Проведенный расчет показал, что расстояние между балластирующими устройствами при отсутствии в расчетной нагрузке веса продукта уменьшится в 9 раз. Таким образом, в работе показано, что не учет веса продукта не снижает надежности перехода, но при этом приводит к увеличению затрат на установку дополнительных устройств.

В данной работе предлагается упростить расчет по сборке нагрузок на трубопровод путем введения дополнительного коэффициента, который позволит учитывать вес продукта и получать результаты наиболее приближенные к реальным условиям.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.М. Бердник

И.А. КАРПОВ

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

ПОИСК И РАЗВЕДКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В СРЕДНЕЙ ЮРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Одним из объектов для прироста запасов и добычи нефти на территории центральных районов Западной Сибири (Широтное Приобье), с хорошо развитой инфраструктурой, является регионально нефтеносный батский резервуар. Коллектора проницаемого комплекса резервуара характеризуются сложным пространственным распространением, что обусловлено многообразием обстановок осадконакопления во время их формирования. Дискретность отбора кернового материала ограничивает объем информации, необходимый для проведения детальных палеогеографических реконструкций, позволяющих дать прогноз распространения коллекторов с хорошими ФЕС. Материалы ГИС отражают непрерывность информации по разрезу скважин и позволяют применять их не только для характеристики песчаных тел-коллекторов, но и для построения фациальных карт, необходимых для прогнозирования их свойств по площади и разрезу. Данный подход определяет актуальность исследований.

В работе рассматривается количественная характеристика палеообстановок осадконакопления, выделенных по керну, на основе интерпретации материалов электрического и радиоактивного каротажа, а также методика построения двумерной зависимости α СП- γ ГК. Эта методика реализована в приложении к программе MS Excel, и позволяет обрабатывать цифровые значения каротажа.

На полученных зависимостях α СП- γ ГК для каждой из выделенных обстановок осадконакопления оконтуриваются области наиболее плотного скопления точек, соответствующих определенным фациям. Таким образом, используя параметры полученных зависимостей, возможно выделение и картирование палеообстановок осадконакопления по материалам ГИС, что в комплексе со структурными построениями и дру-

гими геолого-геофизическими материалами является дополнительным критерием обоснования поиска и разведки залежей углеводородов в батском региональном резервуаре.

Научный руководитель: к.г.-м.н., В.А. Казаненков

Р.В. КЛИМЕНКО

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

О ВЫБОРЕ ЗНАЧЕНИЙ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Магистральный нефтепровод (МН) является коммерческим предприятием. Цель любого коммерческого предприятия – улучшение его коммерческих показателей. При этом МН – технологическая система, объединяющая в единый технологический процесс трубопроводного транспорта разные по своему назначению и набору количественных характеристик объекты. Поэтому МН является многопараметрической системой с широким диапазоном возможного изменения определяющих параметров, а коммерческие характеристики МН являются многопараметрическими функциями.

В докладе проанализирована функция стоимости МН в широком диапазоне изменения определяющих параметров. Доказано наличие ее абсолютных и локальных экстремумов. Диапазон изменения величины отношения полученных результатов к стоимости “эталонного” (выполненного по нормам ОАО “АК “Транснефть”) проекта позволяет сделать выводы – применение укрупненных показателей проекта:

- позволяет быстро провести предварительную оценку, в частности, его коммерческой привлекательности;

- основано на статистических (усредненных) коэффициентах и, следовательно, может допустить разницу между своим усредненным значением и стоимостью конкретного проекта МН – диапазон возможного фактического изменения функции стоимости.

Найденный диапазон изменения значения функции стоимости проекта фактически определяет диапазоны изменения ее аргументов и параметров – определяющих параметров МН. Принятое же значение стоимости проекта устанавливает значения определяющих параметров МН, которые должны быть обеспечены на стадиях проектирования и эксплуатации.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.А. Поляков

А.И. КНЯЗЕВ

Тихоокеанский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКЛИНИВАНИЯ ЩЕБНЯ В ЗАБОЙКАХ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

В работе определена заклинивающая способность щебня различного размера при заклинивании им закладного элемента в виде бетонного конуса. Широко применяемые засыпные забойки из инертных материалов эффективны при большой их длине (до 20-30 диаметров заряда). Такая длина неизбежно приводит к увеличению негабарита из зоны нерегулируемого дробления. Общеизвестно, что с увеличением времени запирания продуктов детонации в зарядной полости повышается доля энергии, используемой на дробление горных пород. Поэтому, с точки зрения использования энергии взрыва, наиболее эффективны укороченные забойки с увеличенным сопротивлением выбросу из скважин.

В качестве забойки взрывных скважин в работе предложена комбинированная засыпная забойка с закладным элементом, выполненным в виде распорного бетонного конуса, между монолитным конусом и стенками скважины размещен щебень. Для определения заклинивающей способности щебня различной крупности при засыпке им закладного элемента в виде бетонного конуса проведен лабораторный эксперимент.

В качестве имитатора взрывной скважины использовались прозрачные трубы внутренним диаметром 110 мм, а бетонные закладные элементы конической формы были изготовлены с диаметром основания $d = 100$ мм и различной высоты.

В результате проведенных исследований определено, что независимо от относительной высоты закладного элемента высота засыпки щебнем зависит от среднего размера его кусков; лучшей заклинивающей способностью обладают куски щебня крупных размеров

Научный руководитель: д.т.н., профессор Е.Б. Шевкун

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА НОВО-ХАЗИНСКОЙ ПЛОЩАДИ АРЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При разработке неоднородных расчлененных коллекторов основной проблемой является неполный охват пласта заводнением, в результате этого не вовлекается в разработку значительная часть запасов нефти и как следствие наблюдается опережающее обводнение высокопроницаемых зон пласта.

Для решения указанных задач применяются различные методы повышения нефтеотдачи пласта (МУН). Наибольший объем применения последних приходится на физико-химические методы. В то же время одна из наиболее важных проблем их применения связана с отсутствием обоснованной методологии оценки технологической эффективности в различных геолого-физических условиях разработки объекта воздействия.

В работе выполнен анализ применения физико-химических МУН на Арланском месторождении, выявлены наиболее успешные из них. Выполнено группирование скважин на Ново-Хазинской площади Арланского месторождения с выделением трех однородных групп объектов близких по основным геолого-физическим признакам, методом кластерного анализа.

Проведен отбор технологий МУН по механизму ранжирования геологических параметров объектов разработки. Установлена регрессионная зависимость технологической эффективности применения различных физико-химических МУН от периодичности и количества обработок для каждой группы скважин.

Предложена методика оптимизации внедрения различных физико-химических МУН на указанных объектах по экономическим критериям, с целью получения максимальной прибыли.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Л.Е. Ленченкова

А. А. КОНОНОВ

Шахтинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)»

ПРОТИВОТОЧНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ МЕЛКИХ КЛАССОВ (0-3 ММ)

Механизация добычи угля в современных шахтах и разрезах приводит к образованию в рядовом угле мелких классов крупность 0-3 мм. На отдельных добычных предприятиях содержание мелких классов в рядовом угле превышает 30 %.

Обогащение мелких классов угля является очень дорогим процессом вследствие того, что обогатительное оборудование имеет высокую коммерческую цену, расходуется большое количество электроэнергии и дорогостоящих реагентов. Так, например, обогащение угля флотацией дороже обогащения угля отсадкой примерно в 8 раз. Поэтому в настоящее время во всем мире ведутся активные поиски новых более дешевых способов обогащения мелких классов угля, которые могли бы быть альтернативой флотации.

Примером такого поиска является предлагаемая конструкция противоточного гидравлического сепаратора.

Он представляет собой трубу прямоугольного сечения, установленную в пространстве под углом 30-60° (для каждого угля угол определяется экспериментально), в которую снизу подается техническая вода, а сверху навстречу потоку технической воды подается сгущенная пульпа, содержащая необогащенный уголь класса 0-3 мм. Легкие частицы угля вымываются потоком технической воды и разгружаются через верхний край трубы, а породные тяжелые частицы опускаются вниз трубы и там разгружаются через специальный трубопровод.

Предлагаемый сепаратор в десятки раз дешевле флотомашин, не требует реагентов и расходует незначительное количество электроэнергии.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Петухов А.Н.

ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ТОНКИХ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

При панельной подготовке при разработке пологих и наклонно залегающих угольных пластов малой и средней мощности возможен порядок (разработанный нами) проведения основных выработок с последующим частичным погашением целиков коренных штреков в сочетании с технологией с разворотом механизированного комплекса на 180°, сущность которого, заключается в следующем. С поверхности проводят вскрывающие выработки главный и вспомогательный стволы, затем проводят выработки околоствольного двора, от которых проводят главный откаточный и параллельно вентиляционный штреки до средней части панели. Для подготовки бремсберговой части шахтного поля от главного откаточного и вентиляционного штреков по восстанию пласта проводят бремсберг и два ходка до верхней границы шахтного поля. Параллельно осуществляют подготовку уклонной части шахтного поля - по падению проводят уклон и два ходка до нижней границы шахтного поля.

Предлагаемый способ отработки выемочных полей при панельной подготовке обеспечит:

- меньшие потери угля,
- высокую концентрацию горных работ,
- увеличение производственной мощности, за счет дополнительно извлекаемых запасов из камер,
- сокращение времени на перемонтаж механизированного комплекса,
- более стабильную работу подготовительных забоев (не требуется дополнительно увеличивать скорость проходки при подготовке уклонной части, за счет дополнительных работ по углубке уклона и ходков), что в свою очередь позволит повысить качество добываемого угля при валовой выемке горной массы из очистных и подготовительных забоев.

Научный руководитель: доц., к.т.н. А.А. Белодедов

С.С. КОПУСОВ
Тюменский государственный нефтегазовый университет

ОБОСНОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО – ЕМКОСТНОЙ МОДЕЛИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Недостаточный учет фильтрационно – емкостной модели залежей нефти и газа снижает эффективность поисково разведочных работ и разработку месторождений. Комплексными исследованиями установлено, что в продуктивных отложениях УВ содержатся в трещинах и капиллярных каналах соизмеримых с порами, между которыми происходят обменные процессы. Поскольку первые скважины бурят в сводах структур, где развиты преимущественно трещинные коллекторы, то происходит их кольтматация.

В процессе разработки наблюдается очистка трещин и уровни добычи в зависимости от качества вскрытия могут соответствовать поровому, трещинно – поровому или порово – трещинным коллекторам. После раскольматирования коллектор вырабатывается как однородно – трещинный. Создание значительных депрессий (>5Мпа) или внедрение заводнения приводят к поршневому вытеснению нефти водой и раздельной выработке запасов: в начальный короткий период из трещинной емкости, а после ее выработки и обводнения из изолированных участков с поровыми коллекторами, запасы в которых относятся к трудноизвлекаемым (ТИЗ). Подобная практика нарушает гидродинамическую систему залежей, характеризуется непроизводительными затратами, требует дополнительного бурения скважин для выявления участков с остаточными запасами и трансформации системы заводнения на эти участки. Темп отбора, (около 2% от балансовых запасов) соответствующий одновременной выработке трещин и пор (коллектор ПТ) обеспечивает низкий рост обводненности и достижение максимальной нефтеотдачи. Основные извлекаемые запасы содержатся в трещинной емкости.

Фильтрационно-емкостная модель залежей и факторы влияющие на формирование трудноизвлекаемых запасов, выявлены по геолого-промысловым данным, динамике показателей разработки и оценки эффективности систем заводнения.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор И.П. Попов

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО СТВОЛУ ДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ

Одна из основных проблем нефтедобычи, на сегодняшний день, является проблема отложения парафина на стенках скважины. Для успешного применения оборудования и технологий предупреждения образования и удаления парафина необходимо определять глубину начала их образования в скважинах, что является возможным при достоверной информации о распределении температуры по стволу добывающей скважины.

В работе выдвинута гипотеза о том, что в рамках одного объекта разработки полное термическое сопротивление R имеет постоянное значение для всех скважин этого объекта, так как скважины, принадлежащие одному объекту, имеют схожее строение, окружены одними и теми же горными породами и добывают продукцию со схожими физическими свойствами. Так же стоит заметить, что термическое сопротивление R даже в одной скважине не будет иметь не постоянного значения, так как на разных интервалах скважины термическое сопротивление будет складываться из разных составляющих (рис.2). Целесообразно при нахождении термического сопротивления разделять скважину на три интервала: I – от устья до динамического уровня, II – от динамического уровня до башмака НКТ, III – от башмака НКТ до забоя скважины.

При анализе термограмм, снятых со скважин Сибирского месторождения, получена зависимость для определения температуры потока жидкости по стволу скважины, с помощью которой с достаточной для практики точностью можно оценить температуру в любом горизонтальном сечении скважины и использовать для определения точки начала интенсивного парафинообразования в стволе скважины.

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Мордвинов

И.А. КОРОЛЕВ

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ВЫХОДА СУММАРНОГО КОНЦЕНТРАТА

Цель работы – выбор технологической схемы обогащения и ее параметров для достижения наибольшего выхода концентрата требуемого качества в непрерывно меняющихся условиях. Эти изменения обусловлены наращиванием объемов добычи угля; широким внедрением высокопроизводительной добычной техники, которое сопровождается разубоживанием рядового угля из-за попадания породных прослоев; колебаниями качественных характеристик сырья при переходе на новые пласты; ужесточением требований, предъявляемых как к технологическим, так и к экологическим показателям обогащения; запросами рынка к качеству выпускаемых продуктов обогащения.

В работе показано использование методов математического и компьютерного моделирования с применением разработанных автором программных продуктов для аналитического представления кривых обогатимости по машинным классам и реализованных в теореме Рейнгардта при расчете технологической схемы обогащения с целью определения оптимальных плотностей разделения в гравитационных аппаратах, при которых достигается максимальный выход суммарного концентрата требуемой зольности.

Идея работы – использование закономерностей вероятностного распределения минеральных частиц по крупности и плотности и их взаимосвязи с качественными и количественными показателями продуктов обогащения для прогнозирования материального баланса добывающих и перерабатывающих предприятий угольной отрасли с учетом динамики процессов и подсистем обеспечения горного производства.

Результаты работы внедрены в ЗАО «НИПИ КУЗБАССПРОЕКТ» при проектировании технологии переработки энергетических углей на обогатительном модуле ш. Талдинская Западная 1, позволяющей увеличить общую производительность и выпуск суммарного концентрата.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Удовицкий

И. Ю. КОРЧАГИН

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

На шахтах крупнейшей в России угледобывающей компании ОАО «СУЭК-Кузбасс» ежегодно проводится 70-90 километров горных выработок с использованием проходческих комбайнов отечественного и импортного производства. За период с 2007 по 2012 год структура парка комбайнов существенно изменилась в сторону увеличения количества отечественных комбайнов типа КП21. Так в 2012 году из 59 комбайнов, работающих в компании, на долю комбайнов КП21 приходилось 29. Эти комбайны имеют современные технические характеристики и успешно конкурируют с импортными комбайнами. Комбайны

постоянно совершенствуются, однако опыт их эксплуатации говорит о том, что они не лишены недостатков. Отметим два из них.

1. Домкрат телескопичности стрелы имеет ход 500 мм. При длине коронки комбайна 700-800 мм. такого хода домкрата не хватает для её полной зарубки в массив в новом цикле без включения гусеничного хода. Предложено увеличить ход домкрата, что потребовало проведения расчётов на его прочность и устойчивость.

2. Для удобства управления комбайном и сокращения числа управляющих команд целесообразно их разумное совмещение во времени. Предложенное ранее техническое решение по включению гусеничного хода и переводу аутригеров в нерабочее положение одной гидравлической командой (патент РФ № 119391) не гарантирует того, что движение комбайна начнётся только после отрыва аутригеров от почвы, а это может привести к их поломке. Предложено ввести в магистрали гидромоторов гусеничного хода комбайна подпорные клапаны, обеспечивающие подачу жидкости в гидромоторы для их запуска только после перевода аутригеров в сложенное положение.

Реализация изложенных технических предложений позволит улучшить функциональные возможности комбайна, его надёжность, удобство управления и безопасность труда.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ю.А. Антонов

Е.Г. КОСТРУ

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ НА РЕЖИМ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРА МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

В работе предлагаются результаты исследования изменения избыточного и динамического давления в воздушном потоке свежего воздуха, нагнетаемом вентилятором местного проветривания (ВМП) в забой тупиковой выработки.

Целью исследований является определение закономерностей изменения и потерь давления в вентиляционной сети от ВМП до комбайнового забоя тупиковой выработки, что позволит повысить точность выбора ВМП на этапе проектирования, снизить риск взрыва метанопылевоздушных смесей и повысить темпы проведения выработок.

Отраслевая методика проектирования вентиляции учитывает только потери статического давления в вентиляционных трубах. По расчётам в проектах принимаются ВМП с заниженными характеристиками (производительностью и давлением). На шахте в выработке образуются повышенные концентрации метана и угольной пыли, которые ограничивают скорость проведения выработок.

Исследования производились на модели выработки, изготовленной в масштабе 1:13 и в соответствии с линейным и энергетическим критериями. Замеры давления производились прибором МБГО-2 сотрудниками ОВГСО.

В результате исследования впервые установлено, что в вентиляционных трубах происходит уменьшение не только избыточного, но и динамического давления. Также впервые установлено, что эти потери зависят от объёма оборудования, расположенного в призабойном пространстве. Потери динамического давления примерно в 3 раза меньше потерь избыточного. В призабойном пространстве создаётся ВМП избыточное давление, чтобы выдавить исходящий поток от забоя за пределы выработки.

Вывод. При определении параметров ВМП и системы вентиляции тупиковой выработки необходимо учитывать потери избыточного и динамического давления в воздуховоде, в призабойном пространстве и в исходящем потоке.

Научный руководитель: аспирант Е.И. Любимищенко

К.В. КРОХТА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЧЕРЕПАНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАПАДНЫЙ САЛАИР)

В работе представлены результаты оценки эколого-геохимического состояния Черепановской площади по двум природным средам – природные воды и донные отложения. В основу работы положены материалы гидрогеохимического опробования 2009 г. Всего на площади 4827 кв. км было опробовано 94 водопункта и отобрано 280 проб воды на общий анализ, 138 проб на микрокомпонентный анализ, а также 207 проб донных отложений.

Рассматриваемые воды слабощелочные реже нейтральные, собственно пресные, умеренно-пресные.

По ионному составу воды относятся к гидрокарбонатному кальциевому типу.

Состояние водной среды и донных отложений оценивается посредством сравнения показателей их состава с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), кларками речных вод и глин, либо с фоновыми показателями. Таким образом, выявлены следующие элементы-поллютанты водной среды: железо, марганец, мышьяк, бор, алюминий, скандий, титан, стронций, германий, селен, ниобий, барий, лантан, лютеций, уран, концентрации которых превышают кларки речных вод. В донных отложениях отмечаются повышенные концентрации марганца, стронция, ниобия и бора, которые превышают кларк глин.

При интегральной оценке состояния природных сред Черепановской площади установлено, что данная территория имеет высокий уровень загрязнения, что соответствует кризисному эколого-геохимическому состоянию.

В результате выполнения работы составлены карты распределения химических элементов и выявлены зоны аномального обогащения природных сред химическими элементами. Проанализированы источники поступления этих элементов в природные среды Черепановской площади, а также оценена роль антропогенных процессов.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Н.В. Гусева

М.С. КУЗЬМИН

Сибирский Федеральный Университет

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Вопросы управления численностью персонала являются актуальными практически в любой отрасли промышленности.

Работодатель, как собственник средств производства, стремится извлечь максимальную прибыль от их применения посредством рационального использования труда работника с минимальными издержками, в том числе оптимальной численностью персонала, минимальными затратами рабочего времени при обеспечении высокого качества товаров или услуг.

На предприятиях горно-металлургического комплекса ввиду сложных эксплуатационных условий использования оборудования и его быстрого износа значительную роль в организации производственного процесса играет стабильное функционирование ремонтных служб. Определение необходимой численности ремонтных рабочих является одной из важнейших задач при организации ремонтного хозяйства.

Основные особенности работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) оборудования по сравнению с работами основного производства заключаются в большом разнообразии, нерегулярной повторяемости, сложности измерения количества и качества труда.

Исследования в области организации и нормирования труда вспомогательного персонала, проводимые нами на крупнейших золотодобывающих предприятиях России, позволили выделить две наиболее подходящие методики расчета численности ремонтного персонала – *на основе выявления резервов рабочего времени (фотография рабочего времени)* и *на основе норм времени на техническое обслуживание и ремонт оборудования (на основе разрабатываемых технологических карт)*.

Применение рассматриваемых методик расчета численности ремонтного персонала (с учетом постоянно меняющихся индивидуальных подходов к ТОиР оборудования) позволило выявить резервы численности в размере 10-15% и разработать мероприятия по их реализации.

Научный руководитель: канд.экон.наук, доцент Т.В.Твердохлебова

В.М. КУЛАКОВ

Воронежский государственный университет

ОБВОДНЕННЫЕ ЗОНЫ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «УДАЧНАЯ» (РЕСПУБЛИКА САХА-ЯКУТИЯ)

Крупнейшим разведанным месторождением алмазов Якутской алмазоносной провинции является кимберлитовая трубка «Удачная», которая, как и все интрузивные тела в регионе, является своеобразной криогидрогеологической микроструктурой, имеющей определенные отличия от вмещающих осадочных пород, а также других алмазных трубок провинции. Трубка «Удачная» представлена двумя рудными телами – западным и восточным. В разрезе рудных тел до разведанных глубин выделяются две обводненные зоны. Водоносные зоны изучены достаточно детально до глубины 550 м (–200 абс. м), а ниже – до глубины 1430 м (–1080 абс. м) – гидрогеологические исследования проводились в процессе бурения разведочных и эксплуатационно-разведочных скважин.

Первая (верхняя) водоносная зона была приурочена к подошве экзогенной трещиноватости кимберлитов и по мере отработки месторождения осушена. Кровля водонасыщенных пород располагалась

на отметках: +100...+144 абс. м (западное рудное тело) и +100...+152 абс. м (восточное рудное тело). В центральной части восточного тела обводненные кимберлиты отсутствовали. Мощность водоносной зоны невелика и в среднем составляет 5–10 м.

Вторая обводненная зона в кимберлитовых телах выявлена с интервала глубин от 350 (восточное тело) до 630 м (западное тело), что соответствует абсолютным отметкам 0...–280 м.

Газонасыщенность рассолов и взрывоопасность газовой составляющей затрудняют разработку месторождения. При проведении работ необходимо соблюдать дополнительные меры предосторожности, чтобы избежать аварийных ситуаций. Также рассолы обладают высокой агрессивностью к оборудованию и мерзлым породам, поэтому к их перезахоронению необходимо относиться с особой тщательностью, чтобы не нанести серьезный ущерб окружающей среде.

Научный руководитель: доктор геолого-минералог. наук, проф. В.Л. Бочаров

Р.Б. КУСКИЛЬДИН

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕСКАНАТНОГО ШАХТНОГО ПОДЪЕМА

В работе предлагается использование вместо шахтных подъемных установок циклического действия - установки непрерывного действия. Указанная цикличность характеризуется малой длительностью рабочего цикла, когда паузы между движениями соизмеримы с длительностью движения, а в общей продолжительности движения существенную долю занимают периоды неустановившихся движений, связанных с разгоном и торможением подъемной системы. При использовании циклического транспорта в шахтном подъеме с увеличением глубины ствола шахты для обеспечения требуемой производительности приходится идти на увеличение скорости подъема (до 20 м/с) и грузоподъемности сосуда (до 50 т). Такой подход приводит к резкому увеличению инерционных масс, которые имеют значительное влияние на расход энергии и экономику подъема. Кроме того возрастает нагрузка на узлы и элементы конструкции подъемной установки. Применение транспорта непрерывного действия позволит производить подъем с меньшими скоростями в равномерном режиме.

Также обосновывается необходимость устранения тягового элемента – каната в качестве основного несущего элемента. Наличие каната накладывает жесткие ограничения на ее главные параметры – массу поднимаемого груза и глубину подъема. Многие авторы считают наличие каната – основным недостатком современных установок.

В качестве установки непрерывного транспорта рассматривается использование подъемных тележек с автономным приводом. В работе рассмотрены принцип работы такой установки и преимущества которыми она обладает по сравнению с обычными подъемными установками.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А. Д. Кольга

В.Г. КЫЧКИНА

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

РАСЧЕТ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОПРОВОДОВ В ОСЛОЖНЕННЫХ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В работе излагается техника расчетов установившихся режимов работы магистральных газопроводов, пролегающих в сложных термобарических условиях, характеризуемых широким диапазоном температур и давлений, сложными условиями теплообмена с окружающей средой, проложенных по местности с большим перепадом высотных отметок. В частности, речь идет о газопроводах, работающих в северных условиях, в том числе в условиях республики Якутия. При этом в расчетах учитываются все основные эффекты, характерные для транспортировки реального газа.

В качестве исходной базы для расчетов используется система обыкновенных дифференциальных и алгебраических уравнений для распределений давления $p(x)$ и температуры $T(x)$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dx} \left(\frac{\rho v S}{Q} \right) = 0, \\ \rho v \frac{dv}{dx} + \frac{dp}{dx} = -\lambda \frac{1}{d} \frac{\rho v^2}{2} - \rho g \frac{dz}{dx}, \\ \frac{d}{dx} \left[\left(\frac{v^2}{2} + J \right) \right] = -\frac{\pi d \cdot K_T}{Q} (T - T_{нар.}) - g \frac{dz}{dx}, \\ p = Z(\bar{p}, \bar{T}) \cdot \rho R T \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} a_1(p, T) \frac{dp}{dx} + b_1(p, T) \frac{dT}{dx} = c_1(p, T, x), \\ a_2(p, T) \frac{dp}{dx} + b_2(p, T) \frac{dT}{dx} = c_2(p, T) \end{array} \right.$$

(здесь используются общепринятые обозначения). Эта система приводится к каноническому виду:

$$\begin{cases} \frac{dp}{dx} = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \\ \frac{dT}{dx} = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \end{cases} \quad \text{где } \Delta_1 = c_1 b_2 - c_2 b_1, \Delta_2 = a_1 c_2 - a_2 c_1, \Delta = a_1 b_2 - a_2 b_1.$$

В работе излагаются итерационный метод решения этой системы уравнений (при условии $\Delta \neq 0$ - дозвуковой режим течения газа) и разработанная автором для этой цели компьютерная программа. Исследуется влияние профиля газопровода и термических эффектов, в т.ч. эффекта Джоуля-Томсона – энтальпия J считается функцией давления и температуры $J = J(p, T)$ - на пропускную способность Q газопровода. Результаты расчета иллюстрируются конкретными примерами.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.В.Лурье

Р.М. ЛАТЫПОВ

Норильский индустриальный институт

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДОЖИГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ ПЕЧИ ВАНЮКОВА

Процесс дожигания технологических газов печи Ванюкова призван уменьшить техногенное воздействие, оказываемое металлургическим производством на окружающую среду. От точности соблюдения параметров технологического процесса зависят качественные показатели уровня загрязнения.

В данной работе описан процесс разработки математической модели процесса дожигания, которая послужит базой для создания автоматизированной системы управления процессом. Такая система, используя модель, сможет просчитывать состояние процесса на несколько шагов вперед, своевременно генерируя управляющие воздействия.

В работе представлен авторский подход к разработке математических моделей на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани с реализацией в среде разработки RSLogix 5000.

Научный руководитель: асс. А.И. Морозов

К.В. ЛЕБЕДЕВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Существующее оборудование для капитального ремонта газопроводов, в частности трубоукладчики, не полностью отвечает предъявленным требованиям при капитальном ремонте. Удержание на весу газопровода с помощью трубоукладчика экономически неэффективно, из всех функций трубоукладчика используется только перемещение трубоукладчика и удержание газопровода. Это является его побочной функцией, в отличие его главной функции - укладка трубопровода в траншею.

С целью сокращения затратной части предлагается технология ремонта, которая позволит частично отказаться от использования дорогостоящих трубоукладчиков. Это два комплекса для проведения ремонтных работ, первый состоит из двух комплектов, каждый из которых состоит из пары троллейных подвесок подвешенных на траверсах, которые соединяются гидроцилиндрами передвижения. Комплекты располагаются на расстоянии 8 – 10 м. При помощи пары подвесок поднимается участок газопровода с целью непосредственного ремонта, затем осуществляется собственное перемещение комплекса для ремонта следующих участков. Собственное перемещение и подъем газопровода осуществляется с помощью гидропривода. Гидроцилиндр подъема крепится к лыжам, которые обеспечивают стабильность комплекса в условиях неровного грунта. Второй комплекс представляет собой подъемники на гусеничном приводе. Их работа заключается в удержании газопровода на весу, подъеме с помощью гидроцилиндров и передвижении вдоль него в ходе ремонтных работ. Подъемник имеет простую конструкцию, низкое энергопотребление, что способствует упрощению процесса ремонта в целом, больше надежности его проведения и также экономической выгоде.

В целом внедрение новых средств механизации способствует увеличению жесткости общей конструкции, также уменьшается величина изгибных напряжений, соответственно исключается возможность опрокидывания трубоукладчиков.

Научный руководитель: доцент Ю.Д. Коннов

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ УГЛЕРОДОМ ХРОМОВЫХ РУД УРАЛА

В рамках программы «Урал Промышленный – Урал Полярный» одно из направлений – изучение металлургических свойств руд вводимых в эксплуатацию новых месторождений Урала, разработка новых технологий производства металлов и глубокой переработки руд. Нами были исследованы руды массива Рай-Из, южно-Сарановское месторождение и руды Южного Урала.

В настоящей работе приводятся результаты исследования структуры, состава и металлургических свойств, хромовых руд Сарановского месторождения. Отличительной особенностью руд является то, что во вмещающей породе они содержат карбонаты, которые в результате окислительного обжига распадаются с выделением CO_2 . Такой факт не было замечен при исследовании других хромовых руд. Кроме этого, руды Сарановского месторождения содержат до 0,4% никеля. Экспериментально установлено, что в продуктах окислительного обжига руды появляется новая фаза – феррит магния, что приводит к появлению магнитных свойств вмещающей породы и дает возможность применить магнитную сепарацию. При окислительном обжиге наблюдается диффузия катионов железа из решетки хромшпинелида и магния на границу «хромшпинелид – вмещающая порода». В результате на границе фаз концентрируется железо и магний. Помимо железа и магния при обжиге происходит сегрегация никеля. У металлов платиновой группы, в результате обжига ослабляются связи с вмещающей породой. Методом магнитной сепарации после окислительного обжига выделяют из хромовой руды сопутствующие элементы. Немагнитная фракция представляет собой обогащенную хромовую руду с измененным в ней отношением хром к железу, в то время как магнитная фракция – это богатый ценными металлами материал, пригодный для последующей переработки. С увеличением выдержки при окислительном обжиге происходит увеличение скорости и степени восстановления руды. Экспериментально установлен механизм переноса углерода в глубину куска руды.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.Ю. Пашкеев

М.С. ЛЕОНОВА*Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет*

ОКОМКОВАНИЕ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЯ

В работе рассмотрены общие сведения об использовании кремния в различных отраслях промышленности. Описаны характеристики и состав кварцевого сырья (кварца, кварцевых песков), используемого для выплавки кремния.

В основе карботермического способа получения кремния в руднотермических печах на крупнейшем предприятии ЗАО «Кремний» ОК «РУСАЛ» (г. Шелехов, Иркутская область) лежит основная химическая реакция: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$.

Продуктами плавки являются технический кремний и шлак в незначительном количестве (3-5%), а также пылегазовая смесь. Пыль газоочистки в основном состоит из SiO_2 (85,41%); SiC (5,03%); $\text{C}_{\text{своб}}$ (6,09%); Al_2O_3 (0,46%); Fe_2O_3 (0,30%) и др.

На основе аналитических данных пыль может служить сырьевым источником для производства кремния. Однако непосредственная загрузка в печь данного мелкофракционного материала невозможна.

Целью наших исследований явилась разработка методики окомкования мелкодисперсных сырьевых материалов (кремниевой пыли, углеродистого восстановителя) с получением прочных пористых шихтовых композиций для выплавки кремния. Возврат отходов (кремниевой пыли) в производство в виде окомкованной шихты является экономически и экологически выгодным.

Научный руководитель: д.т.н., зав. кафедрой металлургии цветных металлов Н.В. Немчинова

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1064 «Карботермическая технология получения кремния для солнечной энергетики»

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ХРОМОВЫХ РУД МАССИВА РАЙ-ИЗ

Исследования хромовых руд определены направлениями работ «Урал Промышленный – Урал Полярный» на период 2010 – 2020 гг. – подготовка руд к плавке, разработка технологий их глубокого обогащения и новых технологий переработки, повышающих использование ведущего компонента руды.

Объектом исследования является никельсодержащая хромовая руда месторождения «Центральное» массива Рай-Из. Изучен химический и минеральный состав хромовых руд месторождения «Центральное» массива Рай-Из Полярного Урала. Руды следует отнести к классу полиметаллических, со значительным содержанием никельсодержащих минералов и металлов платиновой группы. В соответствии с результатами выполненного нами химического анализа хромовые руды месторождения «Центральное» массива Рай-Из, поступающие на ОАО «ЧЭМК» были условно разделены по содержанию никеля на две группы: руда с обычным содержанием никеля (0,15 – 0,18%) и руда с высоким содержанием никеля (0,46 – 0,60%).

Нами изучены фазовые, химические и структурные превращения, реализующиеся в хромовых рудах и их составляющих при окислительном нагреве на воздухе. Установлена миграция катионов железа из зерна хромшпинелида на границу «хромшпинелид – вмещающая порода», диффузия MgO из хромшпинелида в магниевый силикат, снижение содержания оксида железа в хромшпинелиде при неизменном содержании в нем оксида хрома. Установлено влияние окислительного обжига на формирование магнитных фракций в хромовой руде и рассмотрены возможности использования полученных результатов для твердофазного магнитного обогащения. Впервые рассмотрена схема «окислительный обжиг – восстановление в закрытой системе». Исследован состав и структура продуктов восстановления. Экспериментально показано участие газовой фазы в переносе углерода вглубь кусков руды. Предложена схема переработки хромовой руды для получения хромового концентрата и извлечения из хромовой руды ценных сопутствующих элементов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.Ю. Пашкеев

Д.Г. ЛЯПИН

Московский государственный горный университет

ИННОВАЦИОННЫЙ МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫЙ ПРИВОД МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА КОМПАКТНОГО РОТОРНОГО ЭКСКАВАТОРА

В общей технологии открытых горных работ при разработке месторождений, сложенных мягкими породами, одними из основных производственных процессов является вскрышные работы с применением компактного роторного экскаватора.

Современные компактные роторные экскаваторы имеют механизм поворота, который включает два или более самостоятельных механизмов с индивидуальным приводом работающих на один зубчатый венец. При одновременной работе двигателей поворотного механизма роторного экскаватора на один зубчатый венец **образуется деформационный момент** (за счет не одинаковости движущих моментов каждого из двигателей). Значительные амплитуды колебаний движущих моментов электродвигателей во время поворота верхнего строения экскаватора приводят к **значительным динамическим нагрузкам в трансмиссии поворотного механизма экскаватора и в элементах его металлоконструкций**.

В работе предлагается оснастить многодвигательный привод механизма поворота компактного роторного экскаватора трехзвенными дифференциалами (2К-Н) два звена которых кинематически связывают приводные электродвигатели с зубчатым венцом экскаватора. А третьи звенья замкнуты на валы гидрообъемных машин, причем одноименные магистрали, которых гидравлически связаны между собой. При этом регулирование скорости поворота по косинусоидальному закону автоматически осуществляется дросселем с регулятором давления в пределах угла поворота верхнего строения экскаватора в 60° .

Применение инновационного многодвигательного привода механизма поворота компактного роторного экскаватора разработанного на кафедре Горных машин и оборудования МГГУ позволит экономить установленную мощность гидромашин с одновременным увеличением их ресурса за счет эксплуатации их в тормозном режиме.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Р. Хромой

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА СТРАТЕГИЮ ЕГО РАЗВИТИЯ

Современная экономическая обстановка обуславливает острую необходимость разработки новых подходов и методик решения задач эффективного управления предприятием. Определяющей категорией в принятии подобных решений и планировании стратегии развития, выступает экономический потенциал каждого предприятия. Составляющие совокупного экономического потенциала могут способствовать как повышению эффективности хозяйственной деятельности, так и ее снижению. Таким образом, актуальность данной категории, безусловно, имеет место быть, более того, доминирующим аспектом является вопрос денежной оценки экономического потенциала, который в свою очередь состоит из производственного, технологического, экономического и организационного потенциалов.

Для предприятий горнодобывающей отрасли преимущественным является ресурсный потенциал и его оценка. Не смотря на уникальную базу запасов руды и полезных ископаемых со значительным потенциалом роста, существуют такие понятия как доказанные и вероятные запасы руд полезных ископаемых, а так же разведанные и обозначенные запасы, которые в свою очередь влияют на стоимостную оценку фактического ресурсного потенциала рудника, на стратегию развития предприятия в целом. Оценка влияния структуры экономического потенциала на стратегию развития предприятия является одной из ключевых проблем в планировании, поскольку на данном этапе отсутствует методика оценки экономического потенциала горных предприятий, объективная статистическая информация, рынки сбыта руд цветных металлов, как инструмент оценки и влияния на производственную сферу.

Решение подобных задач будет способствовать повышению объективности управления, оптимизирует использование производственного потенциала горного предприятия в условиях рынка, упростит разработку стратегии развития предприятия во внешней среде, позволит рационально использовать имеющиеся ресурсы как основу выживания предприятия и существования в конкурентной среде.

В этих условиях недостаточно ограничиваться изучением различных сторон воспроизводства, эффективности использования отдельных видов ресурсов. Необходим комплексный и систематичный анализ экономического потенциала горного предприятия, выражающего в интегрированном виде возможности получения стратегически поставленных целей. Для горных предприятий, таких как ОАО «ГМК «Норильский никель» они обусловлены взаимодействием всех составляющих совокупного экономического потенциала и производственных фондов по извлечению запасов природного сырья, учитывая его специфичность, исчерпаемость и невозобновляемость.

Предложена наглядная многоуровневая модель управления совокупным потенциалом горного предприятия, рассмотрена существующая стратегия развития Компании, рассмотрены альтернативные пути увеличения экономического потенциала предприятия.

Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент, зав. каф. бухгалтерского учета и финансов Роговский Г.Л.

А. Н. МАКАРОВ
Альметьевский государственный нефтяной институт

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВТОРНЫХ ГИДРОРАЗРЫВОВ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ПЛАСТОВ – КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИРАЗЛОМНОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Целью данной работы является изучение повторных гидроразрывов пластов в скважинах на Приразломном месторождении, расположенном в Западной Сибири.

В работе рассмотрены критерии эффективности повторного ГРП, выделены основные факторы, оказывающие влияние на результат стимуляционной обработки, и выделены количественные и качественные взаимосвязи между факторами и параметрами работы скважины после повторного ГРП. Обнаружены взаимосвязи успешности повторной обработки от параметров первичной. Выявлены зависимости эффективности повторного ГРП от давления в залежи, загрузки проппанта, положения стимулируемой скважины относительно других добывающих и нагнетательных скважин.

Также рассмотрен вопрос выявления основных критериев, позволяющих осуществить подбор скважин кандидатов на проведение повторного ГРП. Было рассмотрено несколько уровней критериев, на каждом из которых выделены вопросы, которые должны быть рассмотрены при планировании компанией повторного гидроразрыва пластов.

Большое внимание уделено практическому применению методов выбора скважин для повторного ГРП. Для скважины, выбранной на основании выявленных критериев, проведено компьютерное

моделирование гидроразрыва, на основании подобранного дизайна. Далее проанализирована полученная геометрия трещины, рассчитан дебет скважины после интенсификации, на основании полученной продуктивности произведены экономические расчёты, сделано заключение об экономической целесообразности повторной обработки.

Научный руководитель: ведущий специалист отдела интенсификации добычи, управления повышения производительности резервуаров ООО «РН - Юганскнефтегаз» Ф.М. Калимуллин

Г.Р. МАКАРОВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

ТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ ПРИРОДНОГО БИТУМА РТ ДВУХУСТЬЕВЫМИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ТЕПЛОАГНЕТАТЕЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ КОЛЬЦЕВОГО ПРОФИЛЯ

Разработан эффективный способ освоения битумных залежей изометрической формы. Способ представляет законченную технологию бурения специальных теплоагнетательных двухустьевых скважин горизонтально-кольцевого профиля и бурение вертикальной дренажно-добычной скважины в центре залежи. Технология и последовательность строительства бурение горизонтально-кольцевой теплоагнетательной скважин радиусом равным радиусу изометрической залежи. Способ состоит из 4 этапов. Первый этап. Бурение вертикального участка роторным способом до кровли битумного пласта. Второй этап. Бурение из под башмака наклонного участка всего кольцевого участка методом колтюбинга с применением укороченного винтового забойного двигателя. Необходимо применение осциллятора в компоновке долота, осциллятор необходим для создания забойного давления по горизонтальному и восстающему участкам. Третий этап. Бурение восстающего участка с выходом забоя на дневную поверхность в непосредственной близости от устья вертикального ствола на расстояние не более 10-15 м. Выход на поверхность необходим для сохранения ВЗД и осциллятора для последующего использования. Перфорация гибкой трубы центру залежи и к дренажно-добычной скважине. Третий этап. Бурение вертикальной дренажно-добычной скважины по забою ниже битумного пласта на 10- 15 м. В одной обсадной колонне монтируется дренажная колонна для осушения пласта. В предлагаемой технологии осушение пласта является ключевой задачей, поскольку позволяет увеличить скорость продвижения теплоносителя и снижение величины теплопотерь до 60%-70%. В той же колонне монтируется добычная колонна, оборудованная штатным штанговым насосом.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В. А. Файзуллин

Е.Г.МАЛАХОВА

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

С высокой природной метаносностью угольных пластов связан целый ряд проблем, которые повышают себестоимость добываемого угля и, как следствие, неблагоприятно сказываются на экономических показателях угледобывающих предприятий: ограничения производительности оборудования по газовому фактору, внеплановые остановки работы шахты, часто возникающие аварийные ситуации и др. Как правило, решение ограничивается вентиляцией подземного пространства, которая на ряде шахт дополнена системой предварительной дегазации.

Данные меры не обеспечивают необходимого снижения газонасыщенности пластов и не позволяют использовать извлекаемый газ, так как при концентрации метана ниже 25 % его использование запрещено. Невозможность использования газа приводит к выбросам его в атмосферу и, как следствие, к росту затрат компании, учитывая увеличение нормативов платы за выбросы метана в 1000 раз с 2003 года.

Заблаговременная дегазация позволяет снизить содержание метана на большей площади и применять методы интенсификации притока. При заблаговременной дегазации на поверхность извлекается газ, состоящий на 95-97 % из чистого метана, что позволяет не только реализовывать его, но и поддерживать с его помощью кондиционную концентрацию метановоздушной смеси, извлекаемой дегазационной системой шахты.

В работе была проведена оценка экономической эффективности строительства дегазационных скважин на примере Кузнецкого угольного бассейна, с учетом того, что расходы на бурение дегазационных скважин входят в перечень расходов, принимаемых к вычету из суммы НДС, что также является стимулом к проведению заблаговременной дегазации шахтных полей.

Уменьшая вероятность внезапных выбросов метана и аварий, проведение заблаговременной

дегазации позволит, помимо улучшения экономических показателей за счет повышения производительности горных работ, сохранить человеческие жизни, а также сократить объем выбрасываемого в атмосферу метана.

Научный руководитель: д.э.н., профессор А.Ф. Андреев

С.А. МЕЛЬНИКОВ

Самарский Государственный Технический Университет

РОЛЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАРБАНАТИТООБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЕЛЬБЕК (ТУРКЕСТАНО-АЛАЙСКИЙ ХРЕБЕТ)

Проведенные нами петрографические исследования карбонатитов месторождения Дельбек, анализ структурно - текстурных особенностей пород, показали, что гидротермально метасоматические процессы могут считаться основными агентами, формирующими современный облик большинства разностей карбонатитов. В процессе метасоматического замещения кальцитом первичные породы изменены до неузнаваемости. Об их природе можно судить лишь по наличию «теневого структур», просвечивающих сквозь карбонатную матрицу. Кальцит является основным породообразующим минералом во всех, исследуемых породах, его зерна разные по морфологии слагают основную массу, сложенную двумя легко различимыми под микроскопом генерациями (рентгеноструктурный анализ подтвердил наличие двух генераций кальцита). Было сделано предположение, что первой генерации принадлежат зерна замещенных вторичным кальцитом минералов, иногда хорошо узнаваемых в шлифах. Так, округлые зерна замещенного кальцитом апатита хорошо выделяются на фоне основной массы кальцитовых зерен. Края многих таких зерен по краям сложены сульфидом (электронно-зондовый микроанализ показал наличие в образцах пирита), есть участки незамещенных до конца зерен апатита. Отмечено наличие округлых, неправильной формы, зерен, имеющих высокий рельеф и не характерную для карбонатов совершенную спайность в двух направлениях под углом, близким к 90 град. В пределах видимости поля зрения микроскопа крупные зерна кальцита, слагающие основную массу породы, как правило, развернуты в одну сторону, двойники в этом случае ориентированы также однонаправлено даже если зерна удалены друг от друга. Такое «синхронное поведение» кальцитовых зерен говорит о течении вещества, в следствии которого и идет ориентация зерен кальцита, что еще раз указывает на высокую роль гидротермально-метасоматических процессов в формировании облика карбонатитов месторождения Дельбек и подтверждает гетерогенную природу их происхождения.

Научный руководитель: асс. каф. «Геология и геофизика» А.А. Коновалова

Л. И. МИНЛИГАЛИЕВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТИ ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

Данная работа посвящена проблеме нефтеобразующей роли доманиковых отложений Волго-Уральского НГБ. В ходе исследований были реконструированы этапы геохимической истории нефти турнейского яруса.

Объектом исследования явились нефти и битумоид из отложений турнейского яруса Краснооктябрьского и Ново-Елховского месторождений, расположенных на западном склоне Южно-Татарского свода (11 проб нефти и 3 образца битумоида).

Углеводородный состав масляной фракции нефти и битумоида был определен методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл 2000М». Предварительно битумоид был экстрагирован из породы в аппарате Сокслета, нефть и битумоид были разделены на аналитические группы методом жидкостно-адсорбционной хроматографии. Массовая доля углерода, водорода, азота была определена на элементном анализаторе «СНН» PE 2400 серия II («Perkin Elmer»), а массовая доля серы – на рентгенофлуоресцентном энергодисперсионном анализаторе Спектроскан SL.

Геохимические показатели нефтей, отобранных на разных месторождениях, оказались довольно близкими, что свидетельствует об их одинаковом генезисе. Для сопоставления с исследуемыми нефтями и битумоидом использованы данные геохимических исследований синбитумоидов доманикового горизонта [Г.П. Каюкова, Г.В. Романов, Р. Г. Лукьянова, Н.С. Шарипова. Органическая геохимия осадочной толщи и фундамента территории Татарстана. – М.:ГЕОС, 2009]. В нефти и битумоиде турнейского яруса и синбитумоиде доманикового горизонта отношения фитан/н-С18 больше значений отношения пристан/н-С17. Очевидно повышенное содержание фитана в составе изопреноидов, обусловленное большей ролью микрофитопланктона в составе исходного органического вещества. Коэффициенты нечетности нефти и битумоида свидетельствуют об одинаковом уровне катагенеза.

Из этого следует, что исходное органическое вещество, необходимое для образования исследуемой нефти, вероятно, формировалось в условиях доманиковой фации во время позднего девона.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Н.Г. Нургалиева

В.А. МОЛОКАНОВ

Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М.Губкина

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

В прошлом нефть была доступным и дешевым сырьем для развивающейся нефтеперерабатывающей промышленности, вопросам экологии не уделялось должного внимания, а применение отходов нефтяной промышленности в качестве сырья процессов переработки было дорогостоящим и непопулярным. Их просто сжигали, нанося при этом вред окружающей среде, или складировали в емкости в ожидании того, что проблема переработки шлама решится сама. Подобные тенденции привели к серьезному ухудшению экологической обстановки в мире.

Сейчас, во время постоянно растущего спроса на нефтепродукты и нестабильных цен на нефть, все больше внимания уделяется разработкам технологий повторного использования отходов нефтяной промышленности, в частности, отработанных смазочных материалов или ОСМ.

Отработанные масла - это бывшие в употреблении масла, у которых вследствие эксплуатации настолько изменились химические и физические свойства, что они уже не могут применяться по основному назначению, или подлежат замене после выработки установленного срока.

Существуют различные способы регенерации отработанных смазочных материалов. Одним из них является использование ОСМ в качестве дисперсионной среды для пластичных смазок.

В данной работе отработанные авиационные масла были с успехом использованы в качестве дисперсионной среды при приготовлении различных пластичных смазок.

Таким образом, использование ОСМ позволит снизить себестоимость пластичных смазок за счет сокращения затрат на компоненты смазки. Применение данного способа позволит уменьшить объем не утилизируемых в РФ в настоящее время отработанных масел и снизить расход дефицитных сырьевых компонентов, идущих на производство пластичных смазок.

Научный руководитель доц., к.т.н. В.А. Дорогочинская

М.К. МУРЗАТАЕВА

Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М.Губкина

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТКАХ СКВАЖИН НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Эксплуатация скважин на поздней стадии разработки осложнена, как правило, коррозией нефтепромыслового оборудования, отложениями солей и асфальтосмолопарафинов (АСПО). Существует множество технологий, позволяющих успешно решать любую из этих проблем. Однако, очень малое количество скважин, имеющих только одну проблему, обычно это комплекс осложнений. Можно предположить, что твердые частицы окалины и песка являются центром кристаллизации солей и парафинов, на которые адсорбируются асфальтены и смолы. Такое многоплановое загрязнение очень сложно отмыть каким-то одним составом. Соли, железо могут быть удалены кислотами, АСПО – растворителями.

Кислотные обработки (КО) являются самыми распространенными, однако их эффективность в отрасли не превышает 40%. Одним из решений проблемы повышения эффективности КО является использование водных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ), широко применяющихся как самостоятельно для промывок скважин предшествующих КО, а также, как добавки к кислотному составу.

В НОЦ «Промысловая химия» РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина разработана и широко применяется технология поэтапной обработки скважины, когда первый объем раствора на основе ПАВ промывает скважину и перфорационную зону пласта, далее проводится КО на ПАВ-кислотном составе. Все продукты реакции выносятся после каждой обработки, для понижения вероятности образования осадков и коагуляции ПЗП. Для подбора наиболее эффективного состава были исследованы различные классы ПАВ, определены межфазное натяжение на границе с керосином, критическая концентрация мицеллообразования. Исследована наилучшая отмывающая способность ПАВ по отношению к АСПО методом «холодного стержня». Подобрано оптимальное соотношение ПАВ в смеси для удаления органических отложений.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.Ф. Давлетшина

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Республика Башкортостан является нефтегазодобывающей провинцией, в связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на решение проблем эффективного использования ПНГ.

Нефтяные компании сталкиваются с большим числом сложностей при формировании единого подхода к решению проблем эффективного использования ПНГ, так как нефтегазовая промышленность республики представлена большим количеством месторождений нефти, которые различаются друг от друга размерами, числом продуктивных пластов, качеством, составом и свойствами добываемой нефти, уровнем развития инфраструктуры и т.д. В работе была осуществлена попытка создания алгоритма по эффективному использованию нефтяного газа.

Эффективное использование «попутки» предполагает получение продуктов нефтепереработки, ШФЛУ, СОГ. Одной из важнейших задач, стоящих перед компаниями, является определение экономически целесообразного варианта использования ПНГ в условиях конкретного месторождения на стадии экспертизы и утверждения проектов.

В рамках Грачевского месторождения были рассмотрены 3 варианта эффективного использования добываемого ПНГ, произведена экономическая оценка, даны характеристики и схемы применения:

1. Получение сжиженного природного газа (СПГ, метан);
2. Производство метанола (метиловый спирт);
3. Производство синтетических жидких углеводородов Gas-to-Liquid

Изучив и сравнив между собой параметры предложенных вариантов использования ПНГ в рамках Грачевского месторождения, рекомендуется проект производства метанола.

Научный руководитель: д.э.н., доцент И.В. Буренина

В.И. НАИДКО

Сибирский федеральный университет. Институт горного дела геологии и геотехнологий

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ КАРТЫ СОВЕТСКО-ПЕРЕВАЛИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ) МАСШТАБА 1:50000

В связи с истощением разрабатываемых золоторудных рудных объектов в Северо-Енисейском районе существует необходимость пополнения минерально-сырьевой базы. С этой целью, на данной территории, выделен ряд рудных объектов, взятых за эталон для построения макета прогнозно-металлогенической карты.

Макет прогнозно-металлогенической карты Советско-Перевалинского рудного узла состоит из двух блоков:

- динамической базы данных, включающих в себя геологию Советско-Перевалинского рудного узла, геохимические и геофизические поля, рудную информацию (коренные месторождения и рудопроявления золота, а также россыпи);

- легенды, в которую входят модели объектов поисков (эталон). Модели имеют собственные минерально-геохимические, полученные при анализе карт вторичных ореолов рассеяния, схем геофизических полей, а также геологической карты Советско-Перевалинского рудного узла.

Опираясь выше описанными данными, на исследуемой площади, можно выделить участки, минерало-геохимические особенности которых будут соответствовать параметрам заданного эталона. В дальнейшем, в совокупности с другими данными это позволит правильно скорректировать поисковые работы в пределах Советско-Перевалинского рудного узла.

Данный макет прогнозно-металлогенической карты дает преимущества в том, что он позволяет извлекать из большой выборки локальные данные, которые согласно заданной модели, могут являться потенциально рудоносными.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Макаров

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛЯНОКИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК СКВАЖИН В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

В случае, когда речь идет об интенсификации добычи в карбонатных коллекторах технологии, как правило, базируются на солянокислотных составах, которые способны растворять карбонаты — известняки, доломиты, доломитизированные известняки, слагающие продуктивные горизонты нефтяных и газовых месторождений. Эффективность солянокислотных обработок в первую очередь зависит от глубины проникновения кислоты в пласт, полноты растворения в кислоте зерен коллектора, охвата пласта воздействием кислотного раствора и особенно от обводненности скважин.

Однако, при использовании растворов соляной кислоты, возникают проблемы, связанные с высокими значениями межфазного натяжения на границе с углеводородами, а также вторичным осадкообразованием, повышенной скоростью реакции с водонасыщенной породой и с образованием осадков и эмульсий с пластовыми флюидами. Всё это приводит к снижению эффективности кислотных обработок.

Поэтому разработка эффективных добавок для растворов соляной кислоты, применяемых при обработке карбонатных коллекторов, предотвращающих вышеуказанные проблемы, является практически важной задачей.

В работе разработаны кислотные составы на основе раствора 12-24%-ной ингибированной кислоты и полученной композиции ПАВ, обладающие низкими значениями межфазного натяжения на границе с углеводородами, сниженной скоростью реакции с карбонатной породой, не вызывающие вторичного осадкообразования, за счет образования мицеллярной структуры, а также осадков и эмульсий при контакте с пластовыми флюидами и позволяющие, за счет вышеперечисленных свойств, увеличить эффективность кислотных обработок.

Установлено, что композиции, включающие катионноактивные и анионоактивные ПАВ обладают синергетическим эффектом в отношении снижения межфазного натяжения на границе с углеводородом и скорости реакции с карбонатной породой.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.Ю. Башкирцева

А.М. НЕЛАЕВ

Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Целью данной научной работы является оценка эффективности применения метода водогазового воздействия (ВГВ) на примере пласта ПК₁, а также выявление наиболее эффективного соотношения закачиваемых флюидов.

Результаты исследований керна пласта ПК₁ на базе системы определения относительных фазовых проницаемостей RPS-850 производства компании «CoretestSystems» (США) показали, что данный вид воздействия можно признать весьма эффективным. При проведении данных опытов с разными долями газа и воды в потоке было замечено, что с увеличением доли газа в потоке водогазовой смеси эффективность вытеснения нефти возрастает.

Сделан вывод о том, что при фильтрации водогазовой смеси с долей воды и газа 2:1 в объеме 5,4 V_{пор} образца коэффициент вытеснения увеличился с 0,22 до значения 0,5, причем при дальнейшей фильтрации водогазовой смеси вытеснения нефти больше не наблюдалось.

Выявлено, что вытеснение нефти циклической закачкой воды и газа на керне пласта ПК₁ более эффективно, чем закачка водного раствора щелочи, но менее эффективен, чем закачка водогазовой смеси. По результатам данных опытов замечено, что применение соотношения ВГВ 2,5:1 более эффективно, чем вариант с большим объемом воды (ВГВ 1:2,5). Вариант с соотношением ВГВ 1:1 оказался наименее эффективным.

Приведенные в данной научной работе результаты лабораторных исследований показывают, что одним из возможных методов разработки запасов высоковязкой нефти подгазовой оторочки пласта ПК₁ являются вытеснение нефти водогазовой смесью.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.И. Грачев

ПЕРСПЕКТИВЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТОЛА С ЗАГРЕБНЫМИ ЛАПАМИ КОМБАЙНА ТИПА АМ-75 И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ

Очистные работы в шахтах, рудниках являются одним из важнейших пунктов по добыче полезного ископаемого. При очистных работах не должно быть никаких проблем и затруднений, так как от этого зависит производительность рудника, шахты.

Когда ведутся очистные работы, комбайн типа АМ-75 (и его модификации) оставляют за собой (по бокам) горную породу, так называемую в народе «плинтуса». На уборку «плинтусов» требуется 4-6 горнорабочих с 6-часовой сменой.

В данной статье предлагается изменить стол с загребными лапами комбайна типа АМ-75 (и его модификаций): по флангу стола смонтировать (крепление резины производится из прочного металла) загребные полотна из высокопрочной резины (рис.1). Резиновые полотна будут загребать руду, которая находится вне радиуса ковша комбайна по горизонтали выработки в ковш с загребными лапами. Так как полотна будут изготовлены из высокопрочной резины, они будут спокойно проходить через выступы породы и при этом сохранять первоначальную форму. Порода будет попадать в ковш с загребными лапами комбайна из-за специально смонтированного угла резины.

К примеру, горнорабочий получает заработную плату в размере 50т.р. (значение взято условно) в месяц, в год 600т.р. Из этого следует, годовая выгода предприятия составит 3600000 рублей. Либо предприятие получает 6 дополнительных горнорабочих, деятельность которых можно направить на иные нужды предприятия, направленные на повышение производительности.

В итоге благодаря усовершенствованию стола с загребными лапами комбайна мы добьемся повышения эффективности комбайна, его производительности, чётких контактов с закладкой (повышение безопасности от заколов) и эффективной организации труда.

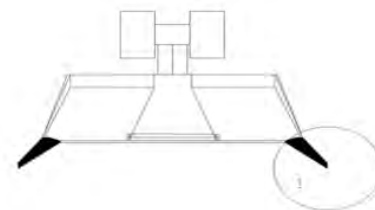


Рис. 1. Стол с загребными лапами комбайна типа АМ-75, 1 – загребное полотно из высокопрочной резины

Д.В.НОВОСЕЛОВА

Филиал Уфимского Государственного Нефтяного Технического университета в г. Октябрьский

МИКРОНЕОДНОРОДНОСТЬ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ

Микронеоднородность обуславливает характер вытеснения нефти водой из пустотного пространства коллектора.

Микронеоднородность коллектора по направлению фильтрации характеризуется изменчивостью сечений поровых каналов вдоль линий фильтрации, т.е. соотношением размеров пор и межпоровых сужений. В соответствии с работой [1] средняя величина соотношения сечений пор и межпоровых каналов определяется эффективной пористостью коллектора. С увеличением эффективной пористости уменьшается соотношение сечений пор и межпоровых сужений, и создаются более благоприятные условия для вытеснения нефти водой из пустотного пространства.

Следуя работе [2], микронеоднородность пустотного пространства в поперечном сечении к потоку оценим по величине коэффициента Хазена, определяемого как отношение квантилей кумулятивной кривой распределения динамического объема породы по размерам поровых каналов.

Если использовать аппроксимацию капиллярных кривых моделью Брукса-Кори, то величина коэффициента Хазена S однозначно определяется крутизной капиллярных кривых α :

$$S = \exp(1/\alpha).$$

С другой стороны, наши исследования показывают, что плотность распределения поровых каналов по размерам (крутизна капиллярных кривых) определяется преимущественно водонасыщенностью коллектора $K_{во}$:

$$\alpha = A \cdot (1 - K_{во}) / K_{во},$$

где A - постоянный коэффициент для данного коллектора.

Выводы:

1. Микронеоднородность пустотного пространства продуктивного пласта является одним из основных факторов, определяющих коэффициент вытеснения нефти водой.
2. Микронеоднородность продуктивных пластов определяется эффективной пористостью вдоль линий фильтрации и остаточной водонасыщенностью в поперечном сечении к потоку.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Т. Ахметов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА И.Н. МАСЛЯНИЦКОГО ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ФАЙНШТЕЙНОВ

Промежуточным продуктом пирометаллургического передела Никелевого завода Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель» является файнштейн, структурная основа которого следующими типичными фазами: сульфидной никельсодержащей фазой – хизлевудитом (Ni_3S_2), сульфидной медьсодержащей фазой – халькозин-борнитовым твердым раствором (Cu_2S , $Cu_2S(CuS)_xFeS(Fe_2S_3)$), металлическим сплавом (на основе никеля), медью металлической и магнетитом (Fe_3O_4).

Действующая в технологическая схема флотационного разделения файнштейна с получением никелевого и медного концентрата, разработанная в 60-х годах прошлого века М.И. Масляницким, эксплуатируется без значительных изменений уже более 30 лет и представляет собой в медной ветви схемы: основную медную флотацию, и цикл медных перерешоток, включающий 4 операции. Пенный продукт 4-ой перерешотки является готовым технологическим медным концентратом.

Никелевая ветвь схемы представляет собой контрольную флотацию, питанием которой является объединенный продукт хвостов основной флотации и металлизированной магнитной фракции, выделенной после электромагнитной сепарации и промывочного гидроконуса. Камерный продукт контрольной флотации является готовым технологическим никелевым концентратом.

В последнее время, в связи с изменением состава сырья наблюдается постепенное увеличение содержания в файнштейне меди. В настоящее время соотношение Ni : Cu близко единице. Это приводит к увеличению суммы загрязняющих в никелевом и медном концентратах до 10 % и более.

С целью улучшения показателей процесса флотационного разделения файнштейнов выполнена исследовательская работа по поиску путей усовершенствования действующей технологической схемы в направлениях:

- изменение последовательности флотационных операций;
- варьирование площадями флотации и концентрациями реагентов (БКК и NaOH) по операциям;
- изменение степени измельчения файнштейна.

Исследования выполнены в широком диапазоне содержаний меди и никеля в исходном файнштейне.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.И. Юрьев

А.П. ПАНТЕЛЕЕВА
Тверской государственной технической университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАВОДСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОРФЯНОГО ТОПЛИВА

Традиционным сырьем для производства топливных пеллет являются древесные отходы, однако также используются и другие виды сырья, в том числе и торф, что достаточно актуально для РФ, обладающей третью его мировых запасов.

Как показывает практика промышленного производства торфяных пеллет, при производстве гранул из торфяного сырья возникают некоторые проблемы, обусловленные особенностями данного материала. Добыча торфа осуществляется при эксплуатационной влажности 75...80 %, которая в процессе полевой сушки снижается до 40...55 %, а по традиционной технологии производства пеллет предполагается использование сырья влажностью 12...16 %. Это определяет необходимость дополнительной искусственной сушки. Содержание в торфе минеральных компонентов является причиной износа оборудования.

Одной из отличительных особенностей торфяного сырья от древесины является наличие сложного многокомпонентного состава, отдельные компоненты которого способны к формированию первичной структуры из влажного сырья, упрочняющейся по мере в процессе сушки и усадки. Это позволяет производить гранулированную топливную продукцию из торфа путем влажного формования с последующей сушкой. Анализ и экспериментальная проверка показали, что технология имеет преимущества:

- не требуется высоких давлений и температуры на продавливание сырья через матрицы, что необходимо в традиционной технологии для размягчения лигнина;
- возможность использования сырья с относительно высокой зольностью (до 23 %, регламентируемых ГОСТом);
- производство топлива с влажностью до 25 %, что снижает энергозатраты;
- в связи с отсутствием фрезерованной сухой крошки, уменьшение торфяной пыли и соответственно снижение пожароопасности.

Экономическая оценка данной технологии показывает, что технологический комплекс для получения данной продукции характеризуется меньшими затратами.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Е. Тимофеев

Д.Н. ПЕЛЕНЕВ, Р.И. МУХАМЕТШИН

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

АДАПТИВНАЯ ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6-35 КВ

Данная публикация посвящена созданию усовершенствованной токовой защиты, способной функционировать при различных видах замыкания. Известная токовая защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) может оказаться неработоспособной, если замыкание фазы на землю происходит через переходное сопротивление. Причиной является понижение напряжения нулевой последовательности и, как следствие, - токов нулевой последовательности защищаемых линий, в то время как уставки защиты рассчитывают и выбирают по условию глухого «металлического» замыкания.

Принцип работы усовершенствованной защиты основан на непрерывном контроле величины фазного напряжения и напряжения нулевой последовательности в сети. Их отношение используется для определения показателя неполноты замыкания на землю. Этот показатель характеризует влияние переходного сопротивления в месте ОЗЗ на величину напряжения и токов нулевой последовательности защищаемых линий. Использование показателя неполноты замыкания позволяет скорректировать величину токов нулевой последовательности, что достигается путем применения разработанного алгоритма коррекции входных параметров защиты. В результате чего обеспечивается её универсальность, т.е. её работоспособность как при металлическом замыкании на землю, так и при наличии переходного сопротивления разной величины.

Устройство адаптивной защиты было реализовано на базе программируемого микроконтроллера и испытано в лабораторных условиях.

Применение усовершенствованной токовой защиты позволит повысить безопасность и надежность электроснабжения предприятий нефтегазовой, горной промышленности и других предприятий.

Научный руководитель: к.т.н., профессор М.Л. Сапунков

И.В. ПИГОЛЕВА

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Защитные жидкости используются для предотвращения испарения воды и проникновения кислорода из воздуха в баки-аккумуляторы горячего водоснабжения, а также для защиты их внутренней металлической поверхности от коррозионного разрушения. Защитные жидкости – вязкоподвижные растворы высокомолекулярных полимеров в минеральном масле, стабилизированные антиокислительными добавками. Эксплуатационные свойства защитных жидкостей определяются поверхностными свойствами и способом подготовки поверхности металла при их нанесении.

Цель работы – изучение влияния состава защитных жидкостей и способа подготовки поверхности металла при их нанесении на поверхностные свойства защитных жидкостей.

Объекты исследования - растворы полимеров: высокоокисленный атактический полипропилен (ВАПП), низкомолекулярный полиизобутилен (П-20), высокомолекулярный полиизобутилен (П-200) и модифицированный низкомолекулярный бутадиеновый каучук (МНПБ) в индустриальном масле. Условная вязкость всех растворов полимеров в индустриальном масле И-20А по ГОСТ 8420-74 составляла 60 с. Определение поверхностных свойств производилось на приборе KRÜSS EASYDROP с программным обеспечением DSA1, позволяющим рассчитывать краевой угол смачивания, поверхностное натяжение и свободную энергию поверхности. В качестве подложки использовали стальные пластины с различной степенью шероховатости, обработанные по ГОСТ 9.014-78.

Установлено, что чем больше шероховатость стальной поверхности, тем больше величина краевого угла смачивания воды. При обработке поверхности с продуктами коррозии защитной жидкостью, содержащей высокомолекулярный полиизобутилен П-200, работа адгезии покрытия максимальна. Выявлено, что при нанесении защитной жидкости, содержащей высокомолекулярный полиизобутилен марки П-200, требуется минимальная подготовка металлической поверхности.

Научные руководители: д.т.н., профессор В.Г. Спиркин, к.т.н., доцент И.Р. Татур

ПОИСКИ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ НУЖД ОЛИМПИАДИНСКОГО ГОКА

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности Нижнего Приангарья и Северо-Енисейского района, отмечаемое в последние пять лет, вскрыло проблему дефицита подземных вод хозяйственно-питьевого назначения, необходимых для функционирования добывающих предприятий. В связи с этим остро встает вопрос о поисках новых источников водоснабжения.

Основной задачей является определение перспективных участков для постановки работ по геологическому изучению и комплекса методов, которые позволили бы при минимальных затратах предельно оперативно решить этот вопрос.

В связи с расширением одного из крупнейших горнорудных предприятий Олимпиадинского ГОКа потребовалось в слабоизученном в гидрогеологическом отношении районе найти и оценить новое месторождение подземных вод.

Для определения перспективности поискового участка был определен ряд критериев и составлена схема районирования по обеспеченности естественными ресурсами подземных вод. В качестве критериев предложены следующие характеристики: обеспеченность бассейнов стока естественными ресурсами, наличие смежных блоков с удовлетворительным качеством воды или некондиционными водами, наличие крупного водотока, удаленность предположительного центра водозабора от водопотребителя, условия строительства водозабора и связанных с ним коммуникаций.

Учитывая производственную необходимость мобильного выполнения работ по изучению и скорейшему вводу в эксплуатацию месторождения, большое внимание было уделено комплексу наземных геофизических исследований, который позволил при минимальных затратах оперативно выполнить исследования с максимальной информативностью для определения мест заложения поисково-разведочных скважин.

В результате работ было разведано и оценено Досеровское месторождение подземных вод, которое является основным источником водоснабжения ОГОКа.

Научный руководитель: к.г.-м. н., доцент Ю.Б. Дворецкая

А.В. ПЛЮХАЕВ, О.Ю. РОСОЛОВ

Сибирский федеральный университет. Институт горного дела геологии и геотехнологий

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ЛОКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Актуальной задачей эксплуатации горных машин является определение локальных внутренних механических напряжений в конструкциях находящихся под нагрузкой, в частности на карьерных экскаваторах - это стрела, рукоять, поворотная платформа и др. Для безопасной эксплуатации горных машин необходим мониторинг состояния металлоконструкций, особенно испытывающих значительные знакопеременные нагрузки.

Ультразвуковой способ диагностики позволяет определить локальные механические напряжения, как на поверхности, так и внутри металлоконструкции. В настоящее время нет практически реализуемого способа определения локальных внутренних напряжений по глубине сечения конструкционных материалов и сварных швов ввиду того, что при проведении ультразвуковых измерений необходим стабильный контакт между пьезоэлектрическим преобразователем и поверхностью исследуемой детали. Во многих случаях такой контакт сложно осуществить.

В Сибирском федеральном университете предложен оригинальный способ определения локальных внутренних механических напряжений по глубине сечения исследуемой детали, защищенной тремя патентами РФ. Изготовлена экспериментальная лабораторная установка, представляющая собой сосуд, заполненный иммерсионной жидкостью, двух собирающих акустических линз, сферического сегмента, двух пьезоэлектрических датчиков, исследуемого образца и устройства создания механического напряжения.

Полученные предварительные данные на установке подтвердили сделанный ранее расчет сигналов эхо от ультразвуковых импульсов. Однако, для создания эффективного и малогабаритного прибора для его использования в горных машинах, экспериментальные исследования необходимо продолжить как в части применения различных иммерсионных жидкостей, линз, выполненных из других материалов, так и совершенствования радиоэлектронного оборудования, применяемого на установке.

Научный руководитель: д.т.н., доцент, профессор И.И. Демченко

ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В работе рассмотрен возможный ущерб окружающей среде при добыче полезных ископаемых с использованием оценки рисков, которые сопровождает горные работы, отражающие нестабильность условий добычи, с учетом комплексного мониторинга состояния подземных и поверхностных объектов, с последующим назначением мероприятий, направленных на сокращение ущербов для окружающей среды. Целью создания такого рода мероприятий являются определение наиболее значимых факторов возникновения риска для окружающей среды, а также процедуру анализа экологического риска, в результате которой на основе учета оценки экологического риска принимается решение о приемлемости величины и минимизации цены экологического риска, которая определяет совокупный эффект экологического и экономического ущербов окружающей среды.

При проведении анализа вырабатывается перечень опасностей и опасных ситуаций общего характера посредством рассмотрения следующих факторов:

- а) используемые технологии;
- б) применяемое оборудование;
- в) текущие условия окружающей среды;
- г) схема расположения;
- е) области контакта и взаимодействия между компонентами системы;
- д) возможные ухудшения (риски) и т.д.

Научный руководитель: к.т.н., проф. С.В. Чмыхалова

К.С. ПОМИГАЛОВ
Норильский индустриальный институт

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СЕТЕЙ ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ КРМ

Для обеспечения непрерывности технологического процесса промышленных предприятий в различных режимах работы энергосистемы и при различных возмущениях в питающей и распределительной электрических сетях необходим анализ устойчивости их узлов нагрузки. Для предприятий Норильского промышленного района (НПР) наиболее вероятными причинами нарушения устойчивости двигателей 6-10 кВ являются резкие снижения напряжения в сети 110 кВ, обусловленные короткими замыканиями, отключениями мощных агрегатов, резкие изменения мощности нагрузок, а также особенности выполнения компенсации реактивной мощности (КРМ).

В узлах нагрузки Талнахской обогатительной фабрики (ТОФ) наиболее доступными, экономически целесообразными средствами КРМ являются батареи конденсаторов (БК). Использование в сетях предприятий в качестве источников реактивной мощности БК приводит к возможности нарушения устойчивости нагрузки. Это обстоятельство вынуждает энергетиков предприятий отказываться от подключения к шинам 6-10 кВ батарей конденсаторов для КРМ, что приводит к неоправданному росту потерь в системных и распределительных электропередачах и снижению напряжения в узловых точках сети.

Для оценки устойчивости узла нагрузки при КРМ с различными по характеру электроприемниками необходим анализ статических характеристик нагрузки $P = f(U)$ и $Q = f_1(U)$. Статические характеристики для узла нагрузки можно получить с помощью имитационного моделирования, например, в среде MATLAB, схемы электроснабжения узла и источника электроэнергии, с параметрами режима, соответствующими реальному источнику. Например, для одной из секций ГПП-40 ТОФ созданная в MATLAB/Simulink модель позволила получить его статические характеристики, анализ которых позволил произвести расчет коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению ($k_3 = 28\%$).

Научный руководитель к.т.н., доцент О.И. Кирилина

А.А. ПОПОВА
Московский государственный горный университет

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАХТНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ

Одной из актуальных проблем горных предприятий является проблема повышения эффективности эксплуатации конвейерных установок. Один из путей решения этой проблемы состоит в согласовании режимов работы ленточного конвейера с параметрами поступающего на него грузопотока, например, путем

автоматического управления скоростью движения ленты конвейера в зависимости от текущей величины поступающего на него грузопотока. Регулирование скорости позволит снизить износ ленты, расход электроэнергии и повысить производительность конвейерного транспорта. Для этого необходимо создание математической модели грузопотоков в качестве входного сигнала для системы управления скоростью конвейерной ленты.

Моделирование состоит из двух этапов: на первом проводится моделирование непрерывного шахтного грузопотока; на втором моделирование дискретной части грузопотока.

Согласно проведенным исследованиям корреляционная функция минутного и тринадцатиминутного шахтного грузопотока $R(\tau) = De^{-\alpha|\tau|}$, где $\alpha > 0$ – характеристика грузопотока, D – величина дисперсии грузопотока.

Моделирование непрерывной части грузопотока производится с помощью способа пропускания реализации случайной функции через динамическую систему, обладающую узкой полосой пропускания – метод фильтрации случайной функции.

Было установлено, что дискретная часть также носит случайных характер и распределения этих промежутков можно аппроксимировать экспоненциальным законом; плотность распределения определяется по формуле, полученной эмпирическим путем $f = \lambda e^{-\lambda t}$, где интенсивность грузопотока $\lambda = 1/T$, а длительность поступления и ли отсутствия грузопотока из забоя являются случайными величинами с экспоненциальными законами распределения.

Дискретная часть была получена при помощи типовые блоки SIMULINK, была собрана схема моделирования, включающая источник «белого» шума, мощность которого равна единице, и элементы, реализующие функцию «ограничение», сформированную блоками Sign и Saturation.

По полученной модели реализации шахтного случайного грузопотока можно выбрать оптимальную ширину ленты конвейера и рассчитать эксплуатационную производительность конвейера. Также представленная математическая модель может быть использована для получения входного сигнала, поступающего в систему управления скоростью движения конвейерной ленты, разрабатываемой с целью повышения эффективности эксплуатации конвейерного транспорта.

Научный руководитель: к.т.н., доц. В.В. Дмитриева

Е.А. ПОТЕМКИНА

Московский государственный горный университет

К ВОПРОСУ О ДОЛГОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЦЕНЫ ЗОЛОТА

В работе проводится долгосрочный прогноз цены золота методом наименьших квадратов с использованием моделей линейной, квадратической и кубической парабол, рассматриваются основные факторы, влияющие на формирование мировой цены золота, приводится анализ и сопоставление прогнозов экспертов. Актуальность данной темы статьи состоит в том, что главными особенностями рынка золота являются, во-первых, золото используется фактически всеми государствами в качестве страхового и резервного фонда, а учтенные государственные запасы золота сосредоточены в Центральных банках и резервах МВФ. Во-вторых, большие объемы золота имеются у населения (такие как ювелирные украшения, монеты и др.). В связи с этим конъюнктура золота на мировом рынке благоприятна для развития золотодобывающей отрасли, а растущая цена не снижает спрос на золото как со стороны финансового (инвестиционного) сектора экономики, так ювелирной и других отраслей промышленности.

Научный руководитель: д.т.н., проф. А.А. Петросов

Е.С. ПРЕДИГЕР

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ ПРОЕКТАМИ

Как показывает мировой опыт, региональные программы энергоэффективности являются одним из самых успешных факторов достижения целей по энергосбережению. Однако необходимым условием для того, чтобы подобные программы были действительно эффективными с точки зрения соотношения затраченных средств и полученных результатов является наличие действенного механизма управления отдельными проектами.

В Тюмени в рамках областной комплексной программы энергосбережения реализуется пилотный проект «Энергоэффективный квартал», значимость которого определяется, в том числе, и тем, что в случае его успешной реализации он будет внедряться в других регионах РФ.

Проведенное автором исследование позволило выявить, что в организационно-экономическом механизме реализации проекта «Энергоэффективный квартал» существует ряд проблем. Это подтверждает опубликованный счетной палатой г. Тюмени отчет, в котором сказано, что 82% средств, направленных на

реализацию проекта признаны «неэффективно использованными».

Автором даны рекомендации, направленные на совершенствование организационно-экономического механизма реализации проекта «Энергоэффективный квартал». В работе сделаны расчеты чистого дисконтированного дохода по каждому из мероприятий проекта, что позволяет проводить мониторинг результативности проекта и учитывать полученные оценки при разработке планов развития, направленных на энергосбережение в других регионах РФ

Научный руководитель: к.э.н., доц. В.В. Трайзе

Е.В. ПРОХОРСКАЯ

Шахтинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)»

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Основными проблемами, сдерживающими инновационное развитие угольных компаний, являются слабая организация управления инновационными процессами, отсутствие методического обеспечения планирования инновационной деятельности на перспективу. Совершенствование методологии управления инновациями является актуальным вопросом в условиях инновационного развития предприятий угольной отрасли.

Управление инновационной деятельностью угледобывающих предприятий, а также разработку программ инновационного развития целесообразно осуществлять на основе оценки уровня инновационного потенциала (ИП). Автором работы предложена методика определения уровня инновационного потенциала угледобывающего предприятия как интегрального показателя, включающего оценку составляющих ИП: материально-технических, информационных, финансовых, кадровых и результативных, скорректированных на весовой коэффициент. Перечень показателей сформирован с учетом специфических для угледобывающих предприятий условий.

Методика апробирована на действующих угледобывающих предприятиях Ростовской области. Для каждого предприятия произведен расчет индекса инновационного потенциала, на основании полученных значений показателя уровня ИП сформирован инновационный портрет угольной отрасли Ростовской области. Предложены варианты использования результатов оценки ИП угледобывающих предприятий в региональных структурах информационного обеспечения инновационной деятельности.

Научный руководитель: к.э.н., доцент А.Ф. Баташова

З.М. ПУЛотова

Сибирский государственный индустриальный университет

ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ КАРБИДА ТИТАНА: НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Карбид титана TiC – износ- и коррозионностойкий, твердый, химически инертный материал, востребован в различных областях для изготовления твердых сплавов, металлокерамического инструмента, жаропрочных изделий, защитных покрытий металлов. Новые перспективы применения карбида титана открываются при использовании его в наносостоянии: поверхностное модифицирование материалов, модифицирование сплавов.

Целью настоящей работы является исследование плазменного синтеза нанопорошка карбида титана в трехструйном плазменном реакторе мощностью 150 кВт с использованием в качестве плазмообразующего газа азота, титаносодержащего сырья диоксида титана (вариант I) и порошка титана (вариант II), в качестве восстановителя и карбидизатора – метан (природный газ).

Для исследуемых технологических вариантов получены математические модели, описывающие зависимость содержания карбида титана в продуктах синтеза от основных параметров. Продукты синтеза представляют собой порошки цвета от серого до черного с удельной поверхностью для варианта I – 29000 – 32000 м²/кг, для варианта II – 33000 – 35000 м²/кг. Оптимальное сочетание технологических факторов для получения материалов с максимальным содержанием карбида титана соответствует следующим условиям: начальной температуре плазмы 5400 К, стехиометрическому соотношению реагентов, содержанию 25% об. водорода в плазмообразующем газе и температуре закалки продуктов синтеза 2800 К. Полученные порошки содержат: вариант I – TiC – 92,13%, C_{своб} – 1,31%, TiO₂ – 6,56%, N_{связ} – 0,82%; вариант II – TiC – 93,42%, C_{своб} – 1,21%, Ti_{своб} – 5,37%, N_{связ} – 0,97%. Содержание карбида титана, как в первом варианте, так и во втором, превышает 92 %, что при такой дисперсности порошков является практически максимальным и позволяет отказаться от дальнейшей оптимизации процессов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Г.В. Галевский

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА ТРУБ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Согласно данным Ростехнадзора, причиной более половины аварийных разрушений магистральных газопроводов ЕСГ Российской Федерации является коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) или стресс-коррозия.

В качестве возможных причин возникновения и развития КРН называют совместное действие множества факторов на магистральные газопроводы. Современными исследователями изучено большинство факторов, ведется работа по оценке совместного влияния выделенных факторов на трубопроводы. Известен ряд работ, доказывающих значимость фильтрации грунтовых вод в околотрубном пространстве в качестве возможной причины возникновения и развития КРН, однако отсутствуют экспериментальные данные, подтверждающие негативное влияние данного фактора на функциональное состояние металла труб.

Целью данной работы является изучение влияния фильтрации вод околотрубного пространства на состояние металла труб магистральных газопроводов.

С помощью лабораторной установки в образцах трубной стали, помещенных в жидкую среду, создавались механические напряжения, соответствующие эксплуатационным (порядка $0,7\sigma_{0,2}$). Для оценки состояния образцов определялась дисперсия твердости с малой нагрузкой (ТМН), являющаяся количественным показателем гетерогенности структуры трубной стали. Образцы выдерживались в нагруженном состоянии разное время, при этом с помощью циркуляционного насоса имитировалась фильтрация грунтовых вод. Значения дисперсии определялись для каждого времени выдержки с последующим построением зависимости дисперсии ТМН от времени. Проведена оценка достоверности полученных результатов методами математической статистики.

Анализ полученной зависимости позволяет сделать однозначный вывод о негативном влиянии фильтрации вод в околотрубном пространстве на трубопровод, что выражается в увеличении скорости роста дисперсии ТМН в нагруженном металле.

Научный руководитель: канд. техн. наук А.Ю. Михалев

А.Ю. ПЬЯНКОВ

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШАХТНЫХ КАЛОРИФЕРНЫХ И ГЛАВНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВОК, С УЧЕТОМ ТЕПЛОВЫХ ДЕПРЕССИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕЖДУ СТВОЛАМИ

В работе приводится описание системы автоматизации шахтных калориферных установок (ШКУ) с учетом возникающих при этом тепловых депрессий (естественных тяг), абсолютная величина которых определяет направление и величину общешахтной (общерудничной) естественной тяги. В зависимости от параметров последней, система автоматизации выдает сигнал на задающее устройство электропривода главной вентиляторной установки (ГВУ), определяющий требуемую производительность, при которой в шахту (рудник) будет подаваться необходимый объем воздуха.

Цель работы – создать систему автоматизации работы ШКУ, позволяющей регулировать температуру воздуха, подаваемого в воздухоподающие стволы таким образом, чтобы между стволами возникали «положительные» (способствующие проветриванию) тепловые депрессии, величина которых зависит от средней плотности (удельного веса) столбов воздуха в сообщающихся стволах. При регулировании режимов работы ШКУ без учета тепловых депрессий, действующих между стволами, либо при отсутствии регулировки, между стволами могут возникать перепады гидростатических давлений, препятствующие проветриванию (отрицательные тепловые депрессии), в результате чего в одном из воздухоподающих стволов может образоваться «воздушная пробка». Это явление довольно часто встречается на шахтах и рудниках, в результате чего по стволу, в котором возникла «воздушная пробка», воздух перестает подаваться, а по другому – подается объем воздуха со скоростью превышающей установленную в Правилах безопасности. Кроме того, отрицательные тепловые депрессии, возникающие между стволами, снижают положительную (увеличивают отрицательную) общешахтную (общерудничную) естественную тягу, которая оказывает действие на работу ГВУ, увеличивая (при действии положительной естественной тяги), либо снижая (при действии отрицательной естественной тяги) общий объем воздуха, поступающий в шахту (рудник). Использование приведенной в работе системы автоматизации позволит энергоэффективно и безопасно осуществлять проветривание шахт и рудников.

Научный руководитель: к.т.н., старший преподаватель А.В. Николаев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА МЕДИ (С ФУНКЦИЕЙ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА)

Конечным продуктом электролиза меди является товарная медь высокой чистоты (99,99%), на качественные показатели которой влияют множество факторов. Одним из основных является химический состав электролита, поддержание которого весьма трудоемко и не рационально осуществлять вручную.

В основу разработки проекта легла идея взаимосвязи объекта автоматизации с оператором-технологом, которую необходимо осуществлять при работе на расстояниях. В данной работе представлена модель автоматизированной системы управления расходом электролита, температурой и поддержанием его заданного химического состава, которая разработана в среде программирования RSLogix 5000, при помощи комплекса программ визуализации FactoryTalk View SE. Преимущества данной системы позволяют исключить один из основных факторов, пагубно влияющих на качество товарной меди – человеческий.

Главной особенностью системы является режим тренажера, в котором оператор может обучаться управлению процессом не на реальном объекте, а при помощи специальной программы. В этом режиме оператор работает с параметрами, не привязанными к реальному объекту, они генерируются при помощи эмулятора контроллера RSLogix Emulate 5000. Так обучаемый самостоятельно задает (или получает удаленно) значения входных переменных, таких как температура электролита, давление в трубопроводах или уровни в сборниках, тем самым он может наблюдать изменения в режимных параметрах процесса и изучать их влияние на качество товарной продукции.

Научный руководитель: асс. А.И. Морозов

И. Р. РАУПОВ

Альметьевский государственный нефтяной институт

МЕТОД КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Контроль разработки нефтяного месторождения осуществляется комплексом гидродинамических, геофизических, физико-химических и других методов. К физико-химическим методам относятся оптические исследования, методика которых предусматривает отбор проб на устье скважин, их транспортировку в лабораторию, длительную процедуру подготовки и измерения с помощью фотоколориметров различной конструкции и электромагнитного диапазона оптических свойств нефти, комплексную интерпретацию полученных лабораторных и промысловых данных. Оптические исследования применяются для определения направления фильтрационных потоков в пластах, оценки эффективности геолого-технических мероприятий, подсчета запасов, оценки свойств коллекторов и флюидов и решения других задач. Однако подобная методика не учитывает, что в процессе продолжительных исследований происходят значительные изменения свойств нефти, связанные с адсорбцией поверхностно-активных веществ и улетучиванием легких фракций, влияющая большого количества субъективных факторов на результаты исследований и интерпретацию данных. Полученные в результате длительной и громоздкой процедуры сведения не соответствуют текущим показателям работы скважин, выработанности пластов и разработки месторождения. Это приводит к искажению полученных лабораторных данных и осложняет их геолого-промысловую интерпретацию. Недостатки метода могут быть устранены за счет автоматизации процессов измерения и интерпретации оптических характеристик нефти. Авторами доклада разработано мобильное устройство автоматизированного измерения оптических свойств добываемой нефти – коэффициентов светопоглощения и оптической плотности, в том числе в режиме реального времени, непосредственно на устье нефтедобывающей скважины. Устройство устанавливается на необходимый период наблюдений, может выполнять функции многофазного дебитомера, принцип действия которого также основан на измерении оптических характеристик добываемых флюидов и устьевого пробоотборника.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Р. Н. Бурханов

А.А. РЕДИНА

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ОАО «ГАЙСКИЙ ГОК»

Основными объектами добычи медноколчеданных руд ОАО «Гайский ГОК» являются карьер месторождения «Осеннее» и подземный рудник осуществляющий доработку запасов карьера №1. В карьере

месторождения «Осеннее» деформаций не наблюдается, зафиксированы незначительные осыпи на бермах, не представляющие опасности для устойчивого состояния уступов. В карьере №1 наблюдаются обширные деформации, первые из которых зафиксированы начиная с 1963 г., расположены они в основном в северо-западной его части. На промышленной площадке подземного рудника зафиксированы трещины и смещения в местах расположения охраняемых объектов: копры стволов Эксплуатационный, Клетевой, здание подъемной машины ствола Закладочный, корпуса мелкого дробления и т.д.

Для ведения маркшейдерских наблюдений существуют наблюдательные станции, заложенные в пределах деформаций и основных охраняемых объектов промышленной площадки. ОАО «Гайский ГОК» приняло решение об организации и проведении космического радарного мониторинга за развитием деформаций бортов карьера №1 и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия. В период с апреля по октябрь 2012 года компанией «Совзонд» проведена радарная съемка со спутников COSMO-SkyMed-1-4 (E-GEOS Италия).

По результатам радарного мониторинга установлен ряд очагов деформаций бортов карьеров интенсивностью от нескольких сантиметров до 0,5 м/год, зафиксировано плавное оползание дороги вблизи северо-западного борта карьера №1 и промышленных сооружений к северо-западу от этого карьера.

Научный руководитель к.т.н. Е.А. Романько

Е.О. РЕЗНИК

Уфимский государственный нефтяной технологический университет

РАЗЛИВЫ НЕФТИ. ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ЛИКВИДАЦИЕЙ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АРКТИКЕ

Арктика является последней нетронутой кладовой «черного золота», куда многие в мире направляют свой взор для решения энергетических проблем. Но Арктика сильно рискует. Ни один оператор, ведущий освоение месторождений в арктических широтах, не может на 100% гарантировать отсутствие разливов нефти. Я считаю, что на нашей планете существуют места, которые ни при каких обстоятельствах нельзя подвергать риску загрязнения в результате разлива нефти из-за их особой природной ценности и уязвимости. Арктика является исключительно уязвимым районом, при этом в силу природно-климатических условий нефтяные разливы здесь более вероятны, а последствия разлива труднее ликвидировать, чем в других регионах. Это связано с недостатком естественного освещения, низкими температурами, дрейфом льда, сильными ветрами и рядом других факторов. Серия нефтяных разливов, произошедших недавно в ряде стран, в том числе и в России, со всей убедительностью доказывает, что даже в более простых природно-климатических условиях службы реагирования абсолютно не в состоянии эффективно ликвидировать последствия разлива. В настоящее время разрабатываются новые технологии ликвидации нефтяных разливов в условиях Арктики, однако пока научные исследования не завершены и на практике новые технологии проверены не были.

Проблемам нефтяных разливов в арктических морях и посвящен мой доклад. Он начнется с краткого обсуждения нарастающих рисков нефтяных разливов в арктических регионах в результате расширения разведки и добычи на шельфе и трансарктических перевозок, увеличение которых частично объясняется деградацией морского ледяного покрова. Кратко рассматривается уязвимость арктических экосистем. Будут рассмотрены компоненты типовых планов аварийных мероприятий при разливах нефти и оборудование, необходимое для ликвидации последствий нефтяных разливов, а также представлен обзор базовых систем планирования мероприятий и ликвидации последствий нефтяных разливов в прибрежных арктических районах по восьми крупнейшим странам мира, ведущих добычу в Арктике. В докладе рассматривается то, каким образом суровые условия Арктики могут ограничивать или препятствовать эффективности режимов плановых мероприятий на случай нефтяных разливов и технологий ликвидации таких разливов. Уделено внимание свойственному для арктических условий фактору задержки в реагировании на нефтяные разливы и рекомендуемые методологии по количественной оценке такой задержки реагирования.

В докладе выявлены существенные недостатки в вопросах предотвращения и ликвидации нефтяных разливов, которые, как я считаю, должны быть устранены до начала работ по освоению нефтяных месторождений в Арктике. Риск нанесения экологического и экономического ущерба в результате крупных разливов нефти в арктических водах может быть существенно снижен, если незамедлительно власть и руководство компаний-операторов предпримут конкретные действия для решения проблемы задержки реагирования, еще до момента начала разработки новых месторождений. В настоящее время в России крайне мало внимания уделяется освещению и решению проблем нефтяных разливов, в свете которых мой доклад может быть крайне эффективен.

Библиографические ссылки

1. Социально – экологический взгляд на освоение морских месторождений нефти и газа в Арктике. WWF - 2010.

2. Fingas M. - Oil Spill Science and Technology – 2011.
 3. Oil spill response report final. WWF -2008
- Научный руководитель: А.Р. Хафизов

А.Н. РЫБАКОВ
ФГБОУ ВПО «МГТУ им.Г.И.Носова»

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОНАПОРНЫХ ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОТКАЧКИ ШАХТНОГО ШЛАМА

Рудничный водоотлив при обработке медно-колчеданных месторождений является одним из важных вспомогательных процессов подземной добычи руд, так как несвоевременная откачка шахтной воды делает невозможным выполнение производственного процесса подземных работ и создает угрозу не только затопления подземного рудника, но увеличивает себестоимость добычи руды. Перекачиваемая шахтная вода характеризуется наличием механического, химического и бактериального загрязнения, а также высокой минерализацией (иногда свыше 70 г/л).

В настоящее время широкое распространение и применение получили центробежные насосы. Оптимальный напор для одного центробежного насоса составляет 50-60 м, хотя иногда, в зависимости от абразивности шлама, применяется напор до 100 м. Для обеспечения перекачки шламов на большие расстояния используется более одного насоса на линии, т.е. применяется так называемая многоступенчатая перекачка. Пульпа проходит последовательно через несколько насосов. При этом напор, создаваемый в трубопроводе, складывается из напоров всех насосов.

Как альтернативу центробежным насосам, рассмотрим применение иного типа насосов – поршневых. Поршневые насосы служат для преобразования механической энергии двигателя в механическую энергию перекачиваемой жидкости. Они сообщают жидкости, проходящей через них, энергию, необходимую для преодоления сил сопротивления, возникающих в самом насосе, по длине трубопровода, в местах изменения сечения потока и направления движения жидкости, а также для преодоления силы инерции и статической высоты, на которую требуется поднять жидкость.

Рассматривая достоинства и недостатки, мы имеем, что поршневые насосы, не смотря на более сложную конструкцию, чем у центробежных насосов, оптимально подходят для перекачки шахтного шлама. Их несомненным достоинством является большая устойчивость элементов насосов к абразивному износу. Большой напор позволяет уменьшить количество используемых насосов. В сумме, достоинства высоконапорных поршневых насосов открывают им большую перспективу применения, чем центробежных.

Научный руководитель: к.т.н. Б.М. Габбасов

С. А. РЫЛОВА
Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга

ПЛИОЦЕНОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ ЗАПАДНОГО БОРТА КАЛЬДЕРЫ КАРЫМШИНА (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Кальдера Карымшина – супервулкан на Южной Камчатке – был открыт в 2004 году в ходе работ по уточнению геолого-структурных позиций одной из наиболее крупных и известных групп термальных источников – Больше-Баннх. На Камчатке до сих пор наиболее крупные извержения связывались с четвертичными кальдерами, при образовании которых выбрасывалось до 100-150 км³ кислой пирокластики (например, кальдера вулкана Горелого). А по приблизительным данным, общий объем материала, извергнутого при образовании кальдеры Карымшина, составляет около 825 км³. Имеющиеся в настоящее время данные о возрасте туфов и игнимбритов Карымшинского вулканического комплекса позволяют считать, что время образования кальдеры – 1,2-1,5 млн. лет.

В летние периоды 2011 и 2012 гг. проводились полевые работы в районе верховьев рек Сарайная, Банная и ее притоки – р. Столбовая и Верхняя Черная – западный борт кальдеры. В процессе проведения работ была уточнена стратиграфия района, детально изучены разрезы лав вулкана Шемедоган истилающей его толщи, а также противоположного берега реки Банной; собрана представительная коллекция вулканических и вулканогенно-осадочных пород. Благодаря этим работам были получены новые данные о том, какие вулканические постройки существовали в данном районе перед катастрофическим извержением.

Представлены стратиграфические разрезы района работ, также химический анализ и петрографические особенности пород.

Научный руководитель: к.г.-м.н., ученый секретарь В.Л. Леонов

СНИЖЕНИЕ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ НА СООРУЖЕНИЕ СКВАЖИН ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Принято считать, что только всесторонний подход может дать хорошие результаты. Имеется ввиду, что если конечной целью являются небольшие затраты на бурение при минимальном влиянии на окружающую среду в сочетании с высоким уровнем безопасности, то при создании буровой установки нам нужно обращать особое внимание на следующее: быстроту передвижения и монтажа буровой установки, сокращение площади опоры, высокий уровень автоматизации установки, сокращение числа рабочей силы, сведение к минимуму отходов производства, интегрирование различных процессов (цементирования, спуска обсадных труб, сбора данных и т.д.)

С использованием стационарных буровых установок большинство этих параметров невозможно выполнить из-за больших размеров самой установки, малой заводской готовности к выполнению работ. При этом увеличивается время нахождения буровой непосредственно на месторождении, что приводит к увеличению стоимости бурения.

В настоящее время для решения разнообразных задач по бурению, ремонту и освоению скважин в различных геолого-технических условиях создаются мобильные (самоходные), передвижные буровые установки и агрегаты для ремонта и бурения скважин. Стоит уточнить, что время стандартной эксплуатации одной мобильной установки для бурения практически в два раза больше, чем у стационарных буровых установок. Важным требованием к этим установкам и агрегатам являются их хорошая транспортабельность, то есть правильный выбор транспортной базы с учетом размещения и монтажа на ней всего оборудования, удобства его обслуживания, удовлетворение требований мобильности установки, ее эргономические и эстетические показатели.

Особенно актуально применение мобильных буровых установок является на месторождении (уровня Ванкорского и др.) с развитой дорожной системой. Также явно и то, что развитие МБУ не будет стоять на месте и возможно в ближайшем будущем они захватят большую долю рынка буровых сервисных услуг.

Научный руководитель: аспирант, ассистент А.В. Епихин

П.С. САЛАПОНОВ, И.С. БОРОДИН

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ИЗ ШЛАКА СУЛЬФИДНОЙ МЕДНОЙ ПЛАВКИ ПРОДУКТАМИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕРОДА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 1000-1100 оС

Шлаки сульфидной медной плавки содержат более 40 масс.% железа и в основном в форме фаялита и магнетита. Цель настоящей работы – исследование фазовых превращений при восстановлении шлака продуктами газификации углерода при температурах 1050 и 1100°С.

Опыты проводили в устройстве, которое представляло собой перевернутый тигель, предварительно заполненный порошком шлака и молотым древесным углем. Шлак и уголь разделяли углеграфитовой тканью. Опыты проводили при 1050 и 1100°С. Эти температуры выше температуры начала плавления шлака (~960-1040°С). Время восстановления варьировали от 2-х до 7 часов. Продукт восстановления во всех опытах представлял собой пористую спекшуюся массу, поверхность которой покрыта металлическим железом. Внутренняя часть продукта по данным микрорентгеноспектрального анализа представляла собой многофазную систему, состоящую из нескольких силикатных фаз, фаялита и металлического железа. При температуре 1050°С включения фаялита сохранялись и после 7 часового восстановления. Повышение температуры до 1100°С существенно увеличивает степень восстановления железа. Уже при 4-х часовой выдержке в продукте восстановления практически не остается исходного фаялита. Невосстановленным остается железо, растворенное в силикатных фазах.

Известно, что при окислении фаялита на воздухе он разлагается на SiO_2 и магнетит, который окисляется до Fe_2O_3 . Окисление шлака на воздухе подтвердили эти данные. В полученных продуктах основная масса железа была связана в Fe_2O_3 . Восстановление железа из этого соединения протекает легче, чем из фаялита, поэтому следовало бы ожидать повышение эффективности процесса при восстановлении окисленного шлака. Однако опыты, показали что, предварительное окисление шлака не повышает эффективность процесса восстановления железа. Целесообразно восстанавливать железо продуктами газификации углерода при температуре 1100°С в течение 4-6 часов.

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор А.А. Лыкасов

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Предприятия, демонстрирующие свою приверженность принципам профессиональной и экологической безопасности, как правило, имеют благоприятный имидж в области экологически ориентированного бизнеса, что в значительной мере определяет успех на мировом рынке.

Внедрение и сертификация системы экологического менеджмента в соответствии с международными экологическими стандартами серии ISO 14000 свидетельствуют о наличии на предприятии экологически ориентированного административного управления.

В основе функционирования стандартов экологической и профессиональной безопасности лежит спираль, повторяющийся цикл, направленный на последовательное совершенствование системы экологической и профессиональной безопасности в целом.

Уменьшение возможного ущерба от тяжелых последствий промышленных аварий, а так же обеспечение промышленной безопасности ведет к разработке системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Внедрение стандартов безопасности на промышленных предприятиях способствует обеспечению безопасности и уменьшению потенциальных источников возникновения ущерба. Безопасность характеризуется не отсутствием риска вообще, а только отсутствием недопустимого риска. Стандарты безопасности регламентируют разработку безопасного проекта, защитные устройства, персональное защитное оборудование, информацию по установке, применению и обучение.

Таким образом, внедрение стандартов экологического менеджмента и стандартов профессиональной безопасности и здоровья формируют положительный имидж у бизнес – структур, как успешной экологоориентированной компании.

Научный руководитель: канд.хим.наук, доцент Т.Ш.Маликова

П.С. СЕДОВ

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

ПРОЕКТ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАГРУЗКИ НА ПЕРСОНАЛ ОАО «МОРДОВЦЕМЕНТ»

В пределах любого предприятия горнодобывающей отрасли источники электромагнитных полей связаны с силовыми подстанциями, продолженными коммуникационными и электрическими сетями. Возникают зоны с блуждающими кольцевыми электрическими токами и полями, создаваемая напряженность электромагнитных полей в десятки и даже сотни раз превышает естественный электромагнитный фон.

При нарушении установленных правил конструирования, установки и эксплуатации различных источников электромагнитных полей может проявиться отрицательное воздействие электромагнитных волн. При постоянном воздействии электромагнитных волн малой интенсивности работники предприятия чувствуют себя уставшими, снижается их работоспособность, появляются необоснованная раздражительность, периодические головные боли и нарушение сна.

Вопросы расчета ЭМП излучающих технических средств телекоммуникаций достаточно хорошо изучены как в нашей стране, так и за рубежом. Однако анализ опубликованных работ указывает на то, что наиболее полно разработаны методики анализа, в основном, антенных систем. Кроме того, размещение излучающих тел практически всегда, за редким исключением, предполагается на открытых пространствах. При этом практически нерешенной остается задача расчета поля источников сложной конфигурации и произвольных частотных диапазонов, расположенных внутри закрытых помещений.

В работе предлагается комплекс мер по снижению электромагнитной нагрузки на персонал ОАО «Мордовцемент», посредством внедрения системы электромагнитного экранирования полей промышленной частоты.

Научный руководитель: к.с.н., доцент О.Ю. Тарасова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРИКЦИОННЫХ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Наиболее перспективным направлением в совершенствовании и проектировании разделительных аппаратов является создание аппаратов, использующих комплекс физико-механических свойств горных пород, что обеспечивает более полное разделение полезных ископаемых в одном аппарате.

В известной литературе недостаточно освещена теория расчетов модели движения куска горной массы в зоне разделения аппарата, приведенные уравнения разрознены и в основном описывают поведение куска только на разделительной поверхности при единичном воздействии. Практика расчетов не связана непосредственно с комбинацией физико-механических свойств полезного ископаемого, что также не позволяет совершенствовать конструкцию разделительного аппарата.

Физико-механические характеристики пород в литературе представлены в основном одним статическим коэффициентом трения, а упругие свойства минералов практически отсутствуют. Разделение многих минеральных комплексов основывается на поведении их в аэродинамическом потоке создаваемых подвижными элементами аппаратов и зависит от скорости их витания.

В разных источниках одни те же минералы имеют разные значения этих признаков.

Необходимым условием совершенствования аппаратов является установление взаимосвязи конструктивных параметров аппаратов с их технологическими параметрами и свойствами разделяемого материала, а также выявления возможностей и способов управления рабочим процессом.

В связи с этим исследование, направленное на развитие теоретических основ совершенствования аппаратов для сепарации продуктов горно-обогатительного производства, использующих в комплексе упругие, фрикционные и аэродинамические характеристики горных пород, является актуальной научной проблемой.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Я. Потапов

П.В.СМИРНОВ

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ОПАЛ- КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД

В начале 80-х годов коллектив тюменских геологов под руководством И.И.Нестерова и П.П.Генералова выявили и изучили новую Северо-Тюменскую провинцию опал-кристобалитовых пород (ОКП), которые могут служить в качестве перспективного ресурса многоцелевого назначения.

Несмотря на огромный ресурсный потенциал ОКП в регионе остается нерешенной проблема геологического изучения и освоения. Практическая значимость решения проблемы связана с расширением сферы использования ОКП – от строительных материалов, производство которых связано с минимальной переработкой исходного сырья, до получения активных добавок, наполнителей, катализаторов, фильтровальных материалов для пищевой промышленности. Определяющим критерием сферы их использования является степень чистоты.

Биологическое происхождение опал-кристобалитовых пород гарантирует высокую степень их внутренней чистоты, поэтому удаление глинистых минералов (главных загрязнителей ОКП) должно быть достаточным для вовлечения их в промышленный оборот. В работе предлагается использование инновационного комплексного электро-бактериологического метода очистки опалитов. В качестве исследуемого материала взяты диатомиты с Камышловского месторождения (Свердловская область) и Сягойское 1 (ЯНАО). Для обеспечения технологического процесса разработано и конструируется техническое средство.

Научный руководитель: д. г-м.н., профессор Нестеров И.И.

А.Д. СОКОЛОВ

Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет

ПОСТРОЕНИЕ ФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТА Ю2 МЕСТОРОЖДЕНИЯ МК

Эффективность проектов разработки месторождений существенно зависит от точности геологической модели, одной из важных составляющих которой является знание фациальной природы пласта.

В данной работе обосновывается целесообразность выделения различных фациальных зон для данного пласта по результатам анализа дебитов при испытании скважин. На следующем этапе проводится выделение этих зон по методам ГИС (ПС, ИК), литологическому описанию керна и по карте палеорельефа. По результатам анализа выделяются пять основных (континентальная, лагунная, мелководно-морская, прибрежно-болотная и баровая зоны) и две дополнительные (русовая и зона предположительно ухудшенных коллекторских свойств) фациальные зоны, описываются свойственные для данных фаций фильтрационно-емкостные свойства и предположительная продуктивность. Так же, на основе анализа изменения поверхности кровли коллектора во времени с помощью изопохического треугольника и по современному структурному плану, предложено о бурении четырех разведочных скважин в куполах ловушек древнего заложения, способных на практике подтвердить полученные в ходе работы выводы.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., профессор В.А. Белкина

М.А. СТРОГАНОВ

Кубанский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРОЯВЛЯЮЩИХ ПЛАСТОВ В СКВАЖИНАХ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГРП

Проблема изоляции водопроявляющих пластов на современном этапе продолжает оставаться актуальной, в связи усложнением геолого-технических условий в нефтяных скважинах. Такой проблемой является изоляция водопритоков, появившихся в скважинах после проведения гидравлического разрыва пласта (ГРП). Для её решения разработана технология изоляции водопроявляющего участка в глубине продуктивного пласта: в скважину закачивается органическая буферная жидкость (для селективного проникновения в пласт), затем закачивается водоизолирующий состав (так же обладающий свойствами селективной фильтрации по водонасыщенному пропластку) и далее состав продавливается расчетным объемом нефти с учетом полости трещины в пласте после ГРП. Для проведения водоизоляционных работ выбран кремнийорганический состав АКОР-БН[®]. Этот состав имеет избирательную фазовую проницаемость при фильтрации в водо- и нефтенасыщенные интервалы пласта, хорошо растворяется в воде и поэтому фильтруется в водонасыщенную зону пласта, образуя в нем прочный водонепроницаемый гель.

Испытания проведены на скважине №51-Р Соровского месторождения, где при освоении продуктивного пласта на глубине 2718-2726 м (пласт БС₇²) получен приток безводной нефти с дебитом 6 м³/сут. при коэффициенте продуктивности $K_{пр}=0.03 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2$. После ГРП приток жидкости составил 62 м³/сут. с обводненностью 90% ($K_{пр}=0.56 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2$). Причина обводнения – трещина гидроразрыва приблизилась к другому обводненному стволу скважины. После проведения изоляционных работ по предложенной технологии доля воды снизилась до 50%, средний дебит по нефти составил около 10 м³/сут. при $K_{пр}=0.27 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2$. По результатам гидродинамических исследований установлено только частичное селективное тампонирующее трещины ГРП, что свидетельствует об эффективности разработанной технологии водоизоляционных работ в условиях обводнения скважин после ГРП.

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с., доцент С. В. Усов

И.А. СТРУЧКОВ

Самарский государственный технический университет

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН БИРЮКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОБНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В работе приведены результаты исследования физическими методами осадочных накоплений из добывающих скважин Бирюковского месторождения и проанализированы причины осадкообразования. На основе изучения структуры и состава конструкционного материала диагностированы причины отказа глубинно-насосного оборудования. Рекомендованы мероприятия, направленные на борьбу с осложнениями.

Представлены результаты расчета глубины отложения парафина в зависимости от дебита для добывающих скважин Бирюковского месторождения. Подтверждена закономерность изменения прогнозной глубины отложения парафина в скважинах с ростом обводненности. Дана оценка парафинобезопасных значений дебитов скважин, эксплуатирующих пласты D_k и D_k' верхнего девона.

На основе фактического материала разработана математическая модель для определения глубины начала образования асфальтеносмолопарафиновых отложений в добывающих скважинах Бирюковского месторождения. Полученная модель может быть использована в реальном проектировании при проведении мероприятий, направленных на предупреждение образования АСПО в скважинах, что способствует снижению количества подземных ремонтов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Ольховская

С.Н. СТУПАКОВ

Московский государственный горный университет

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРТОГРАММ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ПОЛОГИХ ЗАЛЕЖЕЙ

В работе предлагается применение картограмм при горно-геометрическом анализе карьерных полей при разработке горизонтальных и пологих залежей полезного ископаемого.

Картограммы применяются при подсчете объемов породы в заданных границах. Их использование наглядно представляет результат подсчета. Это в свою очередь помогает при подсчете запасов полезного ископаемого, объемов вскрышных пород, создании календарных планов ведения добычных работ, построения календарных графиков ведения горных работ.

Научный руководитель: к.т.н., доц. А.И. Тушов

О.Д. СУББОТИНА

Московский государственный горный университет

МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Г. ЧЕРНОГОРСКА

В работе предлагается мониторинг и анализ ряда социально-экономических показателей муниципального образования г.Черногорска. Целью данного мониторинга и анализа является выявление слабых и сильных сторон муниципального образования, а также выявление угроз и возможностей города. На основе полученных данных определены стратегические цели развития муниципального образования г.Черногорска.

Научный руководитель: д.э.н., проф. А.А. Рожков

А.А. СУХИНА

Московский государственный горный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ЩИТОВЫХ ДОМКРАТОВ ПРИ СПОСОБЕ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЕ

В работе рассматриваются данные полученные в ходе строительства 10 тоннелей на территории города Москвы в различных геологических условиях способом микротоннелирования. В результате замеров проведенных в глинах, песках и суглинках были получены и обработаны данные усилий продавливания щитовых домкратов. По результатам сравнения значений полученных данных и технических расчетов была выведена зависимость усилий продавливания от длины трассы тоннеля. Так же были обнаружены погрешности в расчетных формулах, которые не давали получить полного представления об усилиях продавливания. В работе были уточнены первоначальные расчетные формулы, путем изменения усилий продавливания на площадь забоя и удельного сопротивления трения по конкретным породам. Так же была рассмотрена и проработана упрощенная формула расчетов усилий продавливания домкратов для глин, песков и суглинков. Итогом проделанной работы стало уточнение данных расчетных формул, которые в прошлом не давали четкого представления об изменениях усилий продавливания в процессе будущего строительства.

Научный руководитель: д.т.н., проф. В.А. Пшеничный

Д.И. СУХОВ

Московский государственный горный университет

УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИЕЙ ДВИЖЕНИЯ РУДЫ ПРИ ВЫПУСКЕ ПОД ОБРУШЕННЫМИ ПОРОДАМ

При использовании систем разработки с обрушением руды требуется уделять много внимания изучению процесса выпуска руды. Важной задачей при исследовании этого процесса является установление закономерностей движения руды под обрушенными породами. В реальных условиях наблюдение за процессом выпуска руды является сложной задачей, поэтому данные получают с помощью моделирования.

На траекторию движения руды влияет множество факторов, таких как размеры кусков, расположение взаимовлияющих выработок, высота блока. Так, изменение размера куска приводит к изменению формы фигуры выпуска и скорости прихода налегающих пород в зону погрузки. В зависимости от дробления меняются также и показатели извлечения руды, а расположение взаимовлияющих выпускных выработок оказывает существенное влияние на направление движения потока руды.

Экспериментально было установлено, что достижение критического уровня разубоживания зависит от объёма зон взаимного влияния выпускающих выработок.

При помощи компьютерной программы стало возможным визуализировать карту скорости потока руды при выпуске, которая позволяет детально оценить направление, т.к. при отслеживании траекторий отдельных кусков требуется значительное число экспериментов для сбора среднестатистических данных.

В процессе изучения траектории движения руды, было установлено, что знание влияния выпуска из смежных выработок при должном понимании процессов позволяет усреднять её качественный состав прямо в блоке. Также это позволяет осуществлять выпуск наиболее ценной руды до подхода отбитой породы к зоне выпуска, что может значительно повысить эффективность очистной выемки.

Научный руководитель: д.т.н., проф. И.Н. Савич

Д.Е. ТАТАРИНОВ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В работе предлагается технологическое решение создания устройства защиты для электромеханических систем промышленных установок.

Целью создания аппаратуры комплексной защиты является обеспечение надежной полнофункциональной защиты промышленной установки от аварийных режимов работы. Принципиальным отличием от существующих аналогов является то, что она объединяет в себе как защиту от аварийных режимов в электрической части промышленной электроустановки, так и защиту от механического износа деталей, провоцирующих возникновение вибраций.

Актуальность в разработке универсального устройства защиты промышленных установок базируется на следующих пунктах:

- необходимость обеспечения максимально полной защиты установки с учетом всех периодически возникающих аварийных и потенциально опасных ситуаций;
- соединение всех возможных электрических и механических защит установки от недопустимых режимов работы в одном устройстве, что существенно упростит интеграцию этого устройства в систему автоматизации и снизит совокупную стоимость продукта;
- улучшение контроля над производством;
- повышение безопасности.

На рынке электротехнической продукции существует множество разных блоков защит, предназначенных для защиты промышленных установок в одном направлении, либо по электрическим параметрам, либо по вибрационным. Но нет устройств, которые бы осуществляли защиты по этим параметрам одновременно. Таким образом, разработка нового устройства защиты позволит повысить уровень безопасной эксплуатации промышленных электромеханических систем.

Научный руководитель: д.т.н., доцент В.М. Завьялов

М.А. ТИТАРЕНКО

Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М. Губкина

ХРАНЕНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ЕВРО

При хранении современных дизельных топлив ЕВРО возникает проблема обоснования гарантийного срока хранения топлив. В Российской Федерации дизельные топлива вырабатываются в соответствии с ГОСТ 305-82, а также в соответствии с ГОСТ Р 52368, который является аналогом европейского стандарта EN 590. При этом с 31 декабря 2012 года дизельные топлива также должны соответствовать Техническому регламенту Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазутов».

В ГОСТ 305-82 нормируется гарантийный срок хранения дизельных топлив - 5 лет от даты производства. Однако, на сегодняшний день, ГОСТ 305-82 распространяется только для поставок на экспорт и для нужд гособоронзаказа. Все больше дизельного топлива производится в соответствии с ГОСТ Р 52368.

Дизельное топливо ЕВРО, невозможно получить без применения присадок различного функционального назначения. При этом, как известно, некоторые присадки являются антагонистами, и поэтому поведение топлив ЕВРО при хранении сложно прогнозируемо и до конца не исследовано. В ГОСТ 52368 гарантийный срок хранения устанавливается только в договорах на поставку топлива. В Европе с такой проблемой не сталкиваются в отличие от России, т.к. там период оборота топлива составляет не более 90 дней.

Целью этой работы стало исследование изменение показателей качества дизельных топлив ЕВРО, содержащих присадки различного функционального назначения (промоторы воспламенения,

противоизносные и депрессорно-диспергирующие присадки), в условиях длительного хранения, а также разработка методики ускоренного лабораторного хранения.

Для разработки методики ускоренного лабораторного хранения дизельных топлив ЕВРО, за основу был взят метод - «Определение стабильности при хранении домашнего печного топлива и компонентов среднего дистиллята», разработанный Немецким обществом технологии и науки о нефти и угле (DGMK), а также ряд отечественных методик.

Полученные данные показывают, что разработанная методика позволяет достоверно прогнозировать изменение показателей качества дизельного топлива при длительном хранении.

Научный руководитель: доц., к.т.н. В.А. Дорогочинская

М.А. ТКАЧЕНКО

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОГО ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Оценочно углеводородные ресурсы российского арктического шельфа составляют около 100 млрд. т.н.э., однако арктический регион характеризуется крайне сложными условиями: суровый климат, кратковременность благоприятной погодной и ледовой обстановки, сложности в логистике ресурсов и добываемых УВ, отсутствие отработанных технологий ликвидации разливов в арктических условиях при добыче и транспорте.

Освоение арктического шельфа невозможно на основе лишь уже известных традиционных технологий. Новые вызовы требуют новых решений, поэтому ведущие российские и зарубежные компании, работающие в нефтегазовом бизнесе, уделяют пристальное внимание развитию инноваций. В работе использованы результаты недавнего совместного исследования Journal of Petroleum Technology и Queensland University of Technology (Брисбен, Австралия), посвященного особенностям инновационного процесса в различных типах компаний.

Цели данной работы заключаются в анализе и выявлении тенденций по следующим направлениям:

1. подходы к инновационному менеджменту в российских и зарубежных нефтегазовых компаниях;
2. инвестиции в НИОКР (R&D) в российских и зарубежных нефтегазовых компаниях;
3. приоритетные направления инноваций в проектах (в т.ч. шельфовых).

Однако сами по себе передовые технологии еще не гарантируют успешной работы в Арктике. Необходимость безошибочной работы повышает требования к управлению проектами, логистике и инженерным работам. Даже в развитых нефтегазоносных регионах при реализации проектов наблюдается затягивание сроков (30-50 % проектов морской нефтегазодобычи в зависимости от региона) и увеличение бюджета. По данным IHS Herold средний период отсрочки начала добычи в действующих проектах может составлять от полугода до 2,5 лет.

Научный руководитель: д.э.н., проф. А. Ф. Андреев

А.В. ТОМИЛИНА

Уральский государственный горный университет

ЛИПОВСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ БЛАГОРОДНОГО КОРУНДА КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ РУБИНООБРАЗОВАНИЯ В МРАМОРАХ

Месторождения рубинов в мраморах являются наиболее значимым типом месторождений этого драгоценного камня, однако вопрос о происхождении корунда в мраморе остается мало изученным. Этим объясняется интерес к исследованию проявления благородного корунда недалеко от села Липовское Режевского района Свердловской области. Участок расположен на территории природно-минералогического заказника «Режевской» в 80 км от г. Екатеринбурга. Рубиноносные мраморы вскрыты двумя карьерами на силикатные никелевые руды и приурочены к зоне сочленения Мурзинского и Адуйского гранитоидных массивов.

При полевых исследованиях были отобраны образцы мраморов и шлиховые пробы. Лабораторные исследования включали следующие методы: 1) оптические – микроскопическое изучение образцов, шлифов и шлиховых проб, взаимоотношений между минералами и т.п.; 2) рентгеноструктурный анализ; 3) микрозондовый анализ и др. Установлено, что минералогические ассоциации в целом являются характерными для известных месторождений рубина в мраморе. Выделенные типы мраморов (кальцитовый, магнизиально-кальцитовый, доломит-кальцитовый) согласуются с данными по аналогичным объектам Ю. Урала. Содержания Cr_2O_3 в рубинах являются стандартными и находятся в пределах от 0,3 % (в бледно окрашенных) до 0,7 % (в насыщенных пурпурно-красных). Процесс минералообразования проходил в позднепалеозойское время и носил длительный эволюционный характер, что получило отражение в минеральных ассоциациях.

При дальнейших исследованиях планируется изучение последовательности и условий образования минералов, а также источников вещества для образования корунда в мраморах. Это может помочь в решении задач, связанных с прогнозированием месторождений рубинов данного типа. Липовское проявление по географическому положению, доступности и богатой минералогии является удачным объектом для изучения рубинообразования в мраморе.

Исследования выполнены в рамках проекта 12-5-029-СГ.

Научный руководитель: д. г.-м. н., СИС А.Ю. Кисин

Д. С. ТРУБИЦЫН

Воронежский государственный университет

УСТАНОВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД ДЛЯ КОНТРОЛЬНО – СТВОЛОВОЙ СКВАЖИНЫ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «УДАЧНАЯ» (САХА-ЯКУТИЯ)

По результатам определения физико-механических свойств горных пород, вскрытых контрольно-стволовой скважиной (КСС-3) на месторождении трубка «Удачная» в республике Саха-Якутия, автором работы был проведен корреляционный анализ, позволивший оценить закономерности изменения парных параметров.

Геологический разрез проектируемого подземного ствола сложен скальными и полускальными породами ниже-верхнекембрийского возраста. По литологическому составу породы представлены известняками, доломитами и их переслаивающимися разностями, с редкими включениями мергелей, ангидритов, плоскогалечных конгломератов.

Наиболее высокий коэффициент корреляции (r), равный 0,97, установлен для прямой зависимости сцепления от прочности на сдвиг при угле 30° .

Хорошо коррелируются между собой значения прочности на сдвиг при углах сдвига 30 и 45° ($r=0,88$). Довольно высокие значения коэффициентов корреляции ($r=0,55 - 0,72$) установлены для зависимости прочностных показателей от плотности пород.

По перечисленным параметрам были построены графики взаимосвязи между парными показателями и выведены уравнения линейной регрессии.

Таким образом, установлено, что использование корреляционного анализа может существенно повысить информативность инженерно-геологических исследований при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Применение выведенных уравнений регрессии позволят значительно сократить объем лабораторных исследований физико-механических свойств пород на прилегающих территориях. Дальнейшие исследования в данном направлении, представляются весьма перспективными.

Научный руководитель: доцент А. Э. Курилович

М. В. ТЮФЯКОВА

Ухтинский государственный технический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ БАЛЛАСТИРОВКИ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ОБВОДНЕННЫХ УЧАСТКАХ

В работе предлагается обоснование и экономическая оценка методов балластировки нефтепроводов, применяемых на обводненных участках в северных условиях.

В северных районах страны магистральные трубопроводы на балластируемых участках значительной протяженности находятся выше проектных отметок из-за того, что часто оголяются или всплывают со сбросом утяжелителей. Основная причина этого — негативное влияние продольных и поперечных перемещений трубопроводов на работу утяжелителей. В течение ряда лет трубопровод всплывает на протяжении всего обводненного участка. При всплытии трубопровода происходит повреждение изоляционного покрытия, в том числе и в местах крепления утяжелителей.

Современный ввод в эксплуатацию основных трубопроводных магистралей стал возможен в значительной степени благодаря применению для закрепления трубопроводов на проектных отметках различных анкерных устройств, имеющих гораздо лучшие экономические показатели, существенно уменьшающие объем железнодорожных и автомобильных перевозок по сравнению с утяжеляющими железобетонными грузами, быстрота доставки и установки, возможность заглубления анкера без нарушения структуры грунта, незначительный собственный вес по сравнению с развиваемой удерживающей силой.

Особое место в решении задач ускоренного строительства трубопроводов в обводненных и заболоченных местах и районах занимают вопросы обеспечения их продольной устойчивости. В настоящее время основными задачами балластировки трубопровода являются дальнейшее повышение надежности

работы средств балластировки и закрепления трубопроводов, снижение их материалоемкости и транспортных расходов, а также дальнейшее повышение темпов работ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.С. Вишневская

А.А. ФЕСАН

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ СВОЙСТВ НЕФТЯНЫХ СМЕСЕЙ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА РАБОТУ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Плотность и вязкость смесей нефтей, различающихся по своим свойствам, имеют большое значение при транспортировке, учета объема нефти и расчета различных экономических показателей. Как известно из многих справочников и нормативных баз, плотность нефти считается аддитивным свойством, а кинематическую вязкость нефтяных смесей предлагается рассчитывать, используя правило аддитивности функций Вальтера.

Наши исследования показали, что свойства смеси нефтей не являются аддитивными. Мы проводили смешение нефти с месторождения Пограничное и нефти с Азнакаевской площади. Стоит отметить, что свойства нефтей заметно различались. Заменялись смеси различных концентраций каждой из нефти (интервалом 10%) и оставались в состоянии покоя в течение 24 часов. Затем плотность и вязкость всех смесей измерялись при постоянной температуре 20 °С. Полученные результаты отличаются от тех значений, которые были бы получены, если бы велся расчет по стандартным формулам. Очевидно, при смешении двух нефтей между ними происходит взаимодействие между их *составляющими*.

Конкретным примером, где важно знать значение плотности смеси нефтей являются пункты смешения нефтей, куда приходят нефти с различных нефтедобывающих регионов с различными свойствами. Так же свойства смеси нефтей необходимо знать и на добывающих скважинах, в которые нефти, с различающимися свойствами, *приходят* с различных пропластков. Техничко-экономические показатели рассчитываются с учетом того, что плотность - аддитивное свойство. Именно поэтому прогнозные расходы на энергопотребление в нефтяных компаниях зачастую получаются меньше, чем реальные. Нами был произведен расчет дополнительных финансовых расходов на электроэнергию, потребляемой магистральным насосом НМ 3600-230 при отличии реальной плотности нефти от расчетной на 3%. Так, в год только на один насос неспрогнозированных затрат – более 1 миллиона рублей.

Научный руководитель: д.ф.-м. н., профессор И.Н. Евдокимов

Е. К. ФИЛИППОВА

Ухтинский государственный технический университет

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНА

Работа посвящена изучению геохимических особенностей россыпных титановых месторождений Тимана (на примере Ярегского и Пижемского месторождений). Установлены редкие элементы. Дано макрописание пород, слагающих россыпи. Кроме того, описаны минеральный состав шлихов, встречающиеся минералы титана, приуроченность повышенных содержаний титановых минералов. В процессе работы применялись следующие методы: минералогический, петрографический, спектральный энергодисперсионный.

Пижемское месторождение россыпного титана в Усть-Цилемском районе Республики Коми – крупнейшее в мире по запасам титановой руды. Расположено в пределах северо-западной фланга периклинального замыкания Вольско-Вымской горст-антиклинали и приурочено к Новожиловской антиклинали. На месторождении начались геологоразведочные работы для точного подсчета запасов полезных ископаемых и определения технических условий для строительства горнодобывающего предприятия. Ярегское месторождение расположено в Ухтинском районе Республики Коми на 14-25 км южнее города Ухты. Это северо-восточный склон Южного Тимана вблизи области его постепенного перехода в Печорскую депрессию. На Ярегском нефтетитановом месторождении действительно в свое время проводились большие проектные и исследовательские работы, но сейчас они практически остановились из-за отсутствия финансирования. Пижемское и Ярегское месторождения, скорее всего, в будущем объединятся на единой технологической площадке. Поэтому, сравнение месторождений в минералого-геохимическом отношении является целесообразным.

Научный руководитель: канд. г.-м. н., доцент Л. П. Бакулина

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПРОДУКТАМИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕРОДА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 1000 – 1100 оС

Ильменитовый концентрат широко используется в металлургии. Продукт его восстановления, титановый шлак, является сырьем для получения металлического титана и диоксида титана. Известно, что газовыми смесями, содержащими водород, из ильменита несложно выделить металлическое железо даже при низких температурах. Настоящее исследование фазовых превращений при восстановлении ильменитового концентрата продуктами газификации углерода при температурах 1000-1100°С преследует задачу получения продукта, из которого магнитной сепарацией можно было бы извлечь основную массу железа.

Восстановление ильменитового концентрата проводили в колоколообразном устройстве, верхняя часть которого (примерно четверть объема) заполнялась концентратом, а остальное пространство – измельченным древесным углем. Устройство нагревали в муфеле до нужной температуры, выдерживали от 2-х до 6 часов, затем вынимали из печи и охлаждали при комнатной температуре. Полученные продукты измельчали в агатовой ступке и порошки анализировали на электронном микроскопе (МРСА). Чтобы проанализировать внутреннюю часть зерен восстановленного ильменита порошки заливали эпоксидной смолой и сошлифовывали зерна алмазным инструментом.

Во всех опытах продуктами восстановления ильменита являются металлическое железо и оксид титана, близкий по составу к TiO_2 . Металлическое железо формируется на поверхности зерна в форме цилиндрических включений, уходящих внутрь зерна и прочно связанных с оксидом титана. Разделение фаз в такой системе практически невозможно.

Предварительными опытами установлено, что металлическое железо в значительной части формируется в виде достаточно крупных включений на границе зерен восстановленного ильменита при добавлении к концентрату шлака сульфидной медной плавки.

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор А.А. Лыкасов

Д.Г. ПАСТЕРНАК, И.Ф. ХАЛИУЛЛИН

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Октябрьском

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРИТЕРИЕВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ВИДЕ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ ТРЕЩИН В НКТ

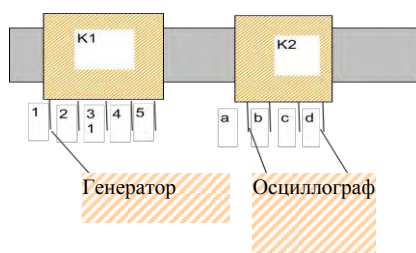


Рис. 1. Стенд для магнитной дефектоскопии

В настоящее время сервисными службами нефтедобывающих предприятий активно лоббируются разработки методов и аппаратуры для диагностики насосно-компрессорных труб (НКТ) во время спуско-подъемных операций (СПО).

Нами проведены лабораторные испытания магнитной дефектоскопии для оценки возможности ее применения в условиях СПО, - при помощи разработанного стенда (см. Рис. 1).

В результате проведенных опытов получено, что сквозные отверстия диагностируются при помощи осциллографа как на постоянном токе, так и на переменном (см. Рис. 2, а). Аналогичный вывод нами сделан и для продольных, и для поперечных трещин (пропиллов), - см. Рис. 2, б.

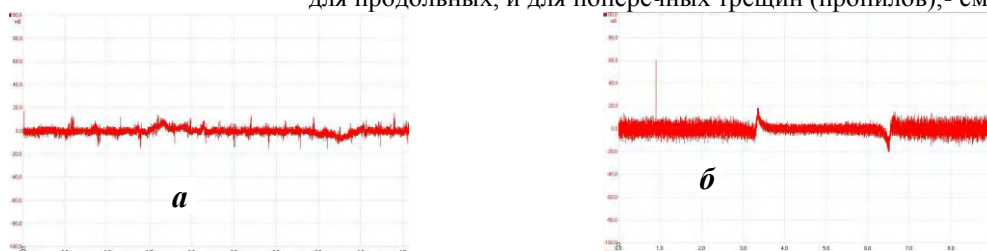


Рис. 2. Измерения на постоянном токе: а – сквозное отверстие, б- продольная трещина

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Н.Сулейманов.

ВИСМУТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ В ОБРАМЛЕНИИ КАМЕНСКОГО ГРАНОДИОРИТ-ГРАНИТНОГО КОМПЛЕКСА (СР. УРАЛ)

В работе рассматривается висмутовая минерализация из кварцевых жил в обрамлении Каменского гранодиорит-гранитного комплекса, расположенного близ города Асбест в Свердловской области. Целью изучения является выявление ассоциации висмутовых минералов в зоне их гипергенного изменения и в зоне не измененных первичных руд, а так же выявление типохимических особенностей минералов висмута из кварцевых жил данного массива. Для изучения не измененных руд изучались образцы Курманского щебеночного карьера с горизонта +126 м. Измененные руды были отобраны в приповерхностной части жилы «Висмутиновая», которая располагается в 15 километрах от посёлка Режик.

При диагностике минералов висмута из зоны гипергенеза по мимо первичных: висмутина, пирита и самородного висмута, были выявлены типичные вторичные минералы такие как бисмутит $\text{Bi}_2(\text{CO}_3)_2\text{O}_2$ и бисмоклит BiOCl , при этом последний был впервые описан для месторождений Урала. По мимо этого была выявлена фаза отвечающая своим химическим составом бисмутоферриту $\text{BiFe}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})$, но для точной диагностики минерала размер фаз слишком мал. Вторичные минералы висмута развиваются по самородному висмуту и висмутину. Особенностью минералов висмута с зоны гипергенеза является наличие в них примеси золота до 0.12 вес.% и хлора в нехлорсодержащих минералах до 0.25 вес.%. При этом общими для висмутовой минерализации является присутствие таких типоморфных примесей как медь, свинец и железо. Особенностью же висмута и висмутина с Курманского месторождения является присутствие в них на ряду с изоморфными примесями примеси мышьяка до 1.01 вес.% и незначительной примеси теллура - 0.17 вес.%.

Научный руководитель: к.г.м.н., доцент С.Г. Суставов

И.Н. ХАРЧЕНКО*Московский государственный горный университет*

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБОГАТИМОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

В настоящее время в мире истощаются запасы золота, одной из современных тенденций является вовлечение в переработку труднообогатимых руд. Так золото-кварц-мышьяковистые (скородитовые) руды Магаданской области, содержащие вкрапленное золото в предыдущие годы не разрабатывались. Однако в сложившейся экономической ситуации начаты исследования о возможной разработке таких месторождений.

Одним из способов обогащения таких руд является гидрометаллургическая переработка, в частности растворами цианидов, суть которой растворение золота в раствор с последующим его осаждением. Для интенсификации таких процессов руду целесообразно подвергать предварительной обработке.

Предмет исследования - технология обогащения скородитовых руд.

Цель работы. Определить наиболее оптимальный способ переработки золото-кварц-мышьяковистой руды.

Научная идея заключается в исследовании различных способов обогащения, их сравнении и определения зависимости показателей обогащения от методов переработки руды.

Основными задачами технологических исследований являлось:

- изучение вещественного состава руды;
- изучение обогатимости руды методами гравитации, флотации и цианирования;
- разработка технологической схемы переработки руды.

На основании проведённых опытов для переработки руды рекомендуется сорбционная цианистая технология, включающая предварительную обработку 10%-ным раствором едкого натра при температуре 80-85°C, в течении 2-х часов при тонине помола 95-98% класса -0,044 мм и сорбционное цианирование кека обработки, обеспечивающая извлечение золота 89,4% и серебра 78,9%.

Научный руководитель: к.т.н., доц., проф. кафедры ОПИ Т.И. Юшина

Р.И. ХАФИЗОВ*Альметьевский государственный нефтяной институт*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ROXAR ДЛЯ СОВЕРШЕСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА ЕРСУБАЙКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В последние годы существует тенденция перехода от аналитических и графических методов к

численному моделированию процесса разработки нефтяных и газовых месторождений. Несмотря на огромный опыт применения аналитических зависимостей в расчетах технологических показателей разработки, они не могут адекватно описать процессы, происходящие в пласте. Параметрические зависимости, положенные в основу этих методов, связывают динамику отбора нефти с балансовыми или текущими извлекаемыми запасами нефти. Параметры этих моделей тем или иным способом определяются через неоднородность пласта по проницаемости, соотношение вязкости нефти и воды, количество добывающих и нагнетательных скважин, и другие величин. Для построение геологической модели Ерсубайкинского поднятия Ерсубайкинского месторождения использовался программный комплекс Igar RMS компании ROXAR. Объектами моделирования является продуктивные отложения турнейского яруса.

Процесс геологического моделирования включает в себя следующие этапы: сбор и подготовка исходных данных, контроль их полноты и качества, создание базы геолого-геофизических данных; расчет и построение сеток согласованных структурных поверхностей по кровле и подошве пластов; построение структурной модели (трехмерной сетки); построение скважинной модели и анализ скважинных данных; построение литологической и петрофизической модели (расчет трехмерного распределения коллектора и подсчетных параметров); подсчет начальных балансовых запасов нефти.

Для построения гидродинамической модели Ерсубайкинского поднятия Ерсубайкинского месторождения использовался интегрированный пакет программ компании ROXAR-Tempest 7.0. Модель была адаптирована к реальным условиям.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Р. Н. Бурханов

Е.С. ХЛЕБНИКОВА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРА И ПОДГОТОВКИ НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Перспективное планирование и реинжиниринг системы обустройства месторождений требует выполнения анализа соответствия системы подготовки нефти и газа прогнозируемому профилю добычи.

Целью данной работы является создание модели оценки достаточности пропускной способности оборудования, входящих в состав установок подготовки нефти, для чего были рассмотрены методики расчета двух- и трехфазных сепараторов, отстойников, резервуаров, электродегидраторов, факелов и т.д.

На рисунке приведены результаты расчета трехфазного сепаратора: прогнозные уровни загрузки действующих 2-х сепараторов и вариант загрузки сепараторов при включении в схему 2-х дополнительных.

Таким образом, разрабатываемая модель позволит оценивать рассматриваемые варианты работы аппаратов по годам при разработке месторождений, необходимость проведения реконструкций, и в дальнейшем определять технико-экономические характеристики по отдельным объектам и месторождению в целом.

Научный руководитель: к.х.н., доцент, Ушева Н.В.

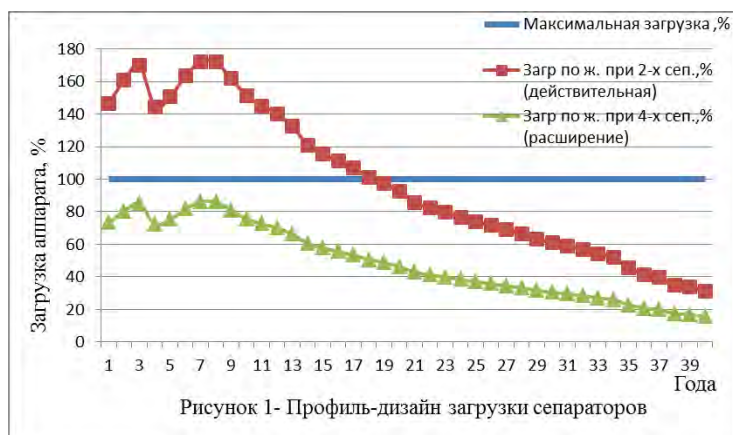


Рисунок 1- Профиль-дизайн загрузки сепараторов

А.С. ХЛОБЫСТОВ

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОДЪЕМНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА НЕФТЕШАХТЫ №3 НА ЯРЕГСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ

На основе проведенных инструментальных наблюдений производится анализ деформационных процессов вертикального шахтного ствола нефтешахты №3 Ярегского месторождения тяжелой нефти. С целью выявления причин деформаций и охраны ствола производится расчет напряженно-деформированного состояния массива. Целью данных расчетов является установление зависимости деформаций крепи ствола, от влияния паронагнетательных скважин на физико-механические свойства горных пород и повышенного горного давления. А так же разработка необходимых мер для сохранности ствола и дальнейшей безопасной

эксплуатации.

Научный руководитель: к.т.н., Д.В. Шустов.

Л. В. ЦИБИЗОВ

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В РАЙОНЕ ИНТЕНСИВНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ПОЛЫСАЕВО (КУЗБАСС)

В районах разработки полезных ископаемых нередко наблюдается повышение сейсмической активности. Одним из таких районов является Кузнецкая котловина, где активно идёт добыча угля подземным и карьерным способом. В связи с внедрением новой регистрирующей аппаратуры и большим объёмом данных сейсмического мониторинга стала актуальна разработка новых подходов к интерпретации данных, в частности, выявление закономерностей сейсмических событий, связанных с напряжённо-деформированным состоянием горного массива.

В данной работе исследуется закономерность в проявлениях сейсмической активизации в районе угольных разработок на территории г. Полысаево. На основе анализа базы данных зарегистрированных сейсмособытий [1] построен кинематический критерий удороопасности в горном массиве [2]. Данный критерий может быть использован в качестве диагностического показателя напряжённо-деформированного состояния участков массива при определении удороопасности этих участков.

1. Научно-технический отчёт по муниципальному контракту № 3 от 14.08,2007 г. «Экспериментальные исследования сейсмических процессов на территории г. Полысаево». А. А. Еманов, А. Ф. Еманов, Е. В. Лескова, А. Ю. Сёмин, А. В. Фатеев. Новосибирск, 2007.

2. Анализ сейсмоактивности породного массива рудников норильского месторождения в период 1994-2005 гг., д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН В. Н. Опарин, д-р техн. наук А. П. Тапсиев., канд. техн. наук В. И. Востриков, канд. техн. наук Б. П. Бадтиева, Н. Ф. Жилкина. Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия, ОАО ГМК «Норильский никель», г. Норильск, Россия.

Научные руководители – д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН В. Н. Опарин, д-р техн. наук А. Ф. Еманов

Е.В. ЧЕРЕНКОВА

ФГБОУ ВПО «Уральский Государственный Горный Университет»

ОБОГАЩЕНИЕ ГЛИНИСТОЙ ФЛЮОРИТОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЧУЛУУТ ЦАГААН ДЭЛ» (МОНГОЛИЯ)

На месторождении «Чулуут Цагаан Дэл» обогащение флюорита производится ручной сортировкой. В работе предложен альтернативный вариант. Руда месторождения «Чулуут Цагаан Дэл» содержит 22 % глины. По результатам исследования решено перед циклом обогащения отсеивать класс -5 мм, с дальнейшей его промывкой и отправкой на флотацию; при флотационном обогащении вода будет находиться в замкнутом цикле, что отвечает требованиям рационального использования воды.

Особенностью флюоритовой руды является то, что флюорит раскрыт во всех классах, поэтому крупные классы можно обогащать рентгенорадиометрическим и рентгенолюминесцентным, а также гравитационными методами.

При обогащении различными методами исходной руды с массовой долей CaF_2 37,6 % получены концентраты, отвечающие требованиям ГОСТ 29220-91 «Концентраты плавиковошпатовые металлургические» (см. таблицу).

Требования, предъявляемые к флюоритовым концентратам, и результаты, полученные по разработанной схеме

Вид концентрата	Марка	Требования к флюоритовым концентратам		Результаты, полученные по разработанной схеме	
		Крупность, мм	Массовая доля CaF_2 , %	Крупность, мм	Массовая доля CaF_2 , %
Кусковой (сортированный)	ФК-75	5-300	75	-100+50; -13+6	82,3
Гравитационный	ФГ-75	2-200	75	-6+0,8	75
Флотационный	ФФ-85	0,14	85	-0,14+0	87,6

В итоге разработана схема обогащения, включающая в себя сухие методы, такие как рентгенометрическая и рентгенолюминесцентная сепарация и гравитационное обогащение на сепараторе «СЕПАИР», которые обогащают 33 % всей руды и мокрые – флотацию – на которую направляется 45 %.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Б.Н. Кравец

М.А. ШАДРИНА

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ВЕРОЯТНОСТНО – СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РИФЕЙСКОГО КОМПЛЕКСА ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Рифейский терригенно-карбонатный комплекс Волго-Уральского бассейна рассматривается как потенциально нефтегазоносный. В настоящее время в связи с высокой степенью разведанности палеозойских нефтегазоносных комплексов изучение этого древнейшего осадочного комплекса становится актуальной задачей нефтегазовой геологии. При проведении исследований была выполнена зональная оценка развития рифейских толщ в Пермском крае. В анализе участвовали данные по 86 скважинам, вскрывших рифейские отложения, из них 27 с нефтепроявлениями были объединены в 1 класс, остальные отнесены ко 2 классу.

Для анализа были использованы геохимические показатели: процентное содержание органического углерода ($S_{орг}$,%), концентрации хлороформенных битумоидов ($B_{хл}$,%), величины битумоидного коэффициента (β ,%), нерастворимый остаток после обработки породы соляной кислотой ($НО$,%), начальный нефтяной потенциал породы (S_1 , мг/г), остаточный нефтяной потенциал породы (S_2 , мг/г), температура максимального выхода УВ ($T_{мах}$, °С).

Для завершения исследований прогноза нефтегазоносности рифейских отложений изучены корреляционные связи между комплексной величиной $P_{УКВ_{ГХ}}$ и индивидуальными вероятностями параметров - $P(B_{СБ})$, $P(\beta)$, $P(Kн)$, $P(S_1)$, $P(S_2)$. Коэффициенты корреляции определены в двух вариантах, для скважин с нефтепроявлениями и без нефтепроявлений. Путем последовательного использования пошаговых линейного дискриминантного и регрессионного анализов вычислим комплексный геохимический критерий.

Таким образом, разработанный геохимический критерий $P_{ГК}R$ позволяет с достаточной степенью достоверности разделять скважины на 2 класса, что позволяет использовать его для зонального прогноза перспектив нефтегазоносности территории распространения рифейских толщ в Пермском крае.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.А. Козлова

М.Б. ШАПУТКИНА

Тверской государственный технический университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСУШЕННОСТИ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СУШКИ КУСКОВОГО ТОРФА

Показатели осушения залежи при производстве кускового торфа являются одними из основных факторов, определяющих продолжительность сушки продукции и, соответственно, программу добычи. Однако в связи с тем, что производство кускового торфа осуществляется методом формования влажной торфомассы, то снижение содержания влаги может отрицательно сказаться на показателях пластичности торфяного сырья, однородности структуры и на конечной прочности продукции. Таким образом, нахождение оптимального значения показателя влажности торфяной залежи, обеспечивающего наибольшую производительность с сохранением качества, является важной задачей повышения эффективности добычи.

Комплексный анализ технологии производства кускового торфа и ее технологических показателей позволил установить зависимость влияния влажности на такие показатели как критические влажосодержание, загрузка поля по сухому веществу, продолжительность сушки в постоянном и убывающем периодах, коэффициент влагообмена с залежью. В связи с тем, что влияние влажности происходит сразу на целый комплекс показателей, то была разработана методика расчета, которая позволяет найти оптимальные значения влажности. Таким образом, были установлены значения уровня грунтовых вод и влажности торфяной залежи, обеспечивающие наименьшее значение продолжительности сушки кусков на поверхности залежи при сохранении качественных показателей.

Научный руководитель – Тимофеев А.Е., к.т.н., доцент кафедры геотехнологии и торфяного производства ТвГТУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Современные трубопроводные системы являются многопараметрическими с широким диапазоном изменения своих параметров, поэтому необходимо иметь вычислительный инструментарий для быстрого решения требуемых задач проектирования и эксплуатации – выбора оборудования и параметров технологических режимов, отвечающих установленному критерию.

Решаемые задачи представляют собой основной комплекс технологических задач проектирования и эксплуатации:

- Расчёт линии гидравлического уклона по различным задаваемым параметрам;
- Определение распределения слагаемых напора;
- Расчёт пропускной способности нефтепровода;
- Расчёт максимального расстояния перекачки;
- Расчёт и построение линии максимально допустимого напора;
- Определение и расчёт самотёчных участков нефтепроводов;
- Расчёт участков нефтепровода с лупингом;
- Термогидравлический расчёт нефтепровода (перекачка высоковязкой нефти);
- Расчёт режимов работы насосов (основных и подпорных);
- Гидравлический расчёт эксплуатационного участка магистрального нефтепровода.

Указанные задачи решаются в приложении к конкретным трубопроводным системам. Расчёты выполнены в соответствии с нормами ОАО «АК «Транснефть».

Представляемый программный комплекс может быть использован для:

1. Решения задач проектирования и реконструкции – выбора технологического оборудования;
2. Решения задач эксплуатации – анализа и контроля технологического режима;
3. Экспертной оценки технических решений;
4. Обучения студентов и слушателей факультета повышения квалификации.

Вычислительный инструментарий разработан на языке С#. Предлагаемый вариант является базовым для дальнейшего возможного развития программы по технологическому проектированию и эксплуатации сложных трубопроводных систем.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.А. Поляков

П.В. ШНЫРОВ
Самарский государственный технический университет

ПЛИТНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ УРАЛА В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

Уральская складчатая система протягивается в меридиональном направлении на расстояние 2500 км и характеризуется тектонической зональностью по простиранию. Здесь выделяется шесть зон, три западные из которых генетически связаны с Восточно-Европейским древним континентом, а три восточные – с Палеоазиатским океаном. Граница между западными и восточными зонами проходит по Главной сутуре Урала (традиционно – Главный Уральский разлом).

В составе Уральской складчатой системы с запада на восток выделяются: Предуральский краевой прогиб, Западно-Уральская, Центрально-Уральская, Тагильско-Магнитогорская, Восточно-Уральская и Зауральская зоны.

В ордовике в результате рифтогенеза, который впоследствии сменился спредингом, возник Палеоуральский океан. Со среднего девона начинается его закрытие и формирование Уральского горного сооружения. Главные складчатые деформации произошли на протяжении позднего палеозоя в результате столкновения Восточно-Европейского, Сибирского континентов и Казахского микроконтинента. В мезозое и кайнозое Уральское горное сооружение подверглось пенеппенизации.

Уральский складчатый пояс возник на месте бывших океанических бассейнов и расположенных внутри них островных дуг, поэтому он состоит из нагромождения островодужных комплексов и различных блоков континентальной коры. Анализ плитно-тектонической модели развития Урала и современных моделей нефтегазообразования позволяет расширить перспективы нефтегазоносности некоторых структурных элементов Уральской складчатой системы. Речь идет о поисках углеводородов в поднадвиговых зонах на западе Урала и в гранитном фундаменте Восточно-Уральской зоны, который по новым представлениям (Леонов М.Г., 2008) является регионально нефтегазоносным.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Б.З. Даниелян

ВЫБОР БУРОВОГО РАСТВОРА ДЛЯ ПРОВОДКИ СКВАЖИН В ОСЛОЖНЁННЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В работе рассматриваются вопросы, связанные со строительством скважин в условиях деформативной неустойчивости пород и водонасыщенных горизонтов. Известно, что по разрезу скважины могут встречаться глинистые отложения, чередующиеся с водонасыщенными песчаниками, пропластки нефтенасыщенных песчаников. Осложнения такого рода сложнее прогнозировать и предотвращать.

Разработка эффективных систем буровых растворов для проводки скважин в условиях, обеспечивающих устойчивость и терригенных глинистых и слабосцементированных песчаных пород и обладающих естественной проницаемостью, является актуальной задачей. В работе представлены разработанные на кафедре «Бурение нефтяных и газовых скважин» СамГТУ составы буровых растворов, которые могут быть рекомендованы по отношению, как к неустойчивым глинистым породам, так и к флюидонасыщенным интервалам скважины.

Научный руководитель: к.т.н. ст. преподаватель О.А. Нечаева

О.П. ШТЫРКОВА

*Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Пензенский государственный университет*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ЭЛЕМЕНТА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

В работе предлагается описательный анализ информационного обеспечения компании в процессе стратегического управления и планирования, а также стадии его осуществления.

Формирование и развитие в организации информационной системы, предназначенной для обеспечения постановки и поддержки принятия решения, производственных и управленческих задач в их стратегической перспективе всегда требует досрочного планирования, ориентированные на стратегические цели. Информационные технологии радикально меняют само представление об управлении предприятием. Существенно повышается роль стратегического управления и, соответственно, требования к нему. Современные технические средства позволяют реализовать практически любую идею, сформулированную в рамках стратегического управления. Особую значимость стратегического планирования на предприятиях, необходимость его усовершенствования с целью повышения эффективности функционирования предприятия признают практически все руководители.

Научный руководитель: к.с.н., Э.В.Алехин

Н.В. ЮДАЕВ

Сибирский федеральный университет

СТЕНД ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ДЕФЕКТОВ ПРИВОДОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В работе обосновано создание лабораторного стенда, проведен комплекс экспериментов и дана экономическая оценка внедрения метода вибродиагностики дефектов приводов горной техники, таких как: дисбаланс, расцентровка, дефекты подшипников качения, дефекты зубчатых передач, нарушение жесткости опорной системы, а также влияние этих дефектов на работоспособность оборудования, при различных углах наклона привода (от 0 до 10 град). Актуальность данной дипломной работы обусловлена тем, что разработанная нами установка для моделирования дефектов в приводах горного оборудования позволяет изучить и применить методы вибродиагностики для работы горной техники в различных горнотехнических условиях. Искусственно создавая дефект (дисбаланс, расцентровка, дефекты подшипников качения, дефекты зубчатых передач, нарушение жесткости опорной системы), уровень дефекта, мы видим его проявление в виде спектров на экране виброанализатора. С помощью данной установки можно определять состояния горного оборудования, распознавать различные дефекты, по типу их проявления.

Данный метод диагностики очень важен, так как помогает на ранних стадиях распознавать тот или иной дефект, нормировать, прогнозировать его развитие и дать рекомендации по его устранению. Внедрение этого метода позволяет поддерживать приводы горных машин в работоспособном состоянии, предотвращать критическую поломку техники, планировать ремонт и, как следствие, значительно снизить простои горной техники и затраты на ремонт.

Научный руководитель: ассистент В.И. Мигунов

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ШАХТНОГО ФОНДА

В работе предлагается алгоритм моделирования развития и обновления шахтного фонда угольных компаний за счет управления инвестиционными ресурсами по интегральным критериям инвестиционной привлекательности угольных шахт.

Целью работы является разработка методических положений оценки технологии действующих угольных шахт, формирующих основу выбора форм развития и обновления шахтного фонда угольных компаний в конкурентной рыночной среде.

Идея работы заключается в реализации алгоритма комплексной оценки технологических систем угольных шахт, основанной на принципах квалиметрии и формировании интегрально-детального прообраза угледобывающего предприятия с целевой направленностью обоснования и реализации производственно-технологических аспектов стратегий и форм развития шахтного фонда.

Основополагающим компонентом научно-методического обеспечения выбора и обоснования направлений развития и обновления технологических систем угольных шахт являются методы теории принятия сложных решений и квалиметрии, предусматривающих формирование интегрально-детального прообраза угольной шахты в виде интегральных функционалов оценки условий, результатов работы и финансового состояния угледобывающих предприятий, обладающей возможностью корректной адаптации к изменяющимся условиям среды функционирования с учетом принятия инновационных решений.

Единая стратегия задачи системной оценки технологии действующих шахт реализуется путем позиционирования угледобывающего предприятия с установлением структуры соотношений количественных величин интегральных показателей, формирующих определенную форму развития и обновления, причем определенная степень их разбалансированности указывает на резерв совершенствования, возможность повышения технико-экономической эффективности производства.

Научный руководитель: д.т.н., проф. В.В.Агафонов

Г.С. ЯБУРОВ, С.А. ВОХМИН, П.А. ДЕРЯГИН

*Институт горного дела геологии и геотехнологий СФУ,
Норильский филиал "Институт Норильскпроект"
ООО "Институт Гипроникель"*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РУДНИКАХ ЗФ ОАО "ГМК "НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ"

При проведении горизонтальных горных выработок к буровзрывным работам предъявляются повышенные требования в части обеспечения необходимого развала породы после взрыва и качественного ее дробления, высокой устойчивости выработок и оконтуривание их в соответствии с проектом.

Качество дробления горной массы определяет эффективность всех последующих процессов ее переработки, поэтому создание наиболее достоверной методики расчета параметров БВР – одна из главных задач науки о разрушении горных пород. Необходимо отметить, что в настоящее время на подземных рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» не имеется единого методического подхода к определению параметров БВР. Паспорта БВР составляются практически интуитивно и не имеют единой научной основы.

В настоящее время проводится комплексная научно-исследовательская работа посвященная совершенствованию БВР на данном предприятии. В основу разрабатываемой методики расчета параметров БВР положена гипотеза Б.Н. Кутузова о формировании зоны трещинообразования вокруг заряда ВВ при взрыве. По результатам опытно-промышленных взрывов была адаптирована формула расчета радиуса данной зоны для условий отработки разных типов медно-никелевых руд месторождений "Октябрьское" и "Норильск-1", а также для условий отработки месторождений полезных ископаемых нерудных Горозубовское ангидрита и Каларгонское известняка. Результаты проведенных взрывов показали эффективность предлагаемой методики, что выражается в сокращении удельного расхода бурения и удельного расхода ВВ на 10-17 %.

На основании полученных зависимостей разработана методика определения эффективных параметров БВР, которая в будущем будет реализована в виде программного обеспечения расчета паспортов БВР.

Проведенные исследования показали, что расчет параметров БВР возможно производить на основании расчета величины зоны трещинообразования, формирующейся вокруг заряда ВВ при взрыве с учетом горно-геологических особенностей пород и характеристик ВВ.

Научный руководитель: к.т.н., профессор С. А. Вохмин

ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА РАБОТНИКОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Резервы роста производительности труда, как известно, это реально существующие на предприятии возможности более полного использования производительных сил путем совершенствования техники, технологии, организации производства и труда.

В работе уделяется внимание вопросам повышения эффективности ремонтных работ на современных российских предприятиях промышленной сферы, в частности, горно-металлургических отраслей, путем выявления внутрипроизводственных резервов повышения производительности.

Предлагаемая методика выявления резервов рабочего времени работников ремонтных служб горно-металлургических предприятий, основанная на трехуровневой классификации затрат рабочего времени, рекомендуется как один из способов повышения эффективности работы подразделений и предприятия в целом. Кроме того автором приводится классификация возможных потерь времени, потенциальных точек роста эффективности, а также необходимых нормируемых затрат времени.

Ключевые понятия, используемые при изложении: скрытые и явные резервы рабочего времени, связанные с эффективностью труда; потенциальные точки роста (факторы роста производительности).

Базой поиска резервов являются данные, полученные при детальном экспериментальном изучении затрат труда ремонтных рабочих структурных подразделений золотоизвлекательной фабрики (фотографий рабочего времени и хронометража). При этом целесообразным автору видится применение такой индексации трудозатрат, которая позволяла бы оценивать эффективность использования рабочего времени как со стороны исполнителя (по характеру его трудовых действий), так со стороны выполняемого процесса (рациональности действий). Выявленные резервы рабочего времени позволяют определить процент возможного роста производительности с учетом резерва снижения трудоемкости ремонтного процесса.

Научный руководитель: доцент Л.В. Данилова

И.Ф. ХАЛИУЛЛИН, Д.Г. ПАСТЕРНАК

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Октябрьском

КАНАЛ СВЯЗИ «НАДДОЛОТНЫЙ ДАТЧИК – ЗАБОЙНЫЙ ИНКЛИНОМЕТР СКВАЖИННЫЙ (ЗИС)»

В настоящее время при проводке скважин существует проблема корректного определения положения долота, т.к. при существующей компоновке датчик азимута находится примерно на расстоянии 20 метров от долота, что приводит к смещению траектории скважины от заданного направления.

В работе рассмотрена возможность организации связи «датчик-ЗИС», - при установке датчика непосредственно над долотом, - путем возбуждения и регистрации электрического тока «изолированное кольцо – колонна – порода - изолированное кольцо» (электрическая схема - на рис. 1). Для этого собрана макетная лабораторная установка, размеры которой выбраны в соответствии с правилами моделирования, что позволяет производить опыты на макете пласта в помещении и переносить полученные закономерности на натурные объекты с сохранением параметров моделирования. Свойства пласта (песок речной) моделировались путем пропитки его соленой водой разной концентрации.

Получено, что в диапазоне 900-1100 Гц имеется локальный максимум прохождения электрических токов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Н. Сулейманов



К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Сегодня существует много предложений по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и повышению экологической безопасности на производстве. При этом многие авторы уделяют недостаточно внимания оценке уровня экологической опасности, особенно на официальном уровне.

Сегодня в законодательстве Российской Федерации или научно-технической литературе нет явных критериев, в соответствии с которыми можно оценить уровень экологической опасности. Существует 3 принципиально различных методических подхода для оценки экологической опасности: 1) Оценка экологической опасности, основанная на «принципе нормирования»; 2) Оценка экологической опасности, основанная на принципе «экологического риска»; 3) Оценка экологической опасности с помощью метода «интегрального критерия».

Сущность первого подхода заключается в необходимости учета допустимой нагрузки на экосистему [1]. Принцип «экологического риска» выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия [2]. Принцип «интегрального критерия» [3] подразумевает под собой оценку экологической опасности производства с помощью одного интегрального критерия, включающего несколько разнородных критериев, определённых экспертным путем. Основные недостатки существующих подходов заключаются в следующем: 1) Невозможность ранжирования предприятий по степени экологического воздействия на окружающую среду; 2) Невозможность учета специфики воздействий промышленных объектов; 3) Сложность в поиске приоритетных экологических задач для предприятия.

Таким образом, существующие сегодня подходы к оценке экологической опасности обладают рядом существенных недостатков, что затрудняет оценку воздействия предприятий на окружающую среду и создает сложности при поиске приоритетных экологических проблем для предприятий. Соответственно необходимо разработать новый подход, который должен учитывать недостатки существующих подходов.

Литература

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" с изменениями от 25.06.2012
2. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике, М.: Деловой экспресс, 2004-352 с.
3. Астахов А.С., Диколенко Е.А., Харченко В.А. Экологическая безопасность и эффективность природопользования, М.: МГГУ, 2009 - 328 с.

Научный руководитель: д.т.н., профессор, А.В. Хохряков