

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

***ПРОБЛЕМЫ
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ***

*Материалы
международного форума-конкурса молодых ученых
20-22 апреля 2016 г.*

Часть II

Санкт-Петербург
2016

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» 20-22 апреля 2016 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 Mining University from the 20nd to 22th April 2016. 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: профессор В.Л.Трушко (председатель), доц. Л.С. Синьков, доц. Ю.М. Сишук, А.Н. Мартемьянова

Проблемы недропользования: Сборник трудов международного форума-конкурса молодых ученых. Часть II / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2016. 247с.

П84

ISBN

УДК 00 (55+62+66+33+50+54)

ББК 2 (55+62+66+33+50+54)

ISBN

© Санкт-Петербургский горный университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ</i>	4
<i>ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</i>	48
<i>ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ</i>	112
<i>МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-КОНКУРСА СТУДЕНТОВ ВЫПУСКНОГО КУРСА</i>	125

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

P. BOGACZ, D. GWIAZDOŃ, M. MAŃKA
AGH University of Science and Technology, Poland

PROJECT «ONE MINUTE UNTIL THE EFFECT», THAT IS LEAN MANAGEMENT IN THE STUDENTS' LIFE

Abstract

„W minutę do efektu” (One minute till the effect) is a project carried out by SKNZ students club, in cooperation with the KoronaPółnocnegoKrakowa association and with Małopolska Province’s financial support, as part of the “Scientific inspirations – interesting and creative” contest. Organizers conducted a series of classes for primary and middle school students from the Małopolska region in Poland. The students used the Lean Management methodology to teach the participants how to effectively manage their time, energy, space and resources. Due to participation in the project, the schoolchildren gained knowledge and skills in keeping order, orderliness, self-organization and team work. The organizers have learnt to carry out a project – to create, carry out and summarize it, and had an opportunity to put theory into practice, as well as to present the products of their labours.

Introduction

Nowadays, methods and tools of the Lean Management methodology are often used by production companies to improve the processes, work and space organization. Due to Lean Management methods companies can improve their production capabilities and increase their efficiency, reduce the unnecessary cost. All these efforts are to improve the operation of the organization as a whole. SKNZ students decided to apply the methodology, which is so useful and helpful in production companies, to the life of students to help them organize and improve daily activities. In order to make the project happen, they took part in the competition called “Interesting and creative scientific inspirations”, organized by Marshal Office. The project was written and its objective was to create and run the authorial workshops for children and young people.

Aims of the project

Within the project university students scheduled running two 90-minutes workshops in 10 different schools (5 primary and 5 secondary schools) in the districts nearby Krakow, between September and December of 2015. 15 to 20 young people participated in each workshop. Taking all the numbers into the account, around 200 people got the chance to get acquainted with Lean method. Due to workshops children and young people were about to acquire the knowledge in an unusual way, and students to get to know the culture, art and traditions of visited places. By creating and running workshops with children they could check their knowledge and competences in practice. It was a perfect opportunity to conduct an experiment, which target was to test educational skills of university students to teach young people to apply Lean tools in practice.

Workshop I

The main target of first workshop is to get its participants acquainted with Lean Management methodology. They get to know important rules and traps which might occur, as well as tools and methods used in Lean Management. Through games and exercises, which require active participation from everyone taking part in the workshop, children learn to manage their daily tasks and duties and make most of their scarce resources in everyday life. The essential part of the first workshop was repeatedly highlighted connections between the methodology used by top leading corporations in the whole world and their effective usage in a daily life. Workshops accessibly introduce participants into Lean and prepare them to the challenges which they have to face during the second workshop, that is during the simulation of production process. The introduced and discussed in details tools are: 5S (Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain), allowing to improve their space, involving continuous improvement Kaizen as well as JIT (Just in Time) helping to organize the performed work better. Exercises and tasks performed during the workshop also taught others Lean Management tools such as PDCA (Plan - Do - Check - Act) or use of time schedules.

At the end of the first workshop students received a homework, which requires from them to improve one chosen place using steps of 5S tool. Implementation period is one week, during this time they need to create a standard and try to keep it. They are also obliged to mark their progress in the schedule. The results of homework are discussed during the second workshop.

Workshop II

The second workshop is based on the knowledge that students have acquire at the first meeting. The participants' task was to create a one common company and producing rocket with Lego Duplo, whose parameters are strictly defined for work cell. The division of tasks is assigned a specific standpoints: Director, Magazine's Manager, Logistic, Quality Controller and employees of work cells. The whole group should do the customer's order as soon as possible with a constant product quality. Factors shorten time are improvements proposed and implemented by the students.

"W minutę do efektu"

STUDIENCKIE KOŁO NAUKOWE "ZARZĄDZANIE"
KATEDRA EKONOMIKI I ZARZĄDZANIA W PRZEMISŁLE
www.konwers.com.pl

ZASADY LEAN

- 1. Celownik ma znaczenie fundamentalne.**
Lepiej nie być pierwszym lepszym. Pracodawcy nie mają, jednak to są Ciepłe zalezy czy otrzymasz wysokie wynagrodzenie.
- 2. Marnotrawstwo.**
Każdego dnia w naszym miejscu pracy się marnotrawimy. Czasem w kucharz, czasem w biurze, w domu staramy się je oszczędzić, czego nie ma tam, gdzie pozwolimy sobie "marnotrawić" czas i energię. W kuchni jedzenie sypie się Ci jak marchewka z lodówkami, na przygotowanie eksperymentu chemicznego... Konsumenci odcinają Cięgnąc przeczki jest "strata". Wymieszaj je!
- 3. Proszona przede wszystkim.**
Są one przydatne, a niekiedy nawet szkodliwe. Rozważaj, czy naprawdę jest potrzebny i eliminuj je, jeśli nie jest. Zwróć uwagę na to, że "nie ma" przesyłać, tylko przesyłać.
- 4. Standardy.**
Spróbuj w wybranym obszarze stworzyć standardy tak samo. Opisz je, napisz i wydrukuj je, jeśli chcesz mieć kontrolę nad tym, jak wygląda Twoja praca. To jest pierwszy i najważniejszy krok w kierunku, który będzie mógł spotęęgować w sposób miły.
- 5. Wszędzie wokół.**
Gdyby tylko nie potrzeba nam nawet nowego narzędzia! Ułóżmy sobie nie tylko swoje biurko czy swój pulpit. Pożądajmy zastosowania Lean w obszarze: w pracy, w domu, w szkole, w życiu rodzinnym czy zaliczając się do siebie.
- 6. Na pierwszy rzut oka.**
Zorganizuj swoje środowisko pracy w taki sposób, aby na pierwszy rzut oka było widoczne, czy standardy zostały zastosowane czy nie.
- 7. Krok za krokiem.**
Każdego dnia robisz swoje zadanie i masz odpowiednik. To Twoje zadanie, perfekcyjne, czyste, sprawnie się i profesjonalnie do niego podchodzić i nie przestać - to Twoje osiągnięcie, Lean to sytuacja i Twoje doświadczenie.

PIELĄCZKI

- 1. "Po co mielibyśmy to robić, to nie dla mnie."**
Bardzo prawdopodobne jest, że podświadomie już korzystasz ze standardów w swoim codziennym życiu nawet jeśli nie wiesz, że zastrzeżenie się na tym. Zorganizowanie pracy zawsze jest łatwiejsze. Dzień po dniu nie spróbuj!
- 2. Osiedlenie na laurach.**
Uważaj na trzęsienie ziemi: przewidywanie sukcesu i utrzymywanie obecnego kursu. Kiedyś się Ci coś udało, poprawiło nie myślisz, że to już koniec. Kontynuuj swoje działania. Z czasem nie będziesz sprawnie Ci nadążających, przestaniesz nieświadomie obserwować i przestajesz, przestajesz i nieświadomie odpuszczasz.
- 3. Korzyści nie widać.**
Lean to proces stałego i stopniowego dokonywania się. Czasami trudno jest dostrzec znaczenia lub wartości w codziennych, drobiazgowych, trudnych i często niełatwych.

"W minutę do efektu"

STUDIENCKIE KOŁO NAUKOWE "ZARZĄDZANIE"
KATEDRA EKONOMIKI I ZARZĄDZANIA W PRZEMISŁLE
www.konwers.com.pl

"W minutę do efektu"

STUDIENCKIE KOŁO NAUKOWE "ZARZĄDZANIE"
KATEDRA EKONOMIKI I ZARZĄDZANIA W PRZEMISŁLE
www.konwers.com.pl

Plan pracy:

- Zanim zabierzesz się do porządkowania zrób zdjęcie przed zmianą.
- Uprządkuj swój pulpit, biurko lub sofę!
- Stwórz harmonogram prac: postaraj się go trzymać!
- Systematycznie i z ręką na sercu sprawdzaj czy danego dnia wykonałeś wyznaczone zadania!
- Po tygodniu zrób zdjęcie po zmianie i podsumuj efekty.

RADY:

- Zanim rozpoczniesz, wyznacz pracę i czas, którym chcesz się zająć. To między standardy się konsolidacja, nie tylko to, co chcesz uporządkować, czy lepiej w Twoim biurku, czy w Twoim domu?
- Na pierwszy rzut oka porządkuj wszystkie przedmioty. To przyniesie wszystkim pracę wszystkim Ciębie, przyniesie ci to tylko, że Ci się nie udało, że nie potrafiłeś się porządkować i tego, czego tak na pierwszy rzut oka nie potrafiłeś, tylko przedstawiło to w inny sposób!

Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek	Sobota	Niedziela
✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗

Legenda:

- ✓ - spełniłeś zadanie w wyznaczonym czasie, z ręką na sercu i z ręką na sercu!
- ✗ - nie udało się, ale nie rezygnuj! Spróbuj jeszcze raz! Nie rezygnuj! Nie rezygnuj!

Figure 1. Workshop materials



Figure 2. Photographs from workshops of project "One minute until the effect"

Each of the improvements was previously discussed and analysed by the entire group. Workshop strengthens the ability to work in a group, appear the leadership skills in individual participant, strengthens the learning skills, sense of initiative and entrepreneurship. In addition the workshop gives the opportunity to practice manual skills and work under time pressure. Each groups participating in the workshop are able to achieve desired results and the rise the challenge. Depending on the age range and the creativity of the participants of the workshop the results could be seen at various levels of the workshop (effects successes work out earlier or later). At the end of the workshop, each participant get a Diploma of Young Coordinator of Lean Management, which proudly received in

front of the group, along with personal congratulations from leaders. We hope that it will remind them about the new skills, and they will use them lifelong.

Conclusion

Within the framework of project was created author's workshops, which were made on the base of tools and methods which are using in the largest production companies. SKNZ students club visited 5 communes belonging to KoronaPółnocnegoKrakowa association. The classes were carried out in ten schools and close to 200 students were taken part in them. In fact that presented issues were new and unknown for participants, they were interested during all workshop and willingly took part in dialogues and tasks. Coordinators of the project got valuable experience concerning project management included: budget plan, making meeting schedules, workshop materials, conducting classes and interactive work with students, which often required going beyond the planned template workshop. The project "One minute until the effect" has been positively received by participants and teachers which ensured the success and the prospect of future development.

References

1. Karl-Heinz Sohn, Lean Management, Books on Demand(2011).
2. Masaaki Imai, Gemba Kaizen. Zdroworozsądkowe, niskokosztowe podejście do zarządzania, MT Biznes, Listopad 2006.
3. Jeffery Liker, Toyota Way, MCGRAW-HILL Professional (2004).

TETIANA BUT

Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Poland

ECONOMIC INSTRUMENTS IN THE DEVELOPMENT OF ECO-INNOVATIONS WITH EXTERNAL FACTORS INFLUENCING

Keywords: economic instruments, eco-innovations, external factors

Introduction

The ecological and economic crisis, which main reason was the type of industrial production, has reached a critical limit of its growth. Further development of the economy, considering the constraints related to the environment should be based only on the basic mechanisms of open stationary systems. For the economic system such an inherent mechanism of development are continuous technological changes given the state of requirements necessary for a balanced and sustainable development. Due to the fact that eco-innovations are the priority for the European Commission¹ and potentially are able to satisfy these requirements, the management system should make it easier to upgrade potential. In the literature there is mainly discourse on the concept of eco-innovations and the opportunities and prospects for their use. In this article the term "eco-innovations" is based on the definition by Eco Innovation Observatory (EIO) and consists of the introduction of new or significantly improved products (good or service), processes, organizational change, or marketing solutions that reduce the use of natural resources (including materials, energy, water and land) and decrease the harmful substances across the whole life cycle². However, there is no in-depth research of economic instruments and the determinants of the effectiveness of the proposed tools in strategies and programs proposed by the countries. Therefore, it was decided to attempt to fill this gap. The main goal of this paper is an attempt to investigate the effectiveness of economic instruments provided on the main preferences of enterprises to introduce eco-innovation.

Economic instruments: definition and classification

In the scientific literature there is no clear definition of the term "economic instruments", but it can be formulated and used by both the narrowly conceived environmental policy, as well as a broad reasoning, that is, within the framework of macroeconomic and sectoral policies³.

B. Poskrobko notes that "economic instruments, the term usually used in a broad context, are the financial tools that indirectly impact on prices (taxes, fees) or shape prices in a direct way (service charge). Economic instruments are tools of indirect regulation and occupy a special place in the system of environmental management⁴".

Economic instruments in works of Z. Malecki – "are usually understood as a fee for use of the environment and as a punishment for violations and as subsidies, funds, loans. These measures are in many cases very difficult to access, but they satisfy an important role in improving the environment"⁵.

T. Panayotou describes economic instruments as any mechanism aimed to change economic conditions by internalising external environmental costs or losses in the environment by modifying the system of incentives⁶.

¹Eco - innovation. When business meets the environment, http://ec.europa.eu/environment/ecoinnovation/discover/programme/index_en.htm

² Introducing eco-innovation: from incremental changes to systemic transformations Eco-Innovation ,Brief, 15 July 2011 http://www.eco-innovation.eu/media/EIO_introduction_brief1.pdf

³ Koncepcja modyfikacji systemu instrumentów ekonomicznych dla ochrony środowiska. Raport końcowy, Wrocław 2003, s. 21.

⁴ B. Poskrobko, Zarządzanie środowiskiem, PWE, Warszawa 1998, s. 237.

⁵ Z. Malecki, Ochrona i zarządzanie środowiskiem, Tom II, Elementy zarządzania środowiskiem naturalnym, Wydawnictwo Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania, Katowice 2000, s. 210.

Based on the classifications of the Organisation for Economic Cooperation and Development, there are presented the following categories of economic instruments (table 1).

Table 1

Classification of economic instruments	
Category	Description of economic instrument
emission fees (ecological)	payment determined by amount and quality of of emitted substance
payment for service	egzample of fee for the use of natural resources and waste collection service
environmentaltaxes	form of surcharge on goods polluting the environment at all stages of existence
administrativefees	fine (penalty), serving for environmental goals
depositsystems	type of fee payable by the purchaser of potentially harmful to the environment good, which is refundable subject to the provision of waste product to a designated location
marketscreating	special kind of market where are emissions trading
environmentalpenalties	foregzample the punishment due to excessive emissions or resource exploitation
ecologicaltableware	financial incentive, used for investments especially harmful to the environment and having to cover the cost of reclamation projects after the completion of the activity, returned in case of fulfillment of the obligations
subsidies	financial support for entities polluting the environment and use its resources (including grants, subsidies appropriate, preferential loans and loan guarantees and tax reductions and exemptions and customs), designed to support their pro-environmental actions
ecologicalinsurance	instrument of market expansion of entities (potential offenders of damage), as well as compensate for the environmental damage for their "victims" or government

Source: ownelaborationbased on J. B.Opschoor, Vos M. B., 1990, Instrumenty ekonomiczne dla ochrony środowiska, OECD-MOCEZNIL, Warszawa

The subsidies are inefficient in the long term, spoil the market, introducing unfair competition. Despite this, it is steel used in economics of all countries, however, after meeting several conditions: a fixed duration of the subsidy and specified the specific purpose of the aid. This kind of support is also for important social entities. Providing subsidies should not cause disturbances at the international market. The economic instruments of command-and-control policy are represented by the environmental quality standards, licenses, legal and administrative permits. It should be noted that the assessment of the real effectiveness of economic instruments in practice is quite complicated. This is related to their exploitation together with the instruments of direct impact (such as command-and control), to the different conditions (different levels of bureaucracy, centralism, etc.), because of the lack of data, in order of achievement a variety of goals - fiscal, stimulating or reducing costs. Period of some economic instruments use is too short to provide a reliable assessment of their effectiveness.

The impact of external factors on the decision for introduction innovations with the selection of effective economic instruments

Decisions taken by the companies in the field of environmentally friendly implementation of innovation may be seen as an aspect of the interaction between the two groups of factors of external nature, that is, economic and market factors and factors of administrative prescriptive⁷. In the first case the motives of market participants in relation to the result of the implementation of eco-innovation depends on economic calculations and market pressure, in the second case - a factor encourages companies to initiate innovative activities are legal and environmental regulations in the form of standards, including the recommendations and orders.

Through the analysis of external factors that potentially have the most significant impact on the implementation of eco-innovation for European companies, can be determined which economic instruments will be most effective. According to research conducted by Gallup in Hungary for the European Commission were interviewed 5222 companies from 27 countries of the European Union⁸. According to companies the main factor in introducing eco-innovation is the future increase of electricity prices. Another factor was the current high prices of electrical equipment and materials. For countries such as Bulgaria and Romania mandatory standards are motivating factor for the implementation of eco-innovation. According to the results of logistic regression analysis, a factor that positively impact on the introduction of eco-innovation was a growing market demand for "green" product. According to the research, existing environmental standards were not a factor conducive in encouraging entrepreneurs to take eco-innovation. The current high prices of materials and access to grants and tax benefits have a positive effect on the dependent variables in the model describing the analyzed factors affecting to organizational susceptibility to eco-innovations in enterprises⁹.

⁶ T. Panayotou, 1998. Instruments of Change: Motivating and Financing Sustainable Development, Earthscan Publications, London.

⁷ A. Leszczyńska : Absorbacja innowacji ekologicznych w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo UMCS, Lublin 2011.

⁸ Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation. Analytical report. Flash Eurobarometer, 315, 2011.

⁹ T. Kijek External Conditions Influencing the Implementation of Eco-innovations In European Enterprises, Rocznik Ochrona Środowiska Volume/ Tom 15. Year/Rok 2013 ISSN 1506-218X 659-670

Conclusion

In summary, economic instruments are financial tools aimed to change economic conditions by internalising external environmental costs or losses by modifying the system of incentives. Due to the classification there are instruments of indirect and direct influence.

The main factors for enterprises to introduce eco-innovations were future increase of electricity prices, current high prices of electrical equipment and materials, mandatory standards, growing market demand for "green" product, access to grants and tax benefits. Existing environmental standards were not a factor conducive in encouraging entrepreneurs to take eco-innovation.

Based on the above, instruments of economic policy of command-and-control type have a lower economic efficiency, as evidenced by the low motivation of enterprises to implement eco-innovation, unwieldy administrative apparatus, the difficulty in proving the resulting violations, the possibility of corruption. The use of economic instruments, such as eg. ecological fees and financing instruments allow for the accumulation of funds and then are used to finance ecological investments.

References

1. Leszczyńska, Absorbpcja innowacji ekologicznych w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2011.
2. Attitudes of European entrepreneurs towards eco innovation. Analytical report. Flash Eurobarometer, 315, 2011.
3. Poskrobko, Zarządzanie środowiskiem, PWE, Warszawa 1998, s. 237.
4. Ecoinnovation. When business meets the environment, http://ec.europa.eu/environment/ecoinnovation/discover/programmme/index_en.htm
5. Introducing eco-innovation: from incremental changes to systemic transformations Eco-Innovation, Brief, 15 July 2011 http://www.ecoinnovation.eu/media/EIO_introduction_brief1.pdf
6. J. B. Opschoor, Vos M. B., 1990, Instrumenty ekonomiczne dla ochrony środowiska, OECD-MOEZNiL, Warszawa.
7. Koncepcja modyfikacji systemu instrumentów ekonomicznych dla ochrony środowiska. Raport końcowy, Wrocław 2003, s.21.
8. T. Kijek, External Conditions Influencing the Implementation of Eco-innovations in European Enterprises, Rocznik Ochrona Środowiska, Volume 15. Year 2013 s.659–670.
9. T. Panayotou, 1998. Instruments of Change: Motivating and Financing Sustainable Development, Earthscan Publications, London.
10. Z. Małecki, Ochrona i zarządzanie środowiskiem, Tom II, Elementy zarządzania środowiskiem naturalnym, Wydawnictwo Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania, Katowice 2000, s. 210.

F. FIRMANSYAH, C. DREBENSTEDT
TU Bergakademie Freiberg, Germany

PROJECT VALUATION OF BAUXITE BENEFICIATION IN INDONESIA

Abstract

Although mining in Indonesia has been running since the Dutch colonial era, but most are as far as the exploitation of minerals without processing to add value. Efforts to increase the added value of mineral and coal has been mandated by the Government of Indonesia in Law Number 4 of 2009 concerning to Mineral and Coal Mining which stated that all of mining license permit and contract of work holders were forbidden to export their raw mineral material and obliged to process it in Indonesia. The aim of this research is to evaluate the feasibility of bauxite beneficiation in Indonesia. The methodology contains three stages and each stage contains more detailed steps. Firstly, we will collect and choose the possible bauxite beneficiation project. Secondly, selected project valuation of bauxite beneficiation will be conducted using Net Present Value (NPV), modified Internal Rate of Return (MIRR) and discounted payback period (DPP) as decision criteria. Finally, sensitivity analysis of the project will be also conducted. The result suggested that based on historical demand of the bauxite products, the possible bauxite beneficiations are Smelter-Grade Alumina (SGA) refinery and Chemical-Grade Alumina refinery. The valuation of SGA refinery project resulted NPV @9% US\$ 501 millions, MIRR 11.24% and DPP 9.2 years. Meanwhile, CGA refinery project valuation resulted NPV @9% US\$ 187 millions, MIRR 10.91%, and DPP 10.06 years. Both of the projects are feasible because their NPVs are positive, MIRRs are higher than discount factor (9%), and DPPs are shorter than project's lifetime (20 years). Sensitivity analysis of the project indicated that the most sensitive parameter is the selling price of alumina and followed by operating cost and investment. The result from this research confirmed the feasibility of bauxite beneficiation in Indonesia.

Keywords: bauxite, project valuation, beneficiation, sensitivity analysis

Introduction

Although mining in Indonesia has been running since the Dutch colonial era, but most are as far as the exploitation of minerals without processing to add value. For example, Indonesia still import 100% of the needs of

alumina for domestic aluminium smelter while until early 2014 the mined bauxite-ores mostly are exported overseas, especially to China and Japan to be processed there. Efforts to increase the added value of mineral and coal has been mandated by the Government of Indonesia in Law Number 4 of 2009 concerning to Mineral and Coal Mining which stated that all of mining license permit and contract of work holders were forbidden to export their raw mineral material and obliged to process it in Indonesia. This law became the gate for mineral beneficiation such as bauxite and down-stream industry development in Indonesia.

Methodology

The aim of this research is to evaluate the feasibility of bauxite beneficiation in Indonesia. The first stage is collecting and choosing the possible bauxite beneficiation project. The next stage is economic analysis and will be conducted using discounted cash-flow (DCF) method. The opportunity cost or discount rate will be calculated using weighted average cost of capital (WACC). The project valuation will be evaluated using net present value (NPV), modified internal rate of return (MIRR) and discounted payback period (DPP). Sensitivity analysis will be also conducted to find the significant parameter of the project.

Bauxite Beneficiation

Bauxite can be beneficiated as calcined products, chemical products, cement products, special products and alumina production [1]. Almost 85% of mined bauxite is converted into aluminium metal while 10% goes to nonmetal uses in various forms of alumina and the remaining 5% goes to nonmetallurgical-grade bauxite application. The market for nonmetallurgical-grade bauxite is mature and only consumes five million tons of this product. On the other side, the market for alumina production still grows significantly. For example, in 2015 the world aluminium production which needs alumina growth from 50 million tons to 58 million tons [2]. This amount of aluminium production approximately need about 116 million tons of alumina.

Based on the aforementioned demand, it is suggested to build alumina refinery in order to beneficiate bauxite. There are two type of alumina refinery namely smelter-grade alumina (SGA) refinery and chemical-grade alumina (CGA) refinery. SGA refinery produces alumina for feeding aluminium smelter, while CGA refinery produces alumina for non-metal purposes such as refractory, abrasive and chemical product.

Project Valuation

The refinery project valuation will be conducted using discounted cash-flow (DCF) method. The opportunity cost or discount rate will be calculated using weighted average cost of capital (WACC). Weighted Average Cost of Capital (WACC) is calculated using the formula:

$$WACC = \frac{E}{V} \cdot Re + \frac{D}{V} \cdot Rd(1 - Tc) \quad (1)$$

E = market value of the firm's equity E/V = percentage of financing from equity
D = market value of the firm's debt D/V = percentage of financing from debt
V = E + D Tc = corporate tax rate
Rd = cost of debt
Re = cost of equity
Risk Free Rate + (Beta x Equity Risk Premium) + Country Risk Premium + Specific Risk

The project valuation will be evaluated using net present value (NPV), modified internal rate of return (MIRR) and discounted payback period (DPP). The formula of NPV is denoted as follows:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (2)$$

Instead of using the regular or simple internal rate of return (IRR), this research use the modified IRR for more accurate result [3]. The formula of the MIRR is denoted as follows:

$$MIRR = \left(\frac{TV}{IB} \right)^{1/n} - 1 \quad (3)$$

We also prefer to use discounted payback period (DPP) rather than the regular payback period (PP) [4]. Discounted Payback Period (DPP) is the period, Nd for which:

$$\sum \frac{C_t}{(1+k)^t} = C_0 \quad (4)$$

where:

Ct = net cash inflow during the period Co= initial investment
r = discount rate, t = number of time periods
IB= The project's investment base TV=The project's terminal value
k = cost of capital
Decision criteria:

1. If NPV > 0 then the project is accepted; if NPV < 0 then the project is rejected; if NPV = 0 the project can be accepted or rejected.

2. If MIRR is higher than discount rate than the project is acceptable.

3. If DPP is shorter than life time of the project than the project is acceptable.

In this research, the WACC is calculated based on the following basic data: the proportion of debt in this project is 70% and the rest is from equity; the loan rate is 7%; Risk Free Rate is 7.15% [5]; Beta (β) is 1.06 [6]; Equity Risk Premium is 7.5%; Country Risk Premium is 0; Specific Risk is 2%; Corporate tax rate is 25%.

$$\text{WACC} = (0.3 \times (7.15\% + (1.06 \times 7.5\%) + 2\%)) + (0.7 \times 7\%(1 - 25\%)) = 5.13\% + 3.675\% = 8.805\% \approx 9\%$$

There are two options of alumina refinery namely Smelter Grade Alumina (SGA) and Chemical Grade Alumina (CGA). The project valuation is calculated based on this assumptions:

1. Total investment for SGA is US\$ 1 billion and CGA is US\$ 450 million

2. The net cashflow (Gross Revenue of Savings - Operating Expenses - Tax Costs) for SGA is US\$ 164,476,300 and for CGA is US\$ 69,836,700.

3. SGA selling price of US\$380/metric ton, CGA-commodity selling price of US\$455/metric ton and CGA-Specialty selling price of US\$971/metric ton.

4. The lifetime of the project is 20 years.

Table 1

Smelter Grade Alumina (SGA) Project Valuation (in thousand USD)

	Cash Flow	Cumulative Cash Flow	Discounted Cash Flow	Cumulative Discounted Cash Flow	Future Value Factor	Future Value of Positive Cash Flow
0	-1,000,000.00	-1,000,000.00	-1,000,000.00	-1,000,000.00		
1	164,476.30	-835,523.70	150,895.69	-849,104.31	5.14	845,681.42
2	164,476.30	-671,047.40	138,436.41	-710,667.90	4.72	775,854.51
3	164,476.30	-506,571.10	127,005.88	-583,662.02	4.33	711,793.13
4	164,476.30	-342,094.80	116,519.16	-467,142.86	3.97	653,021.22
5	164,476.30	-177,618.50	106,898.31	-360,244.55	3.64	599,102.04
6	164,476.30	-13,142.20	98,071.84	-262,172.71	3.34	549,634.90
7	164,476.30	151,334.10	89,974.17	-172,198.54	3.07	504,252.20
8	164,476.30	315,810.40	82,545.11	-89,653.43	2.81	462,616.70
9	164,476.30	480,286.70	75,729.46	-13,923.97	2.58	424,418.99
10	164,476.30	644,763.00	69,476.57	55,552.59	2.37	389,375.22
11	164,476.30	809,239.30	63,739.97	119,292.56	2.17	357,224.97
12	164,476.30	973,715.60	58,477.04	177,769.60	1.99	327,729.33
13	164,476.30	1,138,191.90	53,648.66	231,418.26	1.83	300,669.11
14	164,476.30	1,302,668.20	49,218.95	280,637.21	1.68	275,843.22
15	164,476.30	1,467,144.50	45,155.00	325,792.21	1.54	253,067.18
16	164,476.30	1,631,620.80	41,426.61	367,218.82	1.41	232,171.72
17	164,476.30	1,796,097.10	38,006.06	405,224.88	1.30	213,001.58
18	164,476.30	1,960,573.40	34,867.95	440,092.82	1.19	195,414.29
19	164,476.30	2,125,049.70	31,988.94	472,081.76	1.09	179,279.17
20	164,476.30	2,289,526.00	29,347.65	501,429.42	1.00	164,476.30
Σ			501,429.42			8,414,627.19

NPV = US\$ 501,429,420;

$$\text{MIRR} = \left(\frac{8,414,627.19}{1,000,000} \right)^{1/20} - 1 = 11.24\%; \text{ DPP} = 9 + (13,923.97/69,476.57) = 9.2 \text{ yrs.}$$

Table 2

Chemical Grade Alumina (CGA) Project Valuation (in thousands USD)

	Cash Flow	Cumulative Cash Flow	Discounted Cash Flow	Cumulative Discounted Cash Flow	Future Value Factor	Future Value of Positive Cash Flow
0	-450,000.00	-450,000.00	-450,000.00	-450,000.00		
1	69,836.70	-380,163.30	64,070.36	-385,929.64	5.14	359,076.64
2	69,836.70	-310,326.61	58,780.15	-327,149.49	4.72	329,428.11
3	69,836.70	-240,489.91	53,926.74	-273,222.74	4.33	302,227.62
4	69,836.70	-170,653.21	49,474.08	-223,748.66	3.97	277,273.05
5	69,836.70	-100,816.52	45,389.06	-178,359.60	3.64	254,378.94
6	69,836.70	-30,979.82	41,641.34	-136,718.26	3.34	233,375.18
7	69,836.70	38,856.88	38,203.06	-98,515.20	3.07	214,105.67
8	69,836.70	108,693.58	35,048.68	-63,466.51	2.81	196,427.22
9	69,836.70	178,530.27	32,154.76	-31,311.76	2.58	180,208.46
10	69,836.70	248,366.97	29,499.78	-1,811.98	2.37	165,328.86
11	69,836.70	318,203.67	27,064.01	25,252.03	2.17	151,677.85
12	69,836.70	388,040.36	24,829.37	50,081.40	1.99	139,153.99
13	69,836.70	457,877.06	22,779.24	72,860.64	1.83	127,664.21
14	69,836.70	527,713.76	20,898.38	93,759.03	1.68	117,123.13
15	69,836.70	597,550.46	19,172.83	112,931.86	1.54	107,452.41
16	69,836.70	667,387.15	17,589.75	130,521.61	1.41	98,580.20
17	69,836.70	737,223.85	16,137.39	146,659.00	1.30	90,440.55
18	69,836.70	807,060.55	14,804.94	161,463.94	1.19	82,972.98
19	69,836.70	876,897.24	13,582.52	175,046.45	1.09	76,122.00
20	69,836.70	946,733.94	12,461.02	187,507.48	1.00	69,836.70
Σ			187,507.48			3,572,853.77

$$NPV = \text{US\$ } 187,507,480; \text{ MIRR} = \left(\frac{3,572,853.77}{450,000} \right)^{1/20} - 1 = 10.91\%; \text{ DPP} = 10 + (1,811.98/27,064.01) = 10.06 \text{ yrs}$$

Table 3

Summary of Project Valuation

Project	Decision Criteria			Result
	NPV > 0	MIRR > 9%	DPP < 20 yrs	
SGA Refinery	US\$ 501,429,420	11.24%	9.2 yrs.	Feasible
CGA Refinery	US\$ 187,507,480	10.91%	10.06 yrs	Feasible

Sensitivity Analysis

Sensitivity analysis is conducted to find the significant parameter of this project. The analysis begins by changing the value of three parameters namely alumina price, investment and operating cost from -20% until 20% of the original value (Table 4 and 5). The result indicated that parameters in sensitivity order are alumina price, investment and operating cost (Fig. 1 and 2).

Table 4

Sensitivity Analysis of SGA Project

	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Alumina Price									
Modified IRR	7.83%	8.89%	9.78%	10.55%	11.24%	11.85%	12.40%	12.91%	13.38%
NPV (\$mio.)	(\$194.3)	(\$20.3)	\$153.6	\$327.5	\$501.4	\$675.4	\$849.3	\$1,023.2	\$1,197.2
Investment									
Modified IRR	12.49%	12.15%	11.83%	11.52%	11.24%	10.97%	10.71%	10.46%	10.23%
NPV (\$mio.)	\$701.4	\$651.4	\$601.4	\$551.4	\$501.4	\$451.4	\$401.4	\$351.4	\$301.4
Operating Cost									
Modified IRR	12.45%	12.17%	11.88%	11.57%	11.24%	10.89%	10.52%	10.12%	9.70%
NPV (\$mio.)	\$866.3	\$775.1	\$683.8	\$592.6	\$501.4	\$410.2	\$318.9	\$227.7	\$136.5

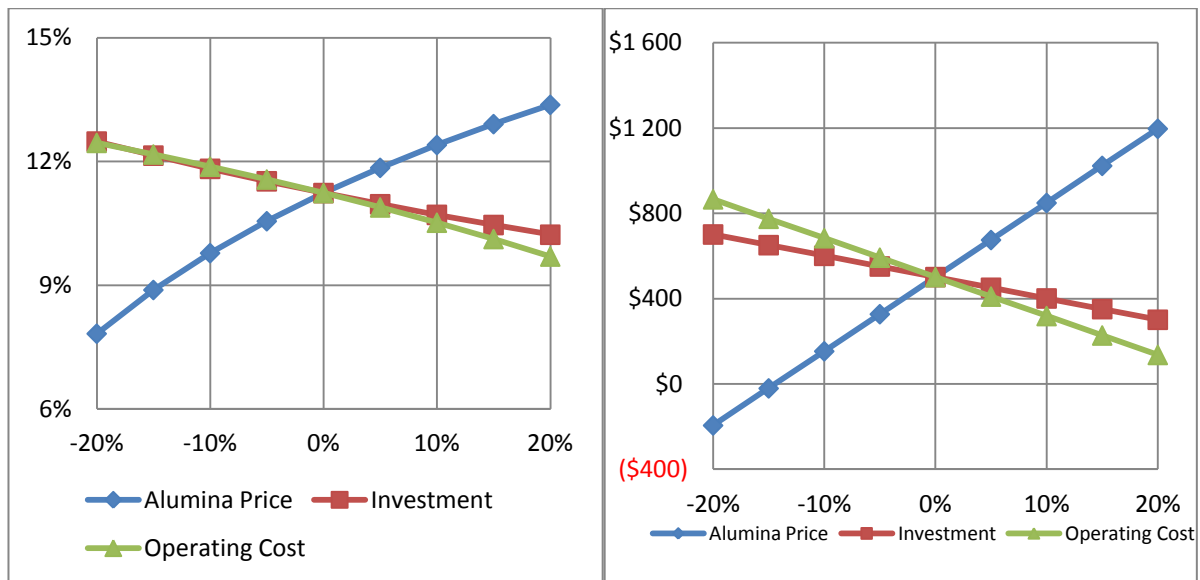


Figure 1. Diagram of Sensitivity Analysis of SGA Project

Table 5

Sensitivity Analysis of CGA Project

	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Alumina Price									
Modified IRR	8.5%	9.2%	9.8%	10.4%	10.9%	11.4%	11.8%	12.2%	12.6%
NPV (\$mio.)	(\$36.4)	\$19.6	\$75.6	\$131.5	\$187.5	\$243.5	\$299.5	\$355.4	\$411.4
Investment									
Modified IRR	12.2%	11.8%	11.5%	11.2%	10.9%	10.6%	10.4%	10.1%	9.9%
NPV (\$mio.)	\$277.5	\$255	\$232,5	\$210	\$187,5	\$165	\$142,5	\$120	\$97,5
Operating Cost									
Modified IRR	11.7%	11.5%	11.3%	11.1%	10.9%	10.7%	10.5%	10.2%	10.0%
NPV (\$mio.)	\$283.9	\$259.8	\$235.7	\$211.6	\$187.5	\$163.4	\$139,3	\$115,2	\$91,1

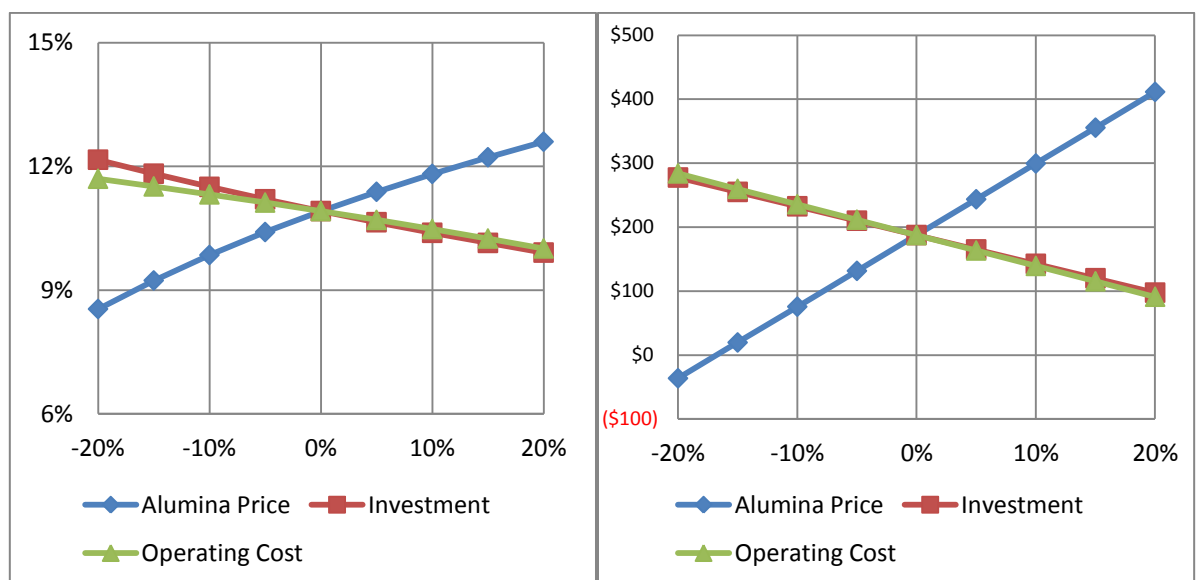


Figure 2. Diagram of Sensitivity Analysis of CGA Project

Conclusion

In this research, we have conducted project valuation of SGA and CGA refinery and also sensitivity analysis. Project valuation of SGA and CGA refinery resulted that the projects are feasible. Sensitivity analysis of the

project indicated that the most sensitive parameter is the selling price of alumina and followed by operating cost and investment. The result from this research confirmed the feasibility of bauxite beneficiation in Indonesia.

References

1. V. G. Hill dan E. D. Sehnke, "Bauxites," in *Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses*, Littleton, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., 2006, pp. 227-261.
2. US Geological Survey, "Mineral Commodities Summary," 2016.
3. H. Kierulff, "MIRR: A better measure," *Business Horizons*, vol. 51, pp. 321-329, 2008
4. S. B. Bhandari, "DISCOUNTED PAYBACK PERIOD-SOME EXTENSIONS," in *Proceedings of ASBBS*, Las Vegas, 2009.
5. Bank Indonesia: Auction of Bank Indonesia Certificate (SBI)," 15 December 2015. [Online]. Available: <http://www.bi.go.id/en/moneter/lelang-sbi/Default.aspx>.
6. "Reuters: Finance, Stocks, Financial," 3 February 2016. [Online]. Available: <http://www.reuters.com/finance/stocks/financialHighlights?symbol=PAEK.FPK>.

D. GEORGIEV, I. KOPREV

QUALITY AND QUANTITY MANAGEMENT OF COMPLEX ORE IN OPEN PIT MINES

Introduction

In the modern market economy quality is the main competitive advantage of any organization.

In the center of the strategy for quality management must stand the directivity to the client because his requirements are the quality criteria. In ensuring product quality should include all units and all employees of the organization. Another important element in quality management is continuous improvement. If it is necessary to give a definition of quality management, it would look like this: The quality management is purposeful and planned impact on the activities of all divisions of the enterprise associated with the formation, maintenance and improvement of the quality in order to achieve maximum satisfaction of users requirements at the lowest possible expenses.

Mining for its intended purpose does not improve the natural grade profile of a mineral deposit. However, the process of managing the quality of the extracted mineralised material can be achieved by carefully manipulating the ore tonnages coming from different parts of the deposit and at different times during mining. Thus is achieved an averaged quality of the produced raw material. This is a mandatory condition to ensure optimum processing downstream.

The ore quality management is achieved through long-term mine planning starting with the scheduling of the mining operations, the mining method selection, the pit configuration, the mining techniques and the equipment selection. This is a continuous process that continues during the operations management.

The long-term planning starts from the estimated tonnages and headgrades over the entire project life. It is necessary to select such a direction of mining and sequencing of production blocks and areas that ensures the desired ore tonnages and headgrades.

In terms of complex deposits, this is a critical stage in the management of ore quality and ensures the initial stability in tonnages and grades. The selected mining method and mining and haulage equipment have the most profound effect on the ore quality management.

The mining operations are one of the most important factors in the ore quality management process. The mining methods must be very flexible to ensure not only the required tonnage but also the required quality of the ore.

Mining and loading can be bulk or selective. Bulk mining leads to significant ore dilution due to the inclusion of low grade material and waste rock. A simple or a complex method can be used for achieving selective ore mining and loading. The simple method involves selective mining and loading across a single face without sorting in height. The complex method of selective mining involves selective ore mining across the entire mining face. The selective mining method is based on the selective mining of high-grade and low-grade material across the resultant blast pile. Selective mining ensures high quality material but reduces the production efficiency of the mining equipment by 10 to 30%.

The development of complex deposits requires that benches should be designed and mined at smaller heights. This requirement ensures that more consistent ore quality will be achieved. This will reduce the drilling and blasting efficiencies but it will be offset by the improved grade profile of the mined ore.

Ore haulage can also have a significant impact on the quality of ore significantly. The key factors are the capacity and the mobility/flexibility of the haulage equipment. Truck-based haulage is the preferred material handling option for complex deposits. It offers material handling based on individual material streams depending on the grade and its maneuverability facilitates the management of the quality of the process plant feed.

Averaging the quality of the mined ore on intermediate stockpiles means blending material having different metal grades to achieve the desired headgrade of the process plant feed.

In addition to that, the intermediate stockpiles can act as buffer stocks accommodating mined material that does not have the desired quality.

The success of quality management depends on the selection of an optimal technology.

Management activities in the conduct of mining in terms of polymetallic open mines

Quality management of polymetallic ores is a combination of the management of all individual processes in the conduct of mining activities. A process is any activity in the organization and work in an open pit mines. The quality of the final product depends on the quality of each process and the interdependence of the processes most major of which are:

- Drilling and Blasting
- Excavation and Loading
- Haulage

1.1 Management of Drilling and Blasting Operations

Drilling and blasting is an essential part of the process of preparing the mine rock for extraction in open pit mining. This especially applies to the complex deposits in connection with the specific physical-mechanical properties of the complex ore.

A pneumatic drill rig will drill the small diameter blast holes. Thus will improve the flexibility of drill and blast management.

A NONEL system will be used for the blasting of the rock. This method is the safest and most easily manageable one. The NONEL MS and NONEL UNITED millisecond detonators are suitable for open pit and quarry blasting as they allow to manage the direction of the air blast and the amount of explosive initiated per delay interval or "series".

2.2 Management of Excavation and Loading Operations

The blasted complex ore will be loaded by an all-purpose hydraulic backhoe excavator. The excavator will operate at a frontal face with blasted ore, which will be mined selectively. An important condition for efficient management of ore quality and excavator production is to ensure a compact and well-broken rock pile with fragment size of 300-600 mm and 3-5% of oversizes.

2.3 Management of Haulage Operations

Considering the operating conditions, the mining rate, the properties of the material, the climatic conditions and the haulage distances, the selection is based on off-road end dump trucks. The haulage equipment selection is based on the following advantages:

- high maneuverability;
- mobility and high speed;
- minimum amount of access ramp construction due to the ability of the truck to negotiate steep grades (gradeability).

The complex ore will be hauled to the crushing plant.

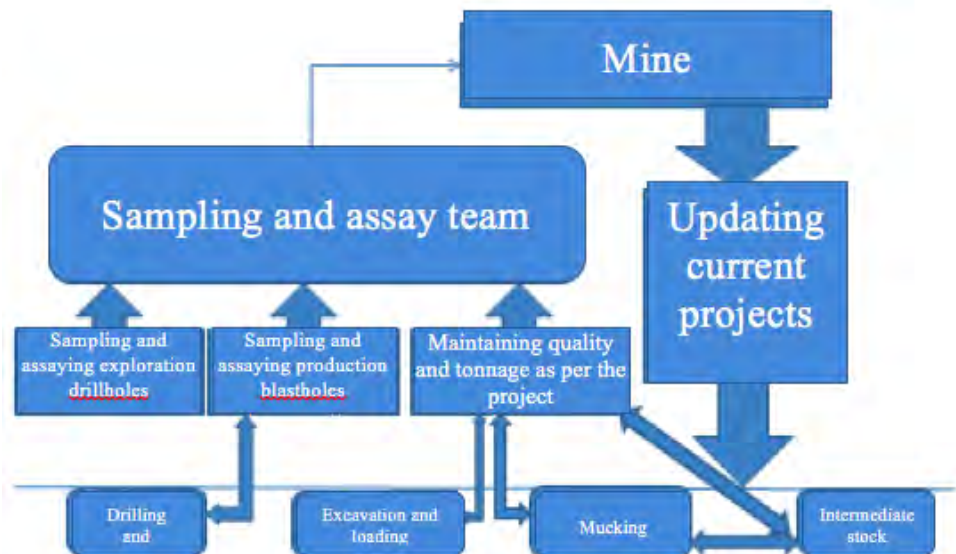


Figure 1. A sample quality management system for complex mineral deposits

2.4 Measures for the implementation of quality management.

The measures for the implementation of quality management and volume of the extracted ore during the first year of operation of the mine is controlled selective mining of the mineral resource. Selective mining is a system of technical, technological and organisational solutions that ensures minimum ore loss and dilution. The measures for implementation of a system for management of ore quality and tonnage during the mine construction will include:

1. Distribution of mining operations in space and time – creating and maintaining mining schedules;
2. Mine planning. The process of mine planning should first and foremost focus on the production areas that can deliver the desired ore tonnage with the desired quality.
3. Flexibility in the designing and development of permanent pit ramps to minimise potential ore losses.

4. Maintain primary geological and survey records that are intended to provide reliable information about the quality and tonnage of the mined ore and ore body delineation.
5. Ensure selective mining of the ore by performing specialised blasts based on individual blasting projects for each blast.
6. Assure the quality and tonnage of the mined ore during excavation and loading when blasting multiple faces.
7. Quality management during ore haulage.
8. Update of the block models of the different domains to reflect the most recent data from geophysical surveys and exploration blast hole sampling.

Figure shows a sample quality management system for complex mineral deposits. In contrast to the traditional quality management system, here we have a sampling and assay team. The team will consist of:

- A geologist, who will update the geological database using the actual results from the assays of the blast hole samples;
 - A mine/sampling technician, who will be responsible for the collection of representative samples from exploration blast holes;
 - An assay/laboratory technician, who will perform the assays on the samples from exploration blast holes;
- The sampling and assay team will actively participate in the day-to-day planning of the mining operations.

Main conclusions

1. The quality management of raw material is achieved with long-term planning of mining operations in designing timetable for the seizure of mineral, selected system development, ways of detecting mine field, the technology of mining and selected mechanization and ongoing process that continues throughout the operational management.
2. The group of sampling and analysis actively participate in the development of current plans to conduct mining operations. It must carry out and control the execution of mining operations, promptly inform the chief engineer of the mine for adjusting the current work plans of individual units involved in quality assurance and volume of the extracted ore.

References

1. Konstantinov G., Quality management of production in open pit mines, Sofia, 1997.

KRISTÓF MÁRTON SZOMBATI

Lappeenranta University of Technology, Finland

MODELLING OF SOIL USING DISCRETE ELEMENT METHOD AND POSSIBLE APPLICATIONS IN PRODUCT DEVELOPMENT

Introduction

During the engineering job, especially in particular fields, it is common to deal with materials with discrete structure. The behavior of these materials is influenced by their discrete structure, not by the deformation of the particles. The conventional continuum mechanical methodologies can handle these problems only very limitedly. With the development of the computer technology the numerical methods came into view as well. We can talk about a discrete element model when it is made of clearly separated elements, each of them has degrees of freedom and the model follows their finite displacement and connections can occur and cease among them. (Bagi, 2007)

These properties make this method appropriate for modelling soil although validation of the model is required. This can be done by multiple ways, one of them is the shear box test. In this measurement the force required to shear the material is measured at different normal preloads. The curve fitted on the maximal shear force points which are belonging to each preload defines the Coulomb curve of the given material sample. This way the cohesion c and the inner friction angle ϕ can be determined as shown on figure 1. (Verruijt, 2006) This test can be done also by discrete element method. This way the properties of the model can be set as the behavior of the material be as close to the original one as possible.

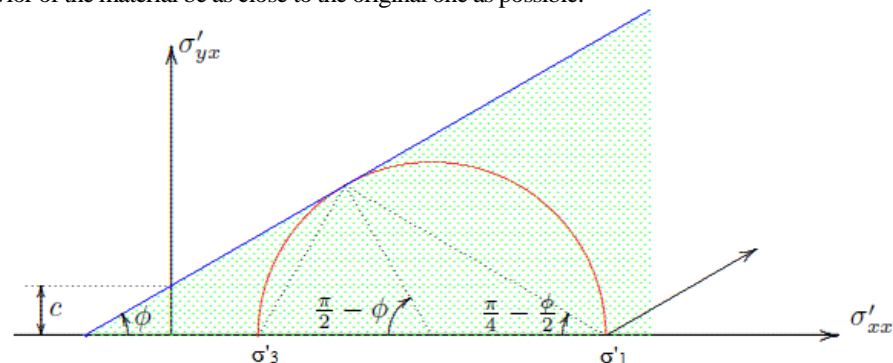


Figure 3. The Mohr circle and the Coulomb envelope. (Verruijt, 2006) [edited]

Theory of the discrete element method

In 3D case mainly sphere shaped elements are used. The creation of the elements can be classified into two groups: dynamical and constructional processes. In the first case the elements are compacted some way, in the second one the elements are created by geometric calculations, they are grown into the desired volume. (Bagi, 2007)

The displacement of each element reference point can be written into a vector, called displacement vector:

$$\mathbf{u}^p(t) = [u_x^p(t) \quad u_y^p(t) \quad u_z^p(t) \quad \varphi_x^p(t) \quad \varphi_y^p(t) \quad \varphi_z^p(t)]^T \quad (1)$$

where $\mathbf{u}^p(t)$: displacement vector of particle p;

$u_{x,y,z}^p(t)$: displacement in x, y, z direction of particle p;

$\varphi_{x,y,z}^p(t)$: rotation about x, y, z axes of particle p.

The displacement vector of the whole system can be constructed as a combination of each element displacement vector. By differentiating the displacement vector with respect to time the velocity and the acceleration vectors can be calculated. Using them the equation of motion of particle p can be expressed as follows:

$$M^p a^p(t) = F^p(t, u(t), v(t)) \quad (2)$$

where M^p : mass matrix of particle p;

$a^p(t)$: acceleration vector of particle p;

$F^p(t, u(t), v(t))$: vector of external forces affecting on particle p.

The equation of motion of the whole system is made the same way and consists the hyper vectors and matrix made as a combination of the particle wise ones. (Bagi, 2007) The equation is solved by explicit numerical method. It allows fast calculation but overestimates the displacements. Consequently, damping has to be applied to the system. The external forces are caused by the impact of other elements and the possible bonds between them. Each particle has its own normal and shear stiffness which acts only in compression. If cohesion is also present in the system bonds have to be used. There are two type of bonds: moment bearing and only tension bearing. These bonds are also defined as springs with stiffness. (Itasca Consulting Group Inc., 2008)

Shear box measuring and modelling

To determine the cohesion and friction angle of the soil sample a direct shear box test was executed at three different axial preload. The same process was done within the discrete element model. The shear box test of the discrete element model is shown on figure 2. The black lines represent the bonds between the elements. The DEM test was done through many iterations in aim to approach the original properties.

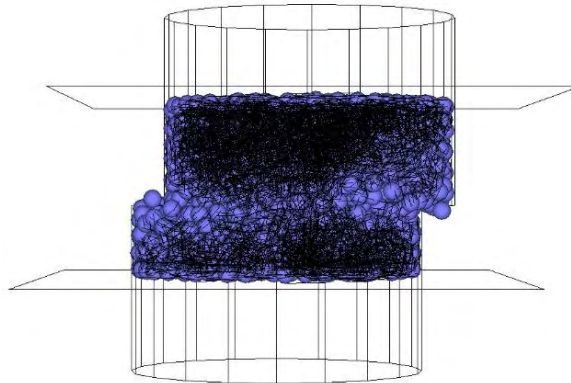


Figure 4. Shear box test in DEM

The Coulomb curves made based on the measurement data and the DEM model are shown on figure 3. Based on this the c cohesion and ϕ friction angle of the soil are 17096 Pa and 29.8° respectively. The same properties of the discrete element model are 27876 Pa and 26.5° .

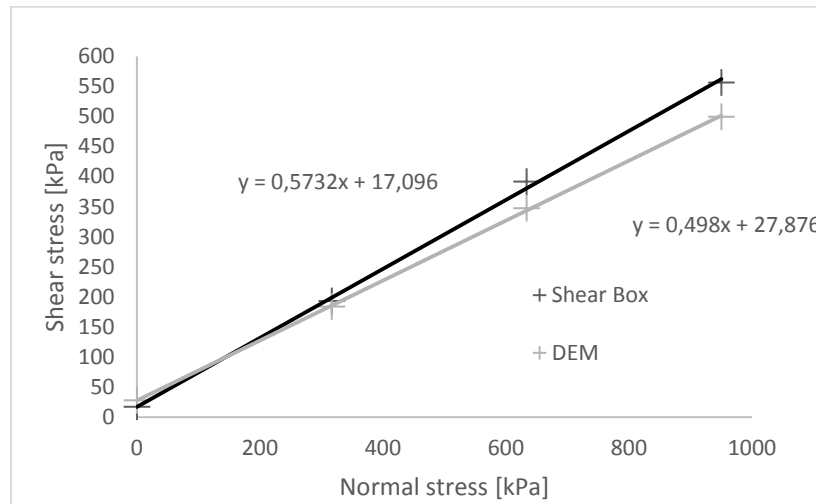


Figure 5. Coulomb curves

Fields of application

A possible application field of this method is the agricultural machinery. The effect of the farm cultivator tools on the soil structure, the drag force etc. can be investigated this way. (Kornél, et al., 2013) These studies then can be used to optimize the geometry of the tool for different type of soils or to export the force data to a finite element software where also strength analysis and optimization can be done. Other applications are the study of the bucket of excavators or tools of other mining machines. In that case the bucket forces and the material flow during the filling process can be studied. (Coetzee, et al., 2006)

Summary

In this paper discrete element method was used to model natural soil. To determine the properties of the soil sample direct shear test was done. The same shear test was modelled by discrete element method for the purpose of iterative validation of the created model. Based on these tests the Coulomb curves were created and used as a point of comparison. Finally, two fields of application were presented and future possibilities were mentioned.

References

1. Bagi, Katalin. 2007. A diszkrét elemek módszere. Budapest : BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, 2007. pp. 5-46.
2. Coetzee, C. J., Basson, A. H. and Vermeer, P. A. 2006. Discrete and continuum modelling of excavator bucket filling. Journal of Terramechanics. 2006, Vol. 44, pp. 177-186.
3. Itasca Consulting Group Inc. 2008. Particle Flow Code in 3 Dimensions Theory and Background Version 4.0. Minneapolis : Itasca Consulting Group Inc., 2008.
4. Kornél, Tamás, Jóri, J. István and Mouazen, Abdul M. 2013. Modelling soil-sweep interaction with discrete element method. Soil and Tillage Research. November 2013, Vol. 134, pp. 223-231.
5. Verruijt, Arnold. 2006. Soil mechanics. [Online] 2006. <http://geo.verruijt.net>.

MARCIN DREWNIAK, MARCIN SZCZUREK
Technical University of Silesia, Gliwice, Poland

THE ACTIVITIES OF STUDENT SCIENTIFIC GROUPS AT THE FACULTY OF MINING AND GEOLOGY AT THE SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN GLIWICE

Summary:

This paper presents the structure of the Faculty of Mining and Geology at the Silesian University of Technology in Gliwice, fields of study, specializations and organizational units. The further part of the paper provides details of the student scientific groups being active at the Faculty of Mining and Geology and scientific achievements of their participants.

1. Introduction

Faculty of Mining and Geology of the Silesian University of Technology offers education in 13 specialties on 2 fields of study: Mining & Geology and Safety Engineering. After completing three common for each direction semesters, students can continue their education on specialties such as: Electrical Engineering & Automation in Mining, Underground Construction & Surface Protection, Mining Engineering & Waste Management, Mine Survey, Mining Geology & Exploration, Environment Protection on Mining Areas, Mining, Building & Road Construction Machinery, Processing of Solid Minerals & Marketing, Geotourism, Management in the Mining Industry being managed on the direction Mining & Geology. The Safety Engineering direction manages following studying specialties: Technology and the Organization of Occupational Health and Safety, Protection Engineering & Crisis Management, Water Management and Flood Risks.

Specialties are provided by following internal structures: Department of Electrical Engineering and Automation in Mining, Institute of Mining Mechanisation, Department of Mining Management and Safety Engineering, Department of Geomechanics, Underground Construction and Surface Protection, Department of Mineral Processing and Waste Management, Institute of Mining Engineering, and in the Institute of Applied Geology. A separate unit is the Museum of Deposit Geology in Memorial of Czesław Poborski.

The most of these structures host student scientific groups such as: "Agrimensor", "Safe Longwall" (tutor: assistant professor Aneta Grodzicka), "The Fuse" – occupational health and safety area range (tutor: assistant professor Adam Duda), "Geotourist", "Gwarek" (old fashioned – a miner), "Machinery Construction and Engineering" and "Silesian".

Attending to the student research groups is not obligatory. They are opened for ambitious students from different specialties and directions, who want to extend their knowledge in the different aspects of mining.

2. The activities of the student scientific groups at the Faculty of Mining and Geology of the Silesian University of Technology in the year 2012

Participants of the student scientific groups from the Faculty of Mining and Geology participated in many conferences, seminars and research trips in order to develop their knowledge.

Students from the "Agrimensor" student scientific group took a part in the VII National Conference of Geodesy of Students' Research Groups under the patronage of the Dean of the Faculty of Mining and Geology, prof. eng. Marian Dolipski, where the papers presented by the members of this group, won the third place and honorable mention in the competition for the best paper. The conference was held on 12-13 April 2012. Students also participated in the seminar of the Local Group of Polish Surveyors in Gliwice on 7 December 2012.

Members of the „Agrimensor” group attended also in trips to Coal Mine „Pokój” in Ruda Śląska, where they were taught how to make inventory surveys with use of the laser scanner in an underground gallery, they also took a part in the survey related to the study of the high voltage pylons deviations resulted from the mining activities under the areas of the village Chudów, and inventory of the shaft bottom in the coal mine "Bobrek - Center" in Bytom, with a use of the laser scanning method.

Students from "The Fuse" student scientific group participated in the Faculty Student Scientific Groups Conference, where students Dawid Malek and Tomasz Hansel gave presentations about institutions of supervision and control of working conditions in mining companies, student Piotr Czajkowski about personality and temperament in terms of delegating tasks to workers and their professional adaptation, and students Magdalena Kwok and Barbara Gawenda on the safety and health during mountain hiking on the example of the Tatra mountains. On 22 – 24 November 2012 there was also a seminar in Cisiec near Węgierska Górka, during which were discussed solutions for safety management in industrial plants. Examples for this were Żywiec brewery and pumped storage power plant located on the top of the Żar Mountain, which have been visited by the same time.

On 10 March 2012 the students have also visited mechanical plant Bumar Łabędy” where they get acquaintance with the solutions for the safety of work issues used in this plant and the methods of the organization of work.

Members of the "Silesian" student scientific group took a part in the organization of Exchange Minerals held at the Faculty of Mining and Geology, and the third Students International Geological Conference in Lvov, Ukraine (27-30 April 2012), where students Rafał Przybyłok and Przemysław Zalewski gave a lecture about selected micro-fauna of Barbara level of Upper Silesian Coal Basin, and students Barbara Kubacka and Ewelina Janiga about perspectives of shale gas extraction in Poland.

They also attended some trips for example to St. Anna Mountain in Lisowice (10 May 2012), where they learned a lot about Triassic formations and reptiles' fossils in Opole area, especially in Głucholazy, Złate Hory, Złatorudne Młyny, Rejviz, Żulova, Sławniowice, and Pokrzywna (26-27.05.2012), on 2 June to Racibórz, where they conducted seismic probing and also to coal mine „Borynia” in Jastrzębie-Zdrój on 30 November 2012.

Students from the scientific group „Safe longwall” participated in the Scientific Workshops on 1-3 March 2012 in Sól – Laliki, where they presented following lectures: "Mining systems in methane hazard conditions", "Selected problems of the occupational risk assessment", "Analysis of the selected accidents on the example of the coal mine X", "Overview of the ventilation systems in excavation longwalls", "Statistics of accidents in the Upper Silesian Coal Basin in 2005-2011" and "Overview of occupational diseases”.

They also took a part in a lot of scientific trips:

- To the Central Mine Rescue Station (CSRG) in Bytom (9 March 2012), where students learned about the technical and organizational capabilities and the range of assistance in mine rescue during rescue operations in mining and visited an accredited chemical laboratories,

- To the Local Mine Rescue Station (OSRG) in Bytom too (17 April 2012), where they learned about machinery and exercise chamber for the rescue teams members training, as well as individual rescue equipment being used during the rescue operations,

- To the coal mine „Staszic” (27 April 2012), where students learned about the technology of the longwall with caving mine system,

- To the quarry PROMAG in Żeliszewice (13 November 2012), where experienced the whole dolomite extraction process from the blasting works in the open-pit, through processing plant, up to the sale-ready product storage area.

- To the steel-mill factory „Łabędy” (23 November 2012), in aim to get acquainted with its technology cycle, principles of work of the rolling machines and mine arch support elements production, successively filled with visiting of its modern laboratories,

- To experimental mine site „Barbara” (10.12.2012), where there was held a lecture about natural hazards in the Polish and worldwide mines, they also get acquainted with explosives and blasting materials used in Polish coal mines, also there was a rare occasion to see a coal dust explosion being shown in real conditions of a mining tunnel,

- To coal mine „Marcel” (13.12.2012), where students learned about the work of the underground and surface infrastructures of the mine, and also with the whole processes involved in the extraction of the minerals on to the surface, together with the issues concerning natural hazards and occupational safety of work.

Furthermore, the "Safe Longwall" scientific group took a part in the preparation and participation in the Seventh Mining Knowledge Tournament, which was an accompanying event to the XXI School of Underground Mining, with the following successes: student Mateusz Mikołajczyk took fourth place and student Justyna Bujok took 5th place in the final classification.

Members of the "Machinery Construction and Engineering" were also actively involved in research trips, they have visited following sites:

- Lignite open-pit mine and power plant Belchatów, which belongs to the PolishEnergyGroup, Conventional Mining andEnergy plc, on 13/04/2012and11/05/2012, where students learned about thetechnologyof electricity production, especially with the new858 MW power generation block andCCSdemonstrationplant,
- coal mine „Kazimierz Juliusz” on 15 April 2012, where they learned about mine machines used in coal mine technology of extractionand transportationof coal,
- PolishRopes(23 March 2012) where they learned about technologyof production of steel ropes for shaft hoisting,
- Central Mine Rescue Station (CSRG) in Bytom (30 March 2012) to learn about theactivities ofCSRGand itsequipment,
- Silesianmining equipment factory"MONTEANA" (20 April 2012), to learn about the technological processof productionof mining and transport machines, passengertransport units, and belt feeders,
- Becker – Warkop Company in Świerklany on 27 April 2012, where a lecture and presentation of movies took place about construction and technology of machines for accessory transport issues in coal mines.

Summary

Membership in the student scientific and research groups creates an opportunity to increase knowledge in the field of different mining aspects. It gives also a chance to take a part in various competitions of knowledge, conferences and seminars. Participants take also an active part in many research trips and represent the university in prestigious competitions. Participation in the organization of students' life is also a way to gain a lot of favorable personal contacts, experiences, and exchange of views and knowledge in the field of widely understood mining engineering.

P. TUREK, M. MIZIO

AGH University of Technology, Poland

MICROSCUP, OR HOW TO MANAGE A SMALL BUSSINESS IN PRACTICE

In our speech we will present you a Microscup - coffee and bookstore founded by "Foundation for AGH", and managed by students from our Student Research Group 'Management'.

We want to show how our ideas and solutions related to e.g. HR management, finance management, logistic and orders, cost account, price setting or marketing look in practice. All improvements, which are implemented by us, make our daily work easier and more effectiveness, which reflect in higher financial result.

Nowadays, in times of large market competition, coming into existence without taking a correct marketing action is actually impossible. It is necessary to pay especially attention on social media, which let to reach a large target audience with bearing a low costs. We will try to present how to begin, hold and develop our marketing position among social media audience and how to keep a small, gastronomical business, gain clients from a local community and exist in their minds, as a place they will come back to.

TRI WINARNO, C. DREBENSTEDT

TU Bergakademie Freiberg, Germany

THE IMPACT OF LOW RANK COAL (LRC) UTILIZATION IN THE ECONOMY OF SOUTH SUMATRA PROVINCE, INDONESIA, IN 2025: AN INPUT-OUTPUT ANALYSIS

Abstract

Indonesia has coal resources 161 billion ton and reserves of 28 billion tons, is the biggest coal exporter in the world. More than 49% of coal reserves are in South Sumatra. However, coal production in South Sumatra less than 5% of total production, because has low caloric value (LRC). The combination of the high moisture content and high reactivity properties of the LRC requires utilization is close to the mouth of the mine or they can be upgraded to increase the value-added product. LRC can be used as an alternative energy to reduce dependence on oil, whose reserves depleting. Based on projected needs, the type of energy and a economic feasibility, then the LRC can be used as brown coal liquefaction (BCL), a coal water mixture (CWM), briquetting and power plants. The purpose of this study is to analyse the impact of LRC utilization to the economy in South Sumatra in 2025. Based on IO analyzed, LRC utilization as a briquette has highest multiplier effect like output multiplier by 2.324, households' multiplier by 0.286 and employment multiplier by 0.000103. BCL has over 1 in backward linkage (1.120, briquette by 1.317) and 1.111 for forward linkage. Overall, LRC utilization can create additional US \$ 2,605 Million (4%) to the GDRP and provide output by US \$ 8,341 Million (8% of total output). LRC mined amount 63.7 Million tons.

Keywords:LRC, impact, IO, multiplier, linkage

Introduction

Coal in Indonesia spread across two large islands, Sumatera by 53% and Kalimantan by 47% (Geological Agency, 2012). However, 95% of coal production mined in Kalimantan. This is due to coal reserves in Sumatera, especially in South Sumatra mostly has a low calorie (LRC). The use of coal in Indonesia 75% exported, as a source of state revenue. Meanwhile, domestic use is small, are used for power generation, cement industry, textile industry and industrial paper / pulp. Total coal domestic consumption by 57 million tons, or 19.6% of total energy consumption in Indonesia. Energy consumption is still dominated by fuels/oil (39.1%), followed by biomass (23.5%) and gas (16.7%) (MEMR, 2014). After depending on the production of fuel for more than 40 years and is a member of OPEC oil exporter, since 2004, Indonesia is an oil importer.

Meanwhile, coal is the primary energy that is experiencing the fastest growth compared with other fossil energy in 2013 (EIA, 2014). Global coal consumption grew by 2.9 per year in the last 10 years (2003-2013) (bp, 2015). With the economic growth rate of Indonesia an average 5.5% per year, the energy needs to be increased significantly. However, when the type of energy used still follow business as usual, the fuel oil will still dominate in energy consumption.

Recognizing this, the government issued a policy through Presidential Regulation No. 5/2006 on National Energy Policy as a guideline in the management of domestic energy in support of sustainable development. Expected in 2025, coal consumption will be 35% (including coal liquefaction), 30% gas, the role of fuel oil dropped to 20% and new and renewable energy 17%. It is expected that the LRC can be used as a source of domestic energy, so as to provide economic benefits for the province of South Sumatra, which are economically under Indonesia's economy as a whole, both in terms of GDP per capita, unemployment and poverty rate.

LRC can be used for power plants, briquette, coal water mixture / fluid or even for coal liquefaction. This paper attempts to analyze the economic impact if the LRC in South Sumatra utilized as a source of energy in Indonesia in 2025. The method used to analyze the impact of the use of the LRC is Input-Output (IO) method. The impact assessment carried out, especially the impact of multiplier output, household income and employment multiplier, with assuming a rate of economic growth in Indonesia 5.5% / year. IO method can be used as a tool to assess the economic impact of a policy, activity / project to the regional or national (D'Hernoncourt, J., et.al., 2011). Besides, it can also be analyzed sector linkages with other sectors.

Methodology

The data used for this study is the South Sumatra I-O table 2006 60x60 sectors which are then aggregated and disaggregated into 12 x 12 sectors and updated with the data in 2013. IO or often people mention Leontief model is a framework of analysis developed by Professor Wassily Leontief in the late 1930s, and later obtained a Nobel prize in economics in 1973 (Miller and Blair, 2009). Currently, I-O has been growing and is one of the analytical tools most widely used in the economic analysis (Baumol, 2000). I-O techniques numerically model the relationships among the productive sectors of an economic system (Stilwell et.al, 2000). LRC utilization is not only regarded as one of the sectors to produce GDP, but also can be seen linkages with other sectors and also how the resulting of multiplier effect on the economy in South Sumatra.

Specific limitation of IO model's accuracy (Karkacier, O., et al, 2005) include: constant coefficients, linearity, sector homogeneity, and no capacity constraints. IO basis model consists of rows that show "who gives to whom" and columns showing "who receives from whom" in the economic sectors (Kerschner, C. and Klaus, H., 2009; Xu, et.al, 2011). The key parameters in IO analysis are :

- Technical coefficient a_{ij} and matrix A
- Leontief inverse matrix M and output multiplier O_j
- Income technical coefficient and income multiplier H_j
- Employment coefficient and employment multiplier E_j

In the IO tables, based on rows we can write:

$$X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{ij} + \dots + X_{in} + Y_i = X_i \quad (1)$$

$$\text{or } \sum_j X_{ij} + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

where : X_{ij} = purchases by sector j of the goods/services produced by sector i

Y_i = sales from sector i to final demand,

X_i = total output of sector i

Then, inter-industry relationship among sectors (technical coefficient a_{ij}) is:

$$a_{ij} = X_{ij}/X_j, \text{ or we can rearranged to read } X_{ij} = a_{ij}X_j \quad (3)$$

which can be interpreted as the level of sales from sector i to sector j depends upon the level of output of j sector. Then, we can write again:

$$\begin{bmatrix} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 = X_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 = X_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n + Y_n = X_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

If it is written in the form of the equation, it will be :

$$AX + Y = X \quad (6)$$

$$\text{or } (I - A) X = Y \quad (7)$$

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (8)$$

where : I = identity matrix

(I-A) = Leontief matrix

(I - A)⁻¹ = Leontief inverse matrix (M).

Output multiplier: the total value of output or production resulting in an economy to meet (or due to) the change of one unit of final demand of the sector. The increase in demand for a sector will not only increase the demand for the sector itself, but will also increase output of other sectors. This multiplier is an indicator of potential output creation. The higher number shows the higher impact, or greater output.

$$O_j = \sum_i^n (I - A)^{-1} \text{ or } O_j = \sum_i^n \alpha_{ij} \quad (9)$$

Household income multiplier: total amount of household income that is created by the addition of one unit of demand in the sector, also commonly referred to as the income effect of IO models.

$$H_j = \sum_i^n a_{(n+1),i} \alpha_{ij} \quad (10)$$

Employment multiplier: A total of changes in employment in the economy due to the presence of one unit of money changes in final demand in a particular sector, also called employment effect.

$$E_j = \sum_i w_j \alpha_{ij} \quad (11)$$

To view the level of LRC utilization sector linkages to other sectors, performed linkage analysis, the backward linkage and forward linkage. Formula for backward linkage is:

$$\alpha_j = \frac{\sum_i b_{ij}}{\left(\frac{1}{n}\right) \sum_i \sum_j b_{ij}} \quad (12)$$

As for the forward linkage:

$$\beta_i = \frac{\sum_j b_{ij}}{\left(\frac{1}{n}\right) \sum_i \sum_j b_{ij}} \quad (13)$$

Result

With the economic growth rate by 5.5% / year, the need for energy in Indonesia is projected to 2,200 million BOE. Assuming briquettes can be substituted for 50% of kerosene and 10% of firewood, hence the need for briquette to 55 million BOE or 13.1 million tons briquette. CWM / CWF can substitute 25% of diesel oil needs in the food industry, then the needs will be 12.6 million BOE or 4.4 million tons of CWM / CWF. LRC utilization for electricity, is still small, 13.8 million BOE or 22.47 TWh. LRC utilization for liquefaction by 1% of total energy needs, or 22 Million BOE.

Based on the economic calculation, then compiled the input required to produce the equivalent of 1 million BOE per product. For the calculation of output, the briquetting, BCL and CWF distribution are the same as the distribution of oil refinery products. As for the LRC electricity, then the output distribution and end use is equal to the electricity sector. Then the results are added in South Sumatra IO table 12 x 12 sectors into 16 x 16 sectors.

Output Multiplier

LRC utilization provides output multiplier by 1.505 (CWM), 1.735 (LRC power plants), 1.976 (BCL) and 2.324 (briquetting). This means that if there is an increase of final demand amounted to US \$ 1,000 then briquetting sector will produce an output of US \$ 2,324. The higher multiplier output is the electricity sector by 2.633 and the smallest multiplier is oil, gas and geothermal mining by 1.114.

Household income multiplier

The service sector has the highest number, reaching 0.437, meaning that for every US \$ 1,000 in that final demand will increase household income by US \$ 437. LRC utilization sector showed a number by 0.161 (CWM), 0.210 (LRC power plant), 0.265 (BCL) and 0.286 for briquetting.

Employment multiplier

LRC utilization sector showed only small number, which means that these sector are capital intensive. The agricultural sector provides the highest ever at 0.000383, which means an increase in final demand any amount of US \$ 1,000,000 will be created 383 employments. Coal briquetting have a number of BCL 0.000104, followed by BCL 0.000099, LRC power plant 0.000044 and CWM by 0.000078.

Linkage Analysis

When the LRC utilization sectors increase its output, this means there will be an increase in demand from other sectors will be among the goods produced by other sectors, the so-called backward linkage or linkage of LRC utilization sector to another sector as input suppliers. While the forward linkage describes the impact of the LRC utilization sector to other sectors that use the output of this sector as an intermediate input for each unit increase in final demand or calculation of the total output created by the increasing output of the LRC utilization sector through the mechanism of distribution of output in the economy. The calculations showed that the backward linkage of briquetting (1.317) and BCL(1.120) over 1 and for LRC power plant 0.983 and CWM 0.853. In the forward linkage, BCL is 1.112, LRC power plants is 1.014, briquetting 0.871 and CWM 0.659.

Table 2

Analysis of IO Table 2025

No	Sector	Output	Household	Employment	Backward	Forward
		Multiplier	Multiplier	Multiplier	Linkage	Linkage
1	Agriculture, Livestock, Forestry, and Fisheries	1.413908539	0.299919669	0.00038370	0.801372926	1.1632183
2	Coal Mining	1.249849401	0.210666665	0.00003127	0.708387738	1.3142809
3	Oil, Gas and Geothermal Mining	1.113819808	0.052361877	0.00001280	0.631289092	1.0938379
4	Metal Ore & Others Mining	1.351895624	0.360550566	0.00004203	0.766225341	0.6412213
5	Industry	2.121474493	0.27443154	0.00021478	1.202406078	1.7891614
6	Oil Refinery	1.802241134	0.077721981	0.00003614	1.021471482	1.0404544
7	Brown Coal Liquefaction (BCL)	1.976353962	0.264641677	0.00009908	1.120154885	1.1118812
8	Coal Water Mixture/Fluid (CWM/CWF)	1.505478866	0.160699857	0.00004402	0.853273016	0.6589295
9	Coal Briquetting	2.324190032	0.285881262	0.00010366	1.317300882	0.8716214
10	Electricity	2.632620023	0.222028468	0.00014035	1.492112363	0.6501359
11	LRC power plant	1.735025047	0.209903141	0.00007784	0.98337485	1.0137567
12	Gas and Water	2.619109059	0.223946784	0.00024785	1.484454639	0.5750363
13	Construction	2.315958876	0.305465901	0.00015577	1.31263564	0.6557704
14	Trade, Hotel and Restaurant	1.471166639	0.221243025	0.00023742	0.833825584	0.8866474
15	Transportation	2.093625889	0.269253362	0.00013869	1.186622089	0.9163281
16	Services, Finance, Government, and Other Activities	1.267364501	0.437008359	0.00017076	0.718314919	2.0509404

The role of LRC in the economics of South Sumatera 2025

Based on Table IO South Sumatra in 2025, the agricultural sector provides highest contribution to GDP in South Sumatera, which is 17.71% or US \$ 10,830 Million. Oil, gas and geothermal sector provide the second largest roles contributor to GDP, which amounted to 12.68% or US \$ 7,755 Million. As for the highest output is industry and manufacturing sector, amounted to 16.71% or US \$ 16,985 Million. Agriculture plays at 16.49% or US \$ 16,769 Million in output creation.

LRC utilization sectors giving the role of 4% or US \$ 2.605 Million to GDP in South Sumatera and provide output by 8% or US \$ 8.341 Million. LRC provides a role for mining amounted to US \$ 1,573 Million on output. LRC mined amount of 63.7 Million tons. While the role of coal mining sector amounted to 6.84%, or US \$ 4,182 Million to GDP and 5.87% or US \$ 5,973 Million to total output. Coal mined at 73.3 Million tons (excluding LRC), with the consumption of exports amounted to 69.5 Million tons.

Conclusion

LRC utilization can create a new economic sector in South Sumatera as a supply of energy to Indonesia in a whole. LRC utilization in the form of briquettes, CWM / CWF, liquefaction (BCL) and power generation to meet feasibility is based projections of energy needs, the type of energy and the economy. The result of multiplier of the LRC utilization found that coal briquetting has highest in output multiplier by 2.324, household multiplier by 0.286 and employment multiplier by 0.000104. For the linkage analysis, briquetting has a highest in backward linkage by 1.317 and BCL has a highest in forward linkage by 1.112. All sectors of the LRC utilization has a lower employment multiplier value indicates that the sector is capital intensive.

LRC utilization sectors can share 4% for GDP and 8% for total output in the economics of South Sumatera.

References

1. Geological Agency, 2012, Coal Resources and Reserves, Geological Agency, Bandung, Indonesia.
2. MEMR, 2014, Handbook of Energy, Centre for Data and Information, Jakarta.
3. EIA, 2014, Medium-term coal market report 2014, @OECD/IEA, <http://www.iea.org/Textbase/npsum/MTCMR2014SUM.pdf> cited on 12.01.2016.
4. BP, 2015, Energy statistical review, <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> cited on 2.01.2016.
5. D'Heroncourt, J., Cordier, M., and Hadley, D. (2011), Input-Output Multipliers – Specification sheet and supporting material, Spicosa Project Report, Université Libre de Bruxelles – CEESE, Brussels.
6. Miller RE, Blair PD, 2009, Input Output Analysis : Foundations and Extensions, 2nd edition, Cambridge University Press.
7. Baumol, William. 2000. "Leontief's Great Leap Forward," Economic Systems Research, 12,141–152.
8. Stilwell, L.C, Minnitt, R.C.A, Monsan, T.D, Kuhn, G., 2000, An input output analysis of the impact of mining on the South Africa economy, Resources Policy 26, 17-30.
9. Karkacier, O., Gokalp Goktolga, 2005, Input-output analysis of energy use in agriculture, Energy Conversion and Management 46 (2005) 1513-1521.
10. Kerschner C, Hubacek K, 2009, Assessing the suitability of input output analysis for enhancing our understanding of potential economic effects of peak oil, Energy 34 (2009) 284-290
11. Tang Xu, Zhang Baosheng, Feng Liangyong, Marwan Nasri, AfshinHonarvar, 2011, Economic impacts and challenges of China's petroleum industry : An input – output analysis, Energy 36 (2011), 2905-2911.

YIXIN CUI, YONGFENG LI

MINGHUI ZHANG

China University of Mining & Technology

AFTEREFFECTS OF COAL MINING ON ECONOMY AND ENVIRONMENT IN MINING AREA

Abstract: In our country, coal is the most important primary energy. Coal resources have played a positive role to ensure the national economic development. But with the expansion of intensity and scale of coal mining, impacts on the regional environment constantly strengthen. Due to the cumulative and irreversible of environmental effects; the current economic benefits would be offset by the long-term environmental effects, thereby leading to the unsustainable economic development. The paper, using time series method taking typical coal mining area as example, study lag relationship between coal mining and the regional economy, and the environmental carrying capacity respectively, the result shows that effects of coal mining on regional economic benefits appear in the short term, but on regional environment are relatively lagging. This paper also explains deep reason that coal mining scale expands unceasingly under the background of economic benefit as the main index, and reveals primary causes of the periodic fluctuation of coal industry.

Keywords: Coal Resources; Economic Benefits; Environmental Effects; Aftereffects

1 Coal mining, environment and economy in mining area

1.1 Effects of coal mining on social economy in mining area

Effects of coal mining on social economy in mining area are twofold and various. At early stage, coal mining play a positive role to change the original industrial structure in mining area and form a new industrial growth point. But with consumption of limited coal resources, if economic structure adjustment is not synchronous and coordinated, it will eventually cause social economic problems and affect the sustainable development in mining area.

Besides direct impacts, it affects social economy because of its disturbance to the ecological environment, of course, social economy also affects coal mining.^[1]At early stage of the coal mining, to cultivate new economic growth point and develop regional economy, the coal mining be supported actively; But with the development of the regional economy, environmental awareness of residents improve, given economic interests, their attitudes to coal mining will gradually change, even oppose it, the contradictory between coal enterprises and region gradually highlights.

1.2 Effects of coal mining on environment in mining area

Effects of coal mining mainly perform on the regional land and its attachments, water and atmosphere.

Intuitively, the most serious effects of coal mining are on land. Coal mining causes large area of land subsidence, changes soil structure, and even affects the geological landform.^[3-4] Coal mining and preparation generate much coal gangue, which may lead to heavy metal pollution, and occupy the land. Meanwhile, surface attachments are seriously influenced by land subsidence, which affects its utilization and even causes safety accidents. In the process of coal mining, waste water discharged may causes the surface water pollution, and constitutes a joint pollution with the flow of contaminated water, it affects the survival of crops and aquatic organisms. Meanwhile, coal mining will lead to the decreasing underground water level.^[5]Meanwhile waste wind is discharged to the atmosphere; the main harmful composition of the waste wind is gas; Coal and coal gangue spontaneous combustion will produces the harmful gas. And the mining transport, mineral processing and coal combustion, etc., produce particle pollution.

Effects of coal mining on regional economy and environment have remarkable space and time characteristics, with the expansion of coal mining, and the progress of science and technology, these effects possessing uncertain, cumulative and hysteresis characteristics gradually known by people.

2 Analysis of aftereffects on economy and environment in mining area

2.1 Changes of coal mining scale, the social economy and environmental carrying capacity

Coal mining scale, the social economy and environmental carrying capacity change with time because of coal mining. To ensure the comparability of indicators, the paper selects a typical coal industry development cycle as the research object to ensure consistence of time interval, and put the coal output as the driving factors. 2005-2014, 10 years of coal output is shown as figure 1, GDP, population growth rate in the mining area during the same period are shown as figure 2 and figure 3.

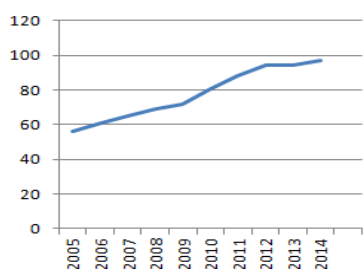


Figure 1. Coal production in mining area (10⁶tones)

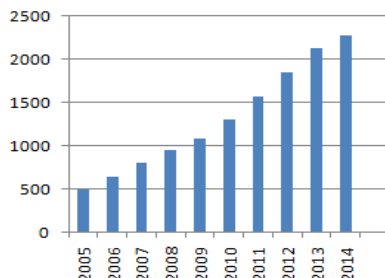


Figure 2. GDP in mining area (10⁶yuan)

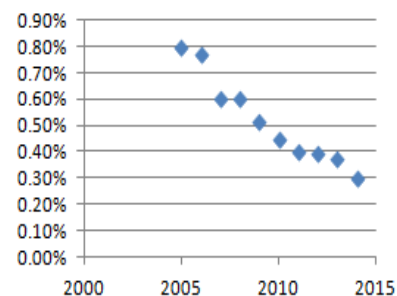


Figure 3. Population growth rate in the mining area (%)

Data source: Statistic yearbook in Shanxi province

2.2 The measurement for aftereffects of coal mining on economy and environment

To test causality between coal output and economy, and environment in mining area, firstly analyze correlation between them (Table 1).

Table 1

Correlation analysis of coal output and GDP, population growth rate in mining area

Indicators	GDP	population growth rate
Coal output	Positive correlation	Negative correlation
Correlation	0.983	0.965

Obviously, coal production and GDP, and population growth rate are highly correlated. To further verify effects of coal mining on economy and environment in mining area, the paper use SPSS to perform a regression analysis (Table2).

Table 2

Effects of coal mining on economy in mining area

Lag period (year)	Fitting	P value of parametrictest
Current year	0.962	0.000
1year	0.988	0.000
2year	0.984	0.000

So if not considering the lag period, the fitting of coal output and GDP is 0.962; And the fitting of the 1 year lag increases to 0.988, P value of parametric test is the same, 0.000, the lag is not obvious. It illustrates effects of coal mining on economy is at current period, next year also exist, but lag effect weakens with time. Meanwhile, effects on environment are shown as the table3.

Table 3

Effects of coal mining on environment in mining area

Lag period (year)	Fitting	P value of parametrictest
Current year	0.922	0.000
1 year	0.860	0.000
2 year	0.864	0.001
3 year	0.854	0.002
4 year	0.947	0.001
5 year	0.854	0.016

Obviously, effects on environment are different from on economy, after 4-year lag, the fitting reaches the highest, P value of parametric test achieves a high level and far below the significant level 0.05; 5-year lag later, the fitting and P value of parametric test decline obviously. It illustrates that the environmental aftereffect is more significant and presents medium term characteristic.

So it explains the periodic characteristic of coal industry development. The government and enterprise will expand coal mining strength and scale driven by economic benefit. But they do not notice lag effects on the environment, or short-term economic prosperity has disguised tremendous environmental liabilities. On the surface the coal industry develops steady, in fact, its cyclic fluctuation is bigger and bigger.

3 Strategies of coordinated development in mining area

3.1 Follow rules of coal mining and implement collaborative development

When enter stable stage, coal output increases and sources of a certain environmental problem will increase, we should strengthen environmental protection and reduce the disturbance and destruction to the environment; After entering ageing stage, in addition to dealing with environmental problems have appeared as soon as possible, but should also we constantly monitor environment and prevent environmental destruction from appearing, meanwhile govern it timely, and extend the governance time.^[5-6]

3.2 Develop circular economy and pursue the maximum of comprehensive benefit

Developing circular economy is another effective way to promote the coordinated development of coal mining and the economy and environment in mining area. According to characteristics of mine, we should fundamentally change the traditional coal industrial structure, achieve resource recovery, recycle and reduction, and pull the time length of coal mining to economy.^[7] Meanwhile, reduce negative effects of coal mining on social economy and environment and achieve the maximum of the economic benefit, social benefit and ecological benefit.

3.3 Adhere to multi-industry simultaneously and promote the sustainable development

Coal mining will break the traditional industrial structure, but it is easy to form a dominant pattern of one coal industry. Therefore, we should insist on developing multi-industry simultaneously, guide the upstream and downstream industry and realize the joint development. Mean-while, develop other industry instead of coal energetically to solve the unbalance along coal mining, economy and environment in coal life cycle, and adjust artificially inconsistent effects of coal mining on economy and environment to promote coordinated development in mining area.^[8]

References

1. Fei Wang. Research of economic pattern in Green mining [D]. China University of Geosciences, 2012.
2. Fei Teng. Coal mining and economic growth in developing areas [J]. Journal of Zhejiang Academy of social Sciences, 2009 (7) : 15-24.
3. Shuai Shao. Influences of coal mining on economic growth in Chinese coal-based city[J]. Journal of financial Research, 2010, 4 (3) : 90-101.
4. Fansheng Qiao. Construction and development of green mining [J]. Journal of China mining, 2009 (8): 4-6.
5. Yan Wang. Effects of coal mining on ecological environment and management countermeasures [J]. Journal of Coal Science and Technology, 2009 (12) : 125-128.
6. Yongfeng Li. Research on the Measurement of the Effect of Coal Resource Development on Resource Environment in Mining Area [M].China University of Mining and Technology Press.2008
7. Yueqin Fu. The circular economic model of coal industry and its application research [D]. China University of Geosciences (Beijing), 2013.
8. Dezhong Cui. Thinking for other industry instead of coal and green industry[J]. Journal of Coal Technology, 2011 (3) : 8-9.

Я.Д. ЗОЗУЛЯ, Т.Ю. ЛИТВИНОВ, И.В. КОЧУРА

Донецкий национальный технический университет, Украина

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ХОЗЯЙСТВЕННОГО РИСКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

По оценкам Рабочей группы по углю Комитета по энергетике ЕЭК ООН уголь обеспечивает примерно 27 % всего мирового производства энергии. Это значение еще выше в электроэнергетике, так как с использованием угля в мире производится около 44 % всей электроэнергии. По объемам мировых запасов уголь превосходит все остальные виды ископаемого топлива. Поэтому наличие данного сырья в государстве является одним из решающих звеньев его энергетической и сырьевой независимости. Как известно, приоритетной отраслью Донбасса всегда являлась угольная промышленность. Несмотря на события, происходящие в последнее время в республике, часть угольных предприятий работает, запускаются новые лавы, а специалисты считают, что угольная промышленность имеет большой потенциал, так как у институтов угольной отрасли есть наработки новых инновационных технологий.

Вместе с тем указанная отрасль характеризуется своей спецификой, связанной с подземным способом добычи угля, и целым спектром проблем. Главными из них являются: высокая степень изношенности оборудования, отставание подготовительных работ от очистных, высокая трудоемкость и опасность ведения работ; несвоевременные расчеты между потребителями; высокая чувствительность отрасли к колебаниям политической конъюнктуры, законодательным решения, высокая себестоимость добычи и др. Все это указывает, что отрасль имеет высокий уровень риска, по сравнению с другими отраслями экономики.

В этих условиях особо важным является оценка отрицательного влияния хозяйственных рисков на эффективность деятельности угольного предприятия и разработка решений по снижению и нейтрализации их влияния. Поэтому тема исследования, безусловно, является актуальной.

Проведен обзор работ отечественных и зарубежных ученых, занимающихся вопросами исследования рискованных ситуаций, а также проблемами, связанными с отечественной угольной промышленностью. Среди них такие как: А.П.Альгин [1], Ю.Блех, У.Гетце [2], В.В.Витлинский [3], П.Г.Грабовый [4], В.М.Гранатуров [5], М.В.Грачева [6], А.Б.Качинский [7], К.С.Мангуш [8], Е.В.Мартякова [9], А.А.Петросов [8], О.Л.Устенко [10], Э.А.Уткин [11], Н.В.Хохлов [12], Г.В.Чернова [13].

Рассмотрены сущность категории «риск» и основные подходы к его определению, а также сущность и природа хозяйственного риска с учетом специфики угольной отрасли.

Проанализировано современное состояние отечественной угольной промышленности, характеризующееся негативными тенденциями, которые свидетельствуют о ее кризисном состоянии. Учитывая специфику отрасли и положение, в котором она сейчас находится, деятельность угольных предприятий связана с фактором неопределенности, следствием чего является возникновение различных рискованных ситуаций на микро- и макроуровне. Определено, что сущность, причины возникновения и отраслевые особенности рискованных ситуаций на уровне отдельной шахты исследованы недостаточно.

Управление рисками предусматривает качественный анализ, количественную оценку и методы воздействия на риск. В ходе проведения начального этапа процесса управления рисками были рассмотрены классификации хозяйственных рисков, в том числе для угольных предприятий с учетом особенностей угольных шахт. Также проведен анализ существующих методических подходов к оценке риска, на основании которого обоснованы наиболее приемлемые подходы к использованию их в угольной отрасли. Одними из них являются статистический и экспертный методы.

На этапе качественной оценки хозяйственных рисков конкретизированы действия по их идентификации. Это комплексный анализ различных форм отчетности угольных предприятий и экспертный опрос отечественных специалистов.

Обоснованы наиболее приемлемые методы воздействия на риски для угольных предприятий на основании анализа существующих методов.

Идентификация рискованных ситуаций производилась на основании анализа различных форм отчетности угольной шахты им С.М.Кирова ГП «Макеевуголь»: горно-геологических условий, количества случаев простоев и потерь добычи по разным причинам, качественного и количественного состава работников и динамики основных результатов операционной деятельности предприятия за 2014 год.

В связи с тем, что угольные предприятия являются сложными организационно-техническими системами, то для выявления основных рискованных ситуаций и факторов их образующих не достаточно анализа различных форм отчетности, также не все рискованные ситуации могут быть оценены количественно. Поэтому для более полного анализа факторов был использован метод экспертной оценки.

В качестве экспертов были привлечены ученые Донецкого национального технического университета (ДонНТУ), деятельность которых непосредственно связана с угольной отраслью, ученые научно-исследовательских институтов и руководящие работники шахт. Экспертная оценка была сведена к даче бальных оценок возможности возникновения того или иного риска по методу проведения групповой экспертизы и их весомости методом ранга.

На основе анализа форм статистической отчетности и экспертного опроса были выявлены наиболее вероятные и весомые риски.

Предложены мероприятия по снижению и нейтрализации выявленных рисков.

Литература

1. Альгин А.П. Грани экономического риска. – М.: Знание, 1991. – 64 с.
2. Блех Ю., Гетце У. Инвестиционные риски: Пер. с нем. – Калининград: Янтарный сказ, 1997. – 421 с.
3. Вітлінський В.В., Верченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посібник для самоств. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
4. Риски в современном бизнесе / Грабовый П.Г., Петрова С.Н., Полтавцев С.Н. и др. – М.: Аланс, 1994. – 200 с.
5. Гранатуров В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения. – М.: Дело и Сервис, 2009. – 112 с.
6. Грачева М.В., Ляпина С.Ю. Управление рисками в инновационной деятельности. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 351 с.
7. Качинський А.Б. Безпека загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. – К.: Інститут проблем нац. безпеки, 2003. – 472 с.
8. Петросов А.А., Мангуш К.С. Экономические риски горного производства. - М.: Изд.-во Моск. горного ун.-та, 2002. – 142 с.
9. Мартякова Е.В., Кочура И.В. Хозяйственные риски: оценка и прогнозирование: Монография. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ». –2008. – 220 с.
10. Устенко О.Л. Теория экономического риска. – К.: МАУП, 1997. – 164 с.

11. Уткин Э.А., Фролов Д.А. Управление рисками предприятия: Учеб.-практ. пособие. – М.: ТЕИС, 2003. – 247 с.

12. Хохлов Н.В. Управление риском: Учебное пособие для вузов. – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 239 с.

13. Чернова Г.В. Практика управления рисками на уровне предприятия: Учеб.пособие. – СПб.: Питер, 2000. – 176 с.

Т.М. КАДИЛЬНИКОВА, В.А.КУЛИК, Ю. Ю. ГОРЯЧЕВА

Национальная металлургическая академия Украины

ФОРМАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Предложенный в статье подход обеспечивает широкий охват всех видов и методов управления инновационными проектами. Формализация системы осуществляется с помощью модели, отражающей связь между входными управляющими и возмущающими переменными и выходными параметрами системы, детально освещает отдельные проблемы, связанные с подробным анализом продвижения инноваций, модернизацией всего производства.

Ключевые слова: инновационный проект, инновации, мониторинг, иерархия, системный анализ

Применяемые в настоящее время методы контроля состояния инновационных проектов не дают возможности реально оценивать их текущее состояние, а тем более с удовлетворительной достоверностью выполнять прогноз поведения как технической системы в будущем. Инновации и их система управления рассматриваются как системы двух различных классов, взаимодействующих сообразно с действием экономических составляющих проекта.

При этом осуществление мероприятий по выбранному инновационному проекту проводится параллельно с детализацией и уточнением альтернативного проекта на каждом этапе работ с учетом вероятностного характера содержания и результатов инноваций, масштабности, долговременности и перспективности последствий реализации, длительного цикла работ и их высокой сложности, большого числа участников. Все это, в конечном счете, предопределяет необходимость формирования целостных систем планирования, объединяющих виды планов по целям, предмету, уровням, содержанию и периодам в единый комплекс, используя элементы системного анализа.

Реализация системного анализа в инновационных проектах сводится к выделению систем в рамках поставленной проблемы, учитывая характер и интенсивность внешних воздействий, их изменчивость во времени и пространстве. Сложность выделенных подсистем определяется специфичностью строения и конструктивными особенностями конкретного производства и управляющими воздействиями. Подсистемы взаимодействуют между собой и с окружающей средой, характеризуются материальной, энергетической и информационной связью, обладают определенной целостностью и целенаправленностью, выделяются в функциональные блоки, что позволяет вскрыть иерархию структуры и рассматривать систему на разных уровнях ее детализации.

Формализация системы осуществляется с помощью модели, отражающей связь между входными управляющими и возмущающими переменными и выходными параметрами системы, на основе алгоритмов распознавания.

Предположим, что состояние инновационного проекта есть некоторая функция $\xi(t)$ времени в n -мерном пространстве параметров $\{x\}$. Выделим в пространстве параметров $\{x\}$ подпространство x_i размерностью $k \leq n$, причем параметры $x_i \in \{x_i\}$ зависят от показателей инновационного процесса. Параметры, входящие в $\{x_i\}$, будем называть определяющими успешность внедрения инноваций. Тогда траекторией нормального течения инновационного процесса будет такая функция $\xi_k(t)$, определенная на интервале (t_0, t_k) , где t_0 – время начала определения инноваций; t_k – момент окончательного их внедрения. Очевидно, что траектории различных инноваций одного и того же типа будут несколько отличаться друг от друга. Выберем для инновации среднее время осуществления $(t_0 < T < t_k)$ и поставим в соответствие множеству значений $\xi_k(t)$ на интервале (t_0, T) число $tk - T$, определяющее период нормального ее функционирования после момента T . Нахождение способов определения $(tk - T)$ по известным значениям $\xi_k(t)$, $t < T$ для инновации является задачей определения ее успешности.

Решение задачи осуществляется с помощью алгоритмов распознавания образов, основанных на математическом языке R-функций [1], подробно описанных в [2]. Сущность алгоритма заключена в следующем. На первом этапе (этапе обучения) алгоритму сообщаются данные о траекториях и интервалах функционирования. В начальный момент при обучении запоминается по одной точке $\{x_j\}$ каждого из заданных образов A_j и разделяет их гиперсферами с центрами в данных точках и радиусами, равными половине расстояния от данной до ближайшей точки "чужого" образа в пространстве $\{x_k\}$. При этом каждая гиперсфера определяется предикатом:

$$A_j = P_j^+(x) = \left\{ \left[\frac{r_j^2}{4} - \left(\sum_{q=1}^n (x_{pq} - x_{sq})^2 \right) \right] \geq 0 \right\},$$

где p и s – координаты соответствующих векторов, A_j – булева переменная, соответствующая j -ой гиперсфере:

$$r_j^2 = \overline{\min}^j \left[\sum_{q=1}^n (x_{pq} - x_{sq})^2 \right].$$

Доопределение предикатов осуществляется в соответствии со следующей логической процедурой: если после k -ого такта обучения распознаванию N - образов построены предикаты $A_{j(k)} = P_{j(k)}^+(x)$, а очередная точка $\vec{x}_{k+1} \in P_{j(k)}^+(\vec{x})$, то после $(k+1)$ такта принимается следующая разделяющая функция:

$$P_{j(k)}^+(x) = \begin{cases} P_{1k}(\vec{x}) \wedge \overline{P_{j(k+1)}(\vec{x})} \\ P_{2k}(\vec{x}) \wedge \overline{P_{j(k+1)}(\vec{x})} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ P_{jk}(\vec{x}) \wedge \overline{P_{j(k+1)}(\vec{x})} \\ P_{Nk}(\vec{x}) \wedge \overline{P_{j(k+1)}(\vec{x})} \end{cases}.$$

Таким образом, если заложить в программу методику аналитического описания областей методом R – функций [3], то реализуется автоматическое построение разделяющих функций в форме предикатов $P_j^+(x)$, определяющих в конце обучения некоторые поверхности, которые аппроксимируют в пространстве параметров границы областей заданных образов.

На втором этапе (этапе распознавания – прогнозирования) алгоритму сообщаются данные о траектории параметров функционирования исследуемой инновации в виде вектора $x = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, по которому алгоритм определяет место возможного сбоя и выдает рекомендации по нахождению оптимального режима инновационного процесса для прогнозируемого периода его функционирования [4].

В качестве параметров, характеризующих длительность инновационного процесса, выбран 9 – мерный вектор $\{x_1, x_2, \dots, x_9\}$ путем выделения трех состояний S_1, S_2, S_3 и шести периодов жизненного цикла инновационного процесса и путем построения уравнений (1), (2) на основе анализа причинно-следственных связей.

После 18 тактов обучения получена следующая предикатная обучающая последовательность $P_1, P_2, P_3, P_{12}, P_{13}, P_{23}, P_{21}, P_{32}, P_{31}$. При этом предикаты $\{P_1, P_{12}, P_{13}\}$ соответствуют образу S_1 , предикаты $\{P_2, P_{21}, P_{23}\}$ соответствуют образу S_2 , а предикаты $\{P_3, P_{31}, P_{32}\}$ соответствуют образу S_3 . Таким образом, в 18 тактах машинного обучения информативными оказались точки $\{x_1, x_{12}, x_{13}\} \in S_1$; $\{x_2, x_{21}, x_{23}\} \in S_2$; $\{x_3, x_{31}, x_{32}\} \in S_3$, а разделяющая функция имеет вид:

$$\begin{aligned} P_{S_1} &= \left(P_1^+(x_1) \vee P_2^+(x_2) \right) \wedge \overline{P_{12}^+(x_{12})} \wedge \overline{P_{13}^+(x_{13})} \wedge \overline{P_{21}^+(x_{21})} \wedge \overline{P_{31}^+(x_{31})}; \\ P_{S_2} &= \left(P_2^+(x_2) \vee P_3^+(x_3) \right) \wedge \overline{P_{12}^+(x_{12})} \wedge \overline{P_{23}^+(x_{23})} \wedge \overline{P_{21}^+(x_{21})} \wedge \overline{P_{32}^+(x_{32})}; \\ P_{S_3} &= \left(P_3^+(x_3) \vee P_1^+(x_1) \right) \wedge \overline{P_{13}^+(x_{13})} \wedge \overline{P_{23}^+(x_{23})} \wedge \overline{P_{32}^+(x_{32})} \wedge \overline{P_{31}^+(x_{31})}. \end{aligned}$$

Эксперименты по автоматическому распознаванию с помощью алгоритма распознавания показали, что при длине обучающей последовательности свыше 36 реализаций достигается приемлемая для практических целей точность распознавания (96,4% правильных ответов и 3,6% ответа "не знаю"). Выдача рекомендаций осуществлена в виде оценок "успешно", "удовлетворительно", "остановка в реализации", и кроме того автоматически выдается номер интервала, определяющий срок продвижения инноваций.

Обобщающие принципы построения инновационной деятельности организации как открытой системы обеспечивают ее деятельность, при которой выравнивается состояние выхода системы по заданной норме, а, следовательно, главная задача сводится к установлению заданного состояния функционирования системы, предусмотренного планированием как упреждающим управлением.

Литература

1. Пересада В.П. Автоматическое распознавание образов / В.П. Пересада. – Л.: Энергия, 1970. – 90 с.
2. Фомин Я.А. Статистическая теория распознавания образов / Я.А. Фомин, Г.Р. Тарловский. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.

3. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов: пер. с англ. / К. Фукунага; под ред. А.А. Дорофеева. – М.: Наука, 1979. - 367 с.
4. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя/Льюнг Л. – М.: Наука, 1991. – 432 с.

Л.Л.КАРМАЗИНА, Ю.Ю.БОРОДИНА, О.А. ДУБИК
Национальная металлургическая академия Украины

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГОВЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

Рассмотрены управляющие системы инновационного процесса, их подсистемы, основные принципы реализации, а также основные функции мониторинговых проектов. Предлагается модернизированная система инновационного процесса, комплекс мониторинговых исследований для разной конструктивной сложности инноваций и многофакторных условий эксплуатации промышленного оборудования.

Ключевые слова: Инновационный проект, инновации, мониторинг, иерархия, системный анализ, реконфигурация

Взаимосвязь научной и инновационной деятельности, благодаря их творческим способностям и квалификации, формирует сложную организационную структуру по воспроизводству инновационного развития экономики, которую можно рассматривать как модель инновационного процесса. Граница между научной и инновационной деятельностью в промышленности достаточно условна, поэтому оценка фактора финансового обеспечения должна быть комплексной, с исследованием как научной, так и инновационной составляющих финансовых ресурсов.

В последнее время расходы на инновации в промышленности приобрели устойчивую тенденцию к росту, что свидетельствует о том, что инновационная деятельность в системе мероприятий по подъему экономики представляет все больший интерес для предпринимателей. Условием оптимального и рационального использования инноваций является разработка общей стратегии управления их состоянием на основе создания мониторинговых проектов. Данный подход обеспечивает широкий охват всех видов и методов управления проектами, детально освещает отдельные проблемы, связанные с подробным анализом их дальнейшего продвижения, модернизацией всего производства.

Реализация системы управления мониторинговыми инновационными проектами (СУМИП) возможна при соблюдении следующих принципов [1]:

1. Принцип комплексности — рассмотрение инновации как цельной структуры взаимосвязанных характеристик объекта и эксплуатационных и экономических условий в соответствии с реализацией конкретной мониторинговой программы.

2. Принцип конструктивной специфичности — обязательный учет специфики конструктивных особенностей производства. При формальной экстраполяции эволюции инноваций во времени несоблюдение данного принципа ведет к получению некорректных результатов, а с помощью логического анализа, алгоритмизации программ математического моделирования инновационного проектирования представляется возможным получение таких математических моделей, которые будут соответствовать реальным условиям продвижения инноваций.

3. Принцип целевой оптимизации — описание инноваций таким уровнем детальности, который обеспечит бы необходимые достоверность и точность получаемой информации при низких затратах времени и материальных средств.

4. Принцип аналогий — оптимизация и ускорение операций анализа, оценки и прогноза, верификация прогнозов и математических моделей путем сопоставления с объектами-аналогами, корректировка и совершенствование управляющих решений.

Применение в качестве методологического аппарата СУМИП принципов системного подхода при выявлении основополагающих вопросов структуры, задач и организации позволяет обосновать необходимость комплексных исследований, направленных на эффективное и своевременное продвижение инноваций на принципиально новом уровне.

Практическое осуществление предлагаемой концепции управления инновационным процессом в общем виде предполагает детальное, комплексное изучение сложной бинарной системы инновации - производство. Активное влияние элементов этой системы друг на друга позволяет рассматривать эту систему более широко и проводить её моделирование и изучение в следующем виде: управляющая система – объект управления.

Управляющие воздействия (управляющая система) и производство (объект управления) — это открытые динамические саморегулирующиеся и самоорганизующиеся системы. Инновации воздействует на управляющую систему посредством информации об её динамике, режиме изменчивости компонентов, а управляющая — за счет отрицательных обратных связей, соответствующих технологическим данным производства.

Управляющая система инновационного процесса имеет следующую инфраструктуру (рис.1).

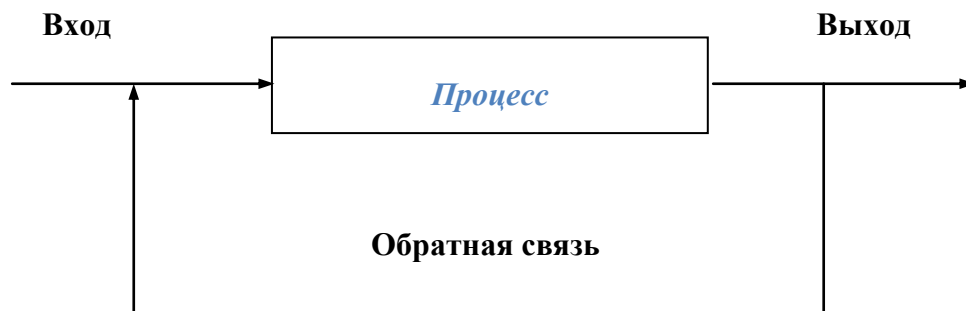


Рис.1. Управляющая система инновационного процесса

В качестве подсистем представленной выше системы выделяются следующие (рис. 2).

В результате развития и совершенствования управляющая система постоянно изменяется и совершенствуется, в её структуре появляется блок контроля самого процесса мониторинга. Этот блок контроля представляет собой поддержку обратной связи и выполнение необходимых действий, упорядочивает и формализует все изменения, происходящие в системе (рис.3).

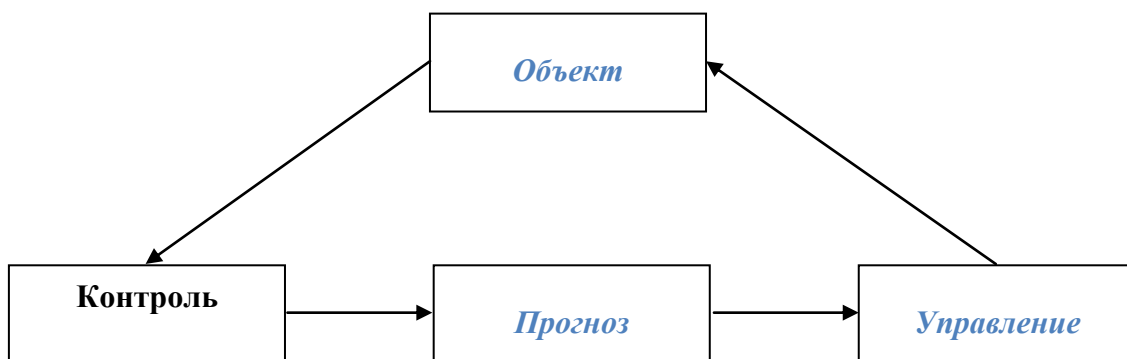


Рис. 2. Подсистемы системы инновационного процесса

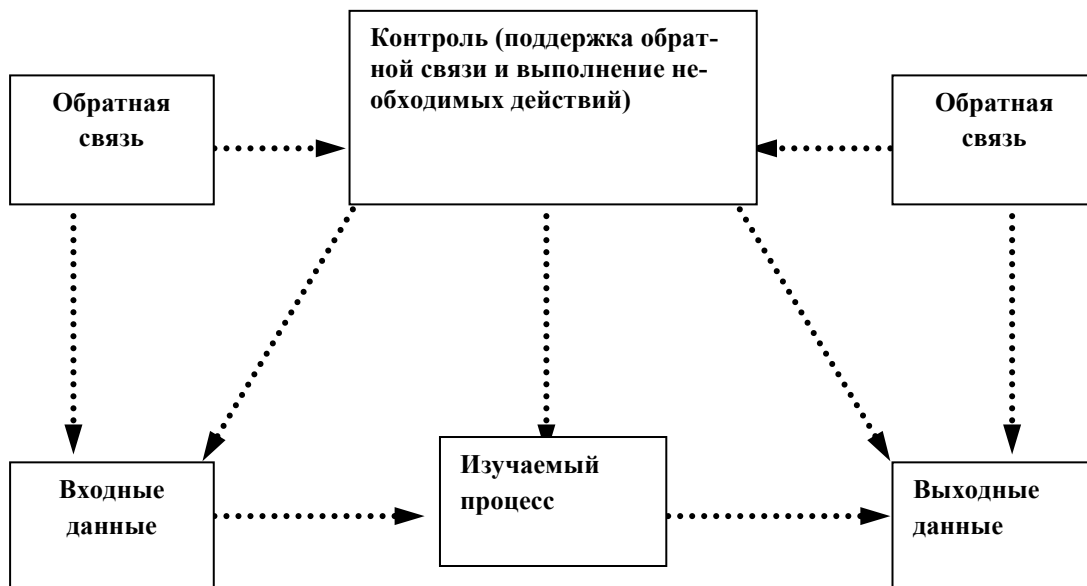


Рис.3. Модернизированная система инновационного процесса

Выделенные подсистемы предназначены для оперативного и гибкого реагирования на изменение условий динамического равновесия объектов управления. Следовательно, состав комплекса мониторинговых исследований, уровень детальности прогнозов и масштабы управляющих воздействий зависят в равной степени от конструктивной сложности инноваций, многофакторных условий эксплуатации оборудования [2].

Динамика развития инноваций с учетом характера производственно-хозяйственной деятельности определяется двумя видами основных обратных связей:

- 1) информационный базис, отражающий закономерности и тенденции эволюции динамического поведения инноваций;
- 2) возмущающие воздействия как результат исключительно системы управления, так и взаимных наложений естественных и искусственных факторов.

Сочетание математических, технологических, организационных и экономических компонент в рамках единой стратегии системы инновационного процесса определяет её отличия от ранее известных. Эффективность применения инновационного подхода подтверждена в ходе производственных экспериментов. Предложенная система инновационного процесса выполняет несколько основных функций:

- реконфигурации структуры и содержание системы - выбор наилучшего проекта управленческих решений с учетом экономических показателей, экспериментальной и аналитической информации о текущем состоянии проекта;

- периодический аудит и корректировка - определение необходимого объема средств на содержание необходимых работ по улучшению и развитию системы, контроль «обратной связи» и исключение её крайнего проявления.

Рассмотренные управляющая и управляемая подсистемы, так же как и подсистема обеспечения, научная подсистема, микросреда промышленного предприятия, являются составляющими главной системы – организации, характеризующейся единством многообразных форм, аспектов деятельности, организационных структур. Для выявления оптимальных условий функционирования организации необходимо обобщение показателей и свойств больших, сложных систем, составляющих подсистем, типовых процессов и элементов всех уровней. Обобщающие принципы построения инновационной деятельности организации как открытой системы предопределяют цель управления – ликвидацию внутренних и внешних возмущений без изменения выходных параметров системы и корректировку входных и выходных параметров в соответствии с изменениями внешней среды [3].

Литература

1. Кадильникова Т.М. Методология системного проектирования мониторинга сложных объектов/ Кадильникова Т.М.// Будівельні конструкції.-2004.-№60.- С.334-342.
2. Менеджмент инвестиции и инноваций в малом бизнесе: Учеб. пособие / В.М. Аньшин, С.А. Филин. – М., 2003. – 360с.
3. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. – СПб.: Питер, 2002. – 400с.

О.В. КАУТ, А.В. АЛЕШИН

Национальная металлургическая Академия Украины

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ РИСКАМИ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Анализ научных публикаций по проблеме принятия решений в условиях не определенности показал, что в большинстве научных работ широко рассматриваются теоретические вопросы анализа хозяйственного риска в целом, а также конкретных рисков: банковских, коммерческих, валютных, кредитных, финансовых, стратегических, политических и т.др. Разработаны специальные математические методы и модели, предназначенные для оценки вероятности наступления неблагоприятных событий рискованного характера в экономике [1]. Однако остается ряд нерешенных вопросов, связанных с разработкой концепции, методов и моделей управления техническими рисками и их экономическими последствиями на промышленных предприятиях.

Технические риски исследуют, как правило, специалисты технического профиля при проектировании и эксплуатации оборудования. Следует отметить неоднозначность трактовки исследователями понятие «технический риск». Как правило, под техническими рисками понимают вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня за определенный период функционирования производственного предприятия. [2]. В нормативных материалах национального космического агентства Украины риск определяется как количественная характеристика потенциальных потерь, а также вероятности несения потерь [3]. Отсутствует четкое разграничение понятий технический и техногенный риск. Так техногенный риск определяется как комплексный показатель надежности техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений

Совершенствование экономических аспектов исследования технических рисков обусловлено ростом аварийных сбоев и техногенных катастроф, и, как следствие, серьезных экономических потерь, что требует создания единой методологии выявления рискованных событий и прогнозирования возможных убытков, а также разработки превентивных мер по их минимизации. Это требует, прежде всего, уточнения определения «технический риск» и разработке организационно-методического механизма сквозной оценки технического риска на всех этапах создания и функционирования оборудования.

Технический риск – это вероятность отказа объекта технического риска, то есть оборудования, транспортных средств, устройств, вычислительной техники, средств связи, а также повреждение или разру-

шение производственных зданий, сооружений и передаточных устройств, что приводит к негативным экономическим последствиям в форме прямых и косвенных убытков (материальных, трудовых, финансовых).

К факторам технического риска производственной деятельности относятся недостаточный уровень технологической дисциплины, аварии, внеплановые остановки оборудования, прерывания технологического цикла предприятия и другие.

Факторы технического риска процессов обслуживания — это сбои в работе служб, обеспечивающих бесперебойное функционирование основного и вспомогательного производства, например, перебои в энергоснабжении; увеличение, по сравнению с запланированными, сроков ремонта оборудования или их низкое качество; аварии вспомогательных систем, неподготовленность инструментального хозяйства, выход из строя (полный или частичный) вычислительных мощностей в системе обработки информации.

Вероятность рисков события определяется на основе статистических данных о предыдущих случаях, хранящихся в информационной системе предприятия, или, в случае отсутствия информации, - на основе оценок экспертов. Организация работы по систематическому снижению уровня технических рисков и их экономических последствий осуществляется на основе мониторинга, что обеспечивается путем выполнения информационно-аналитических операций: формирование массивов регистрации рисков; регистрация операций с функциональными звеньями с данным затрат на их выполнение; обобщение данных по операциям в средние их функциональных звеньев; систематизация экономических последствий по видам и масштабам потерь; ранжирование объектов технических рисков и производственных операций за размером ущерба и частотой; анализ эффективности превентивных мероприятий по объектам (операциям) в соответствии с рангом рисков; отбор рисков ситуаций с катастрофическими, критическими и допустимыми экономическими последствиями для внедрения превентивных мер; разработка плана реализации превентивных мероприятий; выбор исполнителей и реализация превентивных мероприятий; контроллинг процесса урегулирования экономических последствий технических рисков. Мониторинг в системе управления экономическими последствиями технических рисков играет важную роль в принятии управленческих решений относительно выбора превентивных и компенсационных мероприятий и обосновании их эффективности. Содержание и направленность мероприятий отражено на рисунке 1.



Рис. 1 Классификация мероприятий по минимизации экономических последствий технических рисков

Приведенная на рисунке 1 классификация позволяет скоординировать и повысить целевую направленность мер, разрабатываемых специалистами различных служб и способствует минимизации потерь как на этапе планирования, так и на стадии урегулирования убытков. Поэтому одни меры имеют предупредительный характер, то есть являются превентивными, а вторые направлены на минимизацию потерь при наступлении технических рисков, а вторые имеют комплексный характер и влияют на расходы предприятия как на стадии прогнозирования, так и на стадии урегулирования убытков, например страхования.

Превентивные меры требуют затрат на стадии планирования и предназначены для предупреждения технических рисков и уменьшения возможных убытков. Они связаны с совершенствованием технологии производственных процессов, контролем за соблюдением регламентов технического и ремонтного обслуживания, модернизацией оборудования, повышение уровня техники безопасности и охраны труда, совершенствования организации производства и труда.

Компенсационные меры предназначены для восстановления работоспособности объектов технических рисков и минимизации потерь. Они связаны с адекватной оценкой размера ущерба и определения причин и виновников, выбором исполнителей восстановительных работ, организацией возмещения убытков третьими лицами в соответствии с действующим законодательством, оптимизацией затрат предприятия за компенсацию косвенных убытков.

Страхование как способ минимизации ущерба при управлении техническими рисками имеет двусторонний характер: с одной стороны – это превентивная мера, что требует затрат предприятия на оплату страховой защиты, а с другой стороны это мероприятие является сторонним источником финансирования убытков возникших при наступлении рисковомго события. Универсальный характер страхования и его широкое применение в мировой практике обусловлено тем, что ответственность за собственные убытки, возникшие вследствие технических рисков за определенную плату передается специализированным организациям. Важным этапом принятия решения о страховании является расчет стоимости страхования и сравнение их с возможными потерями предприятия на урегулирование убытков за собственные средства. Для предприятия-страхователя стоимость страхования определяется размером страховой премии. Страховая сумма по договору страхования оборудования от технических рисков равна балансовой стоимости. Процесс разработки и обоснования базовых тарифных ставок по видам страхования, а также их уточнения и упорядочения в зависимости от рисковомго обстоятельств конкретных объектов страхования осуществляется путем проведения актуарных расчетов. Размер тарифа зависит от особенностей объекта страхования и набора рисков, подлежащих страхованию.

Системный подход к выявлению и оценке технического риска на всех этапах жизненного цикла оборудования позволит более эффективно использовать ресурсы, распределять ответственность за потери, улучшать результаты работы предприятия и обеспечивать его экономическую безопасность.

Направлением дальнейших исследований может выступать обоснование, разработка и реализация экономико-математической модели, направленной на оценку технического риска предприятий.

Литература

1. Корнійчук М., Совтус І. Ризик і надійність. Економіко-стохастичні методи й алгоритми побудови та оптимізації систем: Монографія. — К.: КНЕУ, 2000. — 212 с.
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов МУ РД 03-418-01. // М., Гостехнадзор России, 2001.
3. Гарантоздатність програмно-технічних комплексів критичного призначення [електроний ресурс]: Настанова національного космічного агентства України (Галузева система управління якістю). – К., НКАУ. – 2010. Режим доступу: <http://www.nkau.gov.ua>

О.А. КЛИМЕНКО, О.А. СИДЯЧЕНКО, И.В. КОЧУРА
Донецкий национальный технический университет, Украина

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Несмотря на стремительное развитие сырьевого рынка, каменный уголь был и остается самым востребованным видом твердотопливных энергоресурсов. Это обусловлено его дешевизной, высокими тепловыми качествами, а также сравнительной легкостью добычи, что особенно заметно на фоне нефти и газа. Важность и значимость угольной отрасли для экономики Донбасса не вызывает сомнения, так как в ближайшей перспективе она способна обеспечить нужды энергетики и экономики собственным энергоносителем – углем.

На территории Донбасса уже более 200 лет производится подземная добыча угля, который используют для различных нужд в металлургии, химической промышленности, для производства электроэнергии на ТЭС и для отопления жилищ. Тем не менее, недостаток капитальных вложений и материальных ресурсов на модернизацию производства привел к физическому и моральному износу основной части производственных фондов, вызвал значительное отставание в технологии и технике добыче угля по отношению к ведущим горнодобывающим странам. Отрасли необходима коренная модернизация, которая возможна за счет внедрения инноваций во всех сферах деятельности предприятия. Поэтому определение приоритетных направлений инновационной деятельности и развитие инновационного потенциала на угольных предприятиях являются актуальными проблемами.

Проблемой развития инновационного потенциала промышленного предприятия, в том числе угольного, занимались многие отечественные и зарубежные исследователи, такие как С. Валдайцев, И. Гурков, Коренков, К. Кристенсен, М. Рейнор, А.И. Амоша, Б.М. Биренберг, А.И. Кабанов, Л.О.Дудка, Р.А. Фатхутдинов и другие.

Проанализировав работы, посвященные исследованию категории инновационного потенциала, оп-

ределены различные подходы к его определению. Наиболее распространенным является ресурсный, согласно которому инновационный потенциал трактуется как совокупность ресурсов, необходимых для осуществления инновационной деятельности предприятия и условий, которые обеспечивают оптимальное использование этих ресурсов.

Обобщив различные подходы, можно сказать, что понятие инновационного потенциала заключается в совокупности возможностей предприятия в инновационной сфере, в неиспользованных, скрытых возможностях накопленных ресурсов, которые могут быть приведены в действие для достижения целей экономических субъектов.

Несмотря на широту раскрытия инновационных проблем, еще остается круг нерешенных проблем. Актуальными являются проблемы развития и управления инновационным потенциалом для тех промышленных предприятий, которые характеризуются значительным количеством факторов, влияющих на их деятельность. В частности, это предприятия угольной промышленности.

Анализ и систематизация практического опыта и теоретических исследований в сфере реализации инноваций на угольных предприятиях определяют следующие возможные направления инновационной деятельности:

1) применение принципиально нового оборудования, внедрение новых высокопродуктивных комбайнов, а также совершенствование шахтного фонда. Мероприятия по совершенствованию шахтного фонда связаны с внедрением таких инновационных и эффективных схем работы как "лава-шахта" и "шахта-пласт", когда число забоев будет снижено, но нагрузка на каждый из них возрастет. При этом повышать нагрузку на забой можно только после модернизации системы безопасности. Это приведет к концентрации производства и снижению затрат.

2) попутное извлечение и использование шахтного метана, внедрение экологически чистых технологий. Развитие этого инновационного направления очень важно, так как выделение метана в горные выработки является одним из сдерживающих факторов увеличения добычи угля. Кроме того, направление связано с мероприятиями по охране окружающей среды, в частности, предотвращение попадания углекислого газа в атмосферу. В мировом опыте наиболее распространенными методами сокращения выбросов углекислого газа являются, так называемая, технология улавливания углекислого газа, а также утилизация метана в когенерационных установках. Технология улавливания углекислого газа подразумевает его транспортировку к месту хранения и закачку в подземные пористые среды (в истощенные месторождения нефти и газа) или в проницаемые геологические пласты, насыщенные соленой водой. В настоящее время технологии улавливания углекислого газа широко внедряются также в химической промышленности, например, в производстве удобрений. Учитывая, что метан превосходит углекислый газ в 21 раз по парниковому эффекту, то его выделение в атмосферу в цикле уголь-топливо, составляющее 10% от общих антропогенных выбросов, может быть снижено путем утилизации, которая не требует больших капиталовложений. Особенностью утилизации метана в когенерационных установках является производство тепловой или электроэнергии посредством его сжигание в газовых турбинах, что позволит экономить шахте на электроэнергии. В качестве примера можно привести шахты №22 "Коммунарская" ш/у "Донбасс" и АП "шахта им.А.Ф. Засядько", где метан используется для обогрева, поступающего в стволы шахты воздуха в зимний период и для получения электроэнергии для целей предприятий (2 газогенератора). Вследствие этих мероприятий уменьшаются затраты на производство угольной продукции, что влечет за собой снижение себестоимости. В результате сгорания метана экономится до 25% угля. В свою очередь частичное замещение угля метаном при производстве тепловой и электрической энергии снизит выбросы вредных веществ в атмосферу и улучшит экологическую ситуацию в городах.

3) сокращение дополнительного времени на транспортировку ископаемых и повышение рациональности последовательности технологических звеньев - внедрение полной конвейеризации внутришахтного транспорта, что обеспечивает высокую пропускную способность, а также возможность выдачи из шахты обогащенного угля с прямой поставкой потребителю за счет инновационного технического перевооружения угольных предприятий посредством размещения обогатительных фабрик на территории шахт;

4) применение специального оборудования для неблагоприятных горно-геологических условий (пластов малой мощности), с помощью которых достигается более высокое качество угля, а также становится возможна безлюдная выемка угля;

5) повышение безопасности производства, а также уровня его культуры за счет применения современного высокопроизводительного и высоконадежного оборудования, применение комбинированной схемы проветривания с газоотсасывающими вентиляторами, повышение автоматизации добычи угля и устранение «человеческого фактора» из шахт – это направления, которые позволяют снизить аварийность, травмоопасность работ и повысить надежность подземных горных выработок;

6) внедрение технологий по повторному использованию шахтных вод. Развитие этого направления важно по следующим причинам. Во-первых, изъятие из воды минеральных веществ дает возможность дополнительного получения нефтепродуктов. Во-вторых, очищенную воду используют как для нужд самого угледобывающего предприятия - пожаротушения, водоснабжения душей и прачечных, так и для технического водоснабжения предприятий: автотранспортных, металлургических, изготовления строительных материалов, коксохимии и др. В-третьих, это решает проблему дефицита водных ресурсов в маловодных регионах и проблему снижения техногенной нагрузки на окружающую среду благодаря уменьшению сбросов

загрязненных шахтных вод.

7) объединение в ряде случаев все предприятия по добыче и переработке угля в угольные компании под единое управление. Примером может служить компания ДТЭК, добывающая энергетический и коксующийся уголь, который обогащается на собственных предприятиях.

8) осуществление работ по повышению квалификации и комплектности персонала и подготовки новых управленческих кадров для предприятий;

9) применение прогрессивных методов управления, таких как риск-менеджмент, контроллинг и др.;

10) развитие видов бизнеса, напрямую не связанных с добычей угля, но более привлекательных для частных инвесторов. Примером является устройство сельхозпроизводства на АП "Шахта им. А.Ф. Засядько" (г.Донецк), а на его основе биогазовой установки, которая приносит прибыль; строительство заводов промышленной переработки углей в моторные топлива на территории шахт (ЮАР, Новая Зеландия, США, Китай).

На сегодняшний день может стать популярным еще одно направление - шахтный туризм. Учитывая тягу людей к риску и интерес к шахтам, этот вид деятельности может стать полноценным видом экономической деятельности угольных предприятий.

Предложенные направления инновационной деятельности угольного предприятия были классифицированы на основе разделения, на технологические инновации и инновационные бизнес-процессы.

В результате реализации комплекса мероприятий по развитию инновационного потенциала предприятия предусматривается получение ряда экономических, социальных и экологических выгод.

Экономическими выгодами является доход от реализации дополнительно добытого объема угля на внутреннем и внешнем рынках, экономия от использования собственных ресурсов (воды, тепловой и электроэнергии), а также дополнительный доход от реализации квот и избыточного количества произведенных ресурсов.

Одновременно с экономическими выгодами для предприятия общество получает социальные выгоды, которые заключаются в сохранении и дополнительном введении рабочих мест за счет увеличения добычи, внедрения оборудования по дегазации и по очистке шахтных вод.

Также необходимо отметить, что следствием одного из предложенных инновационных направлений, а именно, утилизации метана в когенерационных установках, является улучшение экологической ситуации за счет снижения выбросов газа в атмосферу.

О.С. МАЛЮК

Национальная металлургическая академия Украины

СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ БИЗНЕСА КАК НАПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Инновационное развитие предприятия предполагает реализацию разного рода нововведений, которые позволяют создать определенную ценность для потребителя, обеспечивая предприятию конкурентное преимущество. Необходимость инновационного развития промышленных предприятий продиктована непрерывным развитием мирового научно-технического потенциала и повышенным вниманием мировой общественности к изменению социальных, экологических и других характеристик, вследствие осуществления промышленными предприятиями хозяйственной деятельности.

В условиях глобальной конкуренции для успешного функционирования промышленного предприятия на мировом рынке, становится недостаточно обеспечить высокий уровень качества произведенной предприятием продукции. Особую актуальность приобретает «специфика» ведения бизнеса, а именно: соблюдение в процессе ведения хозяйственной деятельности требований общественной морали, международных стандартов предпринимательской деятельности, принципов устойчивого развития и т.д. Постепенное изменение общемировых ценностей и приоритетов, требует адекватного реформирования действующей практики управления промышленными предприятиями путем обеспечения интеграции принципов, методов и инструментов социальной ответственности во все сферы деятельности объектов хозяйствования.

Вопросы социальной ответственности бизнеса в научной среде рассматриваются с 1953 года. В книге «Социальная ответственность бизнесмена» Х.Р. Боуэном [1] заложены основные аспекты современной концепции социальной ответственности бизнеса, которые предполагают понимание и принятие того факта, что любое предприятие не может существовать изолировано, оно осуществляет свою деятельность в социуме и неразрывно с ним связано. В самом широком понимании, социальная ответственность бизнеса, представляет собой систему организации хозяйственной деятельности, при которой предприятие берет на себя ответственность за влияние всех аспектов своей деятельности на стейкхолдеров (потребителей, поставщиков, работников, окружающую среду, общество и т.д.) в длительном временном периоде.

Сегодня вопросам социальной ответственности бизнеса уделяется повышенное внимание ученых (Шмидт М., Тилинг К., Онищенко В., Пивняк Г., Швец В., Палехова Л. и др.), международных организаций (ООН, ЕС и др.) и правительств многих стран.

Международный опыт реализации данной концепции предполагает соблюдение следующих условий: производство качественной продукции; создание безопасных рабочих мест с достойной оплатой труда; реализация мероприятий направленных на развитие и повышение квалификации персонала; соблюдение требований трудового, налогового, экологического, социального законодательства; соблюдение норм социальной морали и корпоративной этики; эффективное ведение бизнеса с соблюдением интересов стейкхолдеров; реализация программ направленных на развитие территориальных общин, человеческого потенциала, повышения благосостояния общества; т.д.

Особую актуальность концепция социальной ответственности бизнеса приобретает для предприятий, деятельность которых несет повышенные социальные и экологические риски. К ним относят, в первую очередь, предприятия занятые добычей и переработкой минерально-сырьевых ресурсов. Практически все виды работ данных предприятий (разведочные, добыча, переработка, использование минерально-сырьевых ресурсов; работы связанные с использованием, хранением, утилизацией отработанных пород; работы с отработанными месторождениями и т.д.) имеют масштабные социальные и экологические последствия в долгосрочном периоде.

Масштабы социально-экологических последствий во многом определяются именно характером ведения конкретного бизнеса, и связаны с организацией, ответственностью, дальновидностью, всесторонним учетом экономических, социальных, экологических последствий ведения бизнеса и его развития. Ввиду выше изложенного, в статье предложен усовершенствованный методический подход к экономической оценке инвестиционных проектов, который позволит учесть социальные и экологические последствия его внедрения в долгосрочном периоде.

Проблемам учета социальных и экологических последствий реализации инвестиционных проектов в стоимостных показателях, посвящены труды Бородин А., Гришновой О., Медведевой О., Семенов Б., и др. Однако консенсус отсутствует.

По нашему мнению, при проведении оценки экономической эффективности инвестиционных проектов социальные и экологические последствия их реализации целесообразно рассматривать в двух аспектах: 1) денежный поток, который генерируется за счет учета социальной и экологической составляющей инвестиционного проекта; 2) социально-эколого-экономический риск инвестиционного проекта [2].

Первая составляющая, формируется за счет затрат и результатов социального и экологического характера, которые имеют место при соблюдении действующих законодательных норм. Она рассчитывается согласно стандартной методике расчета денежных потоков, и учитывает: инвестиции связанные с реализацией мероприятий социального и экологического характера; величину чистой прибыли, которая обусловлена изменением объемов платежей экологического и социального характера и соответствующих текущих затрат; амортизацией и т.д.

Вторая составляющая, имеет вероятный характер и возникает в случае нарушения норм действующего законодательства вследствие возникновения событий, обусловленных реализацией инвестиционного проекта. Под социально-эколого-экономическим риском инвестиционного проекта, мы понимаем, возможную величину изменения объема ожидаемой прибыли (затрат), которая обусловлена неопределенностью проявления факторов социального и экологического характера.

Проведенный анализ литературных источников показал, что к основным составляющим такого риска, большинство авторов (Бородин А., Медведева О., Орлов П., Семенов Б.) относят вероятные затраты, связанные с оплатой экологических платежей (экологический ущерб, штрафы и т.д.) и затраты социальной направленности, возникающих вследствие аварий, несчастных случаев и т.д. По нашему мнению, при определении величины социально-эколого-экономического риска нецелесообразно ограничиваться только указанными составляющими, так как: 1) существует вероятность возникновения затрат, которые связаны с ограничением (остановкой) деятельности и/или отзывом разрешающих документов социального и экологического характера (в случае наступления указанных событий, возникают значительные затраты, игнорирование которых приведет к искажению показателей экономической эффективности оцениваемого инвестиционного проекта); 2) возможно возникновение других вероятных затрат социального и экологического характера, например, вероятные затраты связанные с увеличением длительности инвестиционной фазы жизненного цикла инвестиционного проекта, которые вызваны проблемами социального и экологического характера или других вероятных платежей не учтенных при определении других составляющих социально-эколого-экономического риска инвестиционного проекта [2].

Учитывая выше изложенное, общую величину социально-эколого-экономического риска инвестиционного проекта (СЭЭР) предлагаем рассчитывать по формуле:

$$\text{СЭЭР} = \text{ВСЭЗ} + \text{ВОД} + \text{ВДЗ}, \quad (1)$$

где ВСЭЗ - величина вероятных социальных и экологических затрат, ден.ед.; ВОД - величина вероятных затрат, которые обусловлены ограничением (остановкой) деятельности вследствие нарушение норм действующего законодательства касательно социальных и экологических аспектов, ден.ед.; ВДЗ - величина других вероятных затрат, которые обусловлены проявлением негативных последствий социального и экологического характера в долгосрочном периоде, ден.ед..

Расчет чистой теперешней стоимости инвестиционного проекта должен учитывать социальные и экологические затраты вероятного характера согласно формулы:

$$NPV_{CЭЭР} = \sum_{t=0}^n CF_t * (1+r)^{t_p-t} \mp \sum_{t=0}^T CЭЭР_t * (1+r)^{t_p-t}, \quad (2)$$

где $NPV_{CЭЭР}$ – чистая теперешняя стоимость инвестиционного проекта с учетом социально-эколого-экономического риска, ден.ед.; t – расчетный период; CF – денежные потоки, ден.ед.; r – показатель дисконта, доли ед.; t_p – период, выбранный в качестве момента приведения разновременных затрат и результатов; $CЭЭР$ – величина (изменение величины) социально-эколого-экономического риска, ден.ед.

Следует обратить внимание на то, что количество периодов оценки социально-эколого-экономического риска (T), может не совпадать с количеством периодов функционирования проекта (n). Это обусловлено особенностями проявления социальных и экологических рисков (вызванных наличием терриконов, пустот, выработок, радиоактивных и токсических отходов, ухудшением состояния здоровья и снижением работоспособности, мутационными и генетическими изменениями в организме человека, которые проявляются у последующих поколений, т.д.). Учитывая это, мы предлагаем, определять количество периодов оценки социально-эколого-экономического риска (T) с привлечением экспертов.

Так как одним из возможных результатов инвестирования считают изменение величины любых затрат в ситуации «с проектом» относительно ситуации «без проекта», в случае уменьшения величины $CЭЭР$ вследствие внедрения инвестиционного проекта, при определении $NPV_{CЭЭР}$ прибавлять к величине CF величину, на которую уменьшится социально-эколого-экономический риск, и наоборот.

Практическое использование предложенного в статье уточненного методического подхода у оценке экономической эффективности инвестирования с учетом социально-эколого-экономического риска, даст возможность повысить точность и достоверность полученных результатов. Это позволит планировать инвестиционную деятельность предприятий, принимая во внимание экономические последствия проявления социальных и экологических рисков в долгосрочном периоде, что соответствует основным требованиям прописанным концепцией социальной ответственности бизнеса.

Литература

1. Bowen H. Social Responsibilities of the Businessman. N.Y.: Harper&Row, 1953.
2. Малюк О.С., Кирилюк В.С. Удосконалення процедури оцінки екологічних та соціальних наслідків розвитку підприємства в контексті соціальної відповідальності // Соціальна відповідальність влади, бізнесу, громадян: колективна монографія: у 2-х т. Т.2./ під заг. ред. Г.Г. Півняка; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. Ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – с 525-529.

О.И. МАСЛАК, О.А. БЕЗРУЧКО, Ю.В. ШЕВЧУК

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ МАРОЧНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

В условиях современного развития рынка первоочередной проблемой маркетинга на предприятии является наращивание нематериального капитала и максимизация стоимости нематериальных активов. В контексте современного состояния бизнеса стоимость компании во многом определяется наличием сильного марочного капитала, что, в свою очередь, диктует необходимость постоянной работы над его совершенствованием и укреплением. Большая часть рыночной стоимости современных предприятий состоит из стоимости ее нематериального компонента. Например, рыночная стоимость украинских брендов (UMC, Roshen, Nemiroff, Оболонь и др.) Оценивается в миллиарды долларов. Считается, что около 75 % рыночной стоимости компании Coca-Cola определяется совокупной стоимостью торговых марок, которые ей принадлежат. Примерно 85% в инвестированный капитал составляет доля нематериальных активов таких общеизвестных компаний, как Procter & Gamble, Microsoft, Johnson & Johnson, Heinz и тому подобное.

Научные представления о категории «марочный капитал» сформировались в 80-х гг. XX в. Так, Д. Аакер определяет марочный капитал как совокупность активов и обязательств, связанных с торговой маркой (брендом), его названием и символом, которые наращивают или ослабляют ценность, предоставляемых товаров или услуг компании. Ф. Котлер и К. Л. Келлер утверждают, что марочный капитал представляет собой добавленную стоимость, которой торговая марка наделяет товар [14]. Эта стоимость может быть обнаружена в том, как потребители думают, чувствуют и ведут себя по отношению к марке, а соответственно, и в ее цене, доле рынка и уровне дохода, который марка приносит фирме (табл. 1).

В этапах создания элементов марочного капитала – товара и торговой марки – в первую очередь участвует производитель. Этап разработки бренда характеризуется участием потребителей, так как бренды существуют только в сознании потребителей, и без их эмоциональной привязанности компании есть и будут только обезличенными предприятиями, товарами и услугами, товарными марками [3].

Теоретические подходы к определению понятия «марочный капитал»

Автор	Определение
А. В. Федорченко, И. К. Ярошенко	Марочный капитал – это дополнительная стоимость продукта, которую он приобретает в результате положительного отношения к нему со стороны представителей целевого рынка, выступает стратегической целью для многих производителей
П. Фелдвик	Марочный капитал рассматривает с позиции трех составляющих: 1) имиджа (образа) бренда, то есть совокупности потребительского восприятия, ассоциаций и убеждений как когнитивных, так и эмоциональных по торговой марки; 2) силы бренда, то есть степени потребительской верности бренда и желание платить ценовую премию за марку 3) общей стоимости торговой марки в качестве самостоятельного актива, который можно включать в баланс или продавать
О. В. Кендюхов	Марочный капитал – это способны создавать новую стоимость (доход) марочные ресурсы предприятия, представленные торговыми марками, корпоративным именем, а также другими интеллектуальными продуктами брендинга, созданными самостоятельно или купленными как средства создания новой стоимости
Ф. Котлер, К. Келлер	Марочный капитал – это добавленная стоимость, которой торговая марка наделяет товар, которая может быть выражена в том, что потребители думают, чувствуют и как действуют относительно марки, а также в цене товара, части на рынке и уровне дохода, марка приносит

Исследуя марочный капитал предприятия необходимо уделить внимание дефиниции понятия «бренд», буквально этот термин означает «выжигать клеймо». Существует устойчивое представление о том, что бренд – это известная торговая марка. Эти категории близки по смыслу, но неправильно считать их тождественными, поскольку не каждая марка является брендом. Бренд, кроме своих функциональных свойств, в определенной степени связан с личностью потребителя, с его индивидуальными и социальными особенностями [2].

Таким образом, бренд – это ожидания, которые потребитель хочет получить от использования данного продукта и ценное, актуальное, правдивое обещание, которое может быть выполнено только данным производителем продукта. Вполне понятно, что создание и поддержка бренда продукции – это длительный процесс, в рамках осуществления которого требуется не просто производить товар высокого качества, выгодно отличаясь бы среди товаров-конкурентов. Гораздо важнее обеспечить устойчивые положительные ассоциации в сознании потребителей о том, что именно этот товар способен наилучшим образом удовлетворить как функциональные потребности – за счет базовой или функциональной его ценности, так и потребности в повышении собственного социального статуса – например, в глазах представителей референтных групп, то есть вторичные или производные потребности [1].

По версии консалтинговой компании Interbrand самым дорогим брендом в мире уже несколько лет подряд остается компания Apple – производитель персональных и планшетных компьютеров, аудиоплееров, телефонов, программного обеспечения. Компания также является одним из пионеров в области персональных компьютеров и современных многозадачных операционных систем с графическим интерфейсом (табл. 2).

Таблица 2

Самые дорогие бренды мира в 2014 г.

Место в рейтинге	Консалтинговая компания Interbrand	млрд дол. США	Финансово-экономический журнал Forbes	млрд дол. США	Компания BrandZ	млрд дол. США
1	Apple	179,276	Apple	104,3	Google	158,8
2	Google	120,314	Microsoft	56,7	Apple	147,88
3	Coca-Cola	78,423	Coca - Cola	54,9	IBM	107,5
4	Microsoft	67,67	IBM	50,7	Microsoft	90,2
5	IBM	65,95	Google	47,3	McDonald's	85,7
6	Toyota	49,48	McDonald's	39,4	Coca-Cola	80,68
7	Samsung	45,297	General Electric	34,2	Visa	79,2
8	General Electric	42,267	Intel	30,9	AT & T	77,9
9	McDonald's	39,809	Samsung	29,5	Marlboro	67,3
10	Amazon	37,948	Louis Vuitton	28,4	Amazon	64,3

Отметим, что по версии компании BrandZ на первом месте рейтинга 2014 г. оказался интернет-гигант, которому удалось оттеснить Apple. Google-очки, инвестиции в искусственный интеллект, развитие операционной системы Android совместно с различными новыми партнерами – куча инноваций позволила Google повысить стоимость своего бренда на 40 %, до \$ 159 млрд. Компания поддерживает и разрабатывает ряд интернет-сервисов и продуктов, получая прибыль прежде всего от рекламы через программу AdWords.

Ценность бренда формируют 6 основных источников: 1) опыт использования. Если изделия определенной торговой марки за долгие годы зарекомендовали себя с лучшей стороны, марка приобретает добавленную ценность как знакомая и надежная; 2) представление пользователя. Престижный образ создается с помощью спонсорства и рекламы, в которой бренд ассоциируется с привлекательными или известными

людьми; 3) сила убеждения. Иногда уверенность потребителя в качестве продукта определенного бренда увеличивает эффективность последнего. Основой для устойчивых убеждений могут служить сравнительные оценки собственных представлений о продукте, его технические характеристики и мнения независимых экспертов; 4) внешний аспект. Дизайн продукции, принадлежащей определенному бренду, непосредственно влияет на представление о качестве продукта. 5) имя и репутация производителя. Часто известное имя компании присваивается новому продукту и на него переносятся положительные ассоциации имени компании, вызывает доверие потребителей и желание испытать товар; 6) эмоциональные основания. Покупая автомобиль марки «Mercedes», человек не просто покупает средство передвижения, но заявляет о своем статусе. С помощью брендов покупатели демонстрируют окружающим свой стиль жизни, интересы, ценности и уровень благосостояния.

Таким образом, в основе развития популярности, силы бренда лежит, в первую очередь, отношение потребителя к товару, восприятие продукта глазами покупателя, на наш взгляд, в процессе выявления перспективных сегментов для развития брендов и повышение уровня его конкурентоспособности целесообразно концентрировать внимание именно на потребностях потребителя и уровне их удовлетворенности. Специфика бренда заключается в том, что вся деятельность компании строится на создании продолжительных отношений с потребителями путем встраивания эмоционального компонента в каждый контакт и формирования тем самым их лояльности марке. В последнее время, наряду с вступлением в эру информатизации активизируются исследования в области интегрированных коммуникаций и природы формирования потребительских предпочтений.

Литература

1. Капферер, Жан-Ноэль Бренд навсегда: создание, развитие, поддержка ценности бренда / Жан-Ноэль Капферер ; пер. с англ. Е. В. Виноградовой; под. общ. ред. В. Н. Домнина. – Москва: Вершина, 2007. – 448 с.
2. Ковалевська А. В. Марочний капітал як фактор забезпечення ринкової капіталізації підприємства [Електронний ресурс] / А. В. Ковалевська // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. – 2013. – № 2. – С. 130–134. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/ujrn/piprp_2013_2_27
3. Мельников А. Б. Инновационные глобальные ргомо-технологии: основные проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / А. Б. Мельников, Л. А. Белова, П. В. Назаретян. – режим доступа : http://journal.kfrgteu.ru/files/1/2011_2_15.pdf

О.Н. РЯБИЧ, А.Ю. АВЕРИН, Р.А. ТРОИЦКАЯ
Донецкий национальный технический университет

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ УГЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Обеспечение устойчивого развития угледобывающих предприятий Донбасса является приоритетным направлением развития экономики, поскольку минерально-сырьевой потенциал региона обуславливает эффективность функционирования других отраслей промышленности и уровень развития социальной сферы.

Поддержание экономически целесообразных соотношений между показателями качества реализуемого угля и требованиями к нему одно из ключевых технических задач современной угледобычи. К числу основных показателей качества, оказывающих существенное влияние на конкурентоспособность угольной продукции, относится зольность добытой горной массы. Увеличение зольности добываемого угля приводит к росту затрат на обогащение и его транспортировку.

Таблица 1

Сравнительная характеристика Донецкого и Кузбасского угольных бассейнов

Наименование	Донецкий каменноугольный бассейн	Кузнецкий угольный бассейн
Запасы полезного ископаемого	140,8 млрд. т	690 млрд. т
Природная зольность	7-20%	9-23%
Зольность добываемого угля	30-36%	10-28%
Цена на уголь марки «ОС»	1400-1600 руб.	1900-2300 руб.

На основе проведенного сравнительного анализа следует отметить, что угледобывающие предприятия Донбасса не используют свои конкурентные преимущества и снижают качественные характеристики угля при его добыче, уменьшая при этом свой уровень доходности. Вследствие этого формирование механизма реализации угля основанного на обосновании технических решений по управлению качеством продукции является актуальной научной задачей.

Цель данного исследования заключается в разработке механизма реализации угольной продукции для обеспечения экономически устойчивого развития угледобывающих предприятий всех форм собственности на примере шахты «Северная» ГП «Макеевуголь».

Обоснование технических решений по управлению качеством продукции заключается в разработке мероприятий в пределах технологической схемы выемочного участка шахты. Следует учесть, что качество углей определяется не только их марочным составом или теплотой сгорания, а всей совокупностью

показателей, при этом зольность, пожалуй, один из важнейших факторов определяющих качество, так как имеется возможность контроля над ней, определёнными мероприятиями, либо же с помощью обогащения.

Шахта «Северная» перспективное угледобывающее предприятие Донбасса. На основе проведенного анализа шахты, авторами предлагается технологическое мероприятие по разделению подготовительных и очистных работ, изменив сплошную систему разработки на столбовую, при этом зольность угля снизится более чем на 10%.

Актуальным вопросом для угольных предприятий является сбыт своей продукции. В современных условиях реализацию угольной продукции осуществляют по двум схемам: по «прямым» договорам между угледобывающими предприятиями и потребителями, а также через оператора оптового рынка угольной продукции.

Модель централизованного сбыта угольной продукции через единого государственного оператора оптового рынка сыграла существенную роль в стабилизации на начальных этапах рыночных преобразований экономики. Выполняя функции координатора рынка, оператором осуществлялось распределение угольной продукции по фиксированным расчетным ценам между потребителями, что обеспечивало их устойчивое производственное положение, гарантировало удовлетворения государственных нужд в угольных ресурсах и своевременное возмещение производителю стоимости продукции.

В современных условиях важным этапом реформирования угольной отрасли является создание свободного биржевого рынка угля, что позволит в среднесрочной перспективе получить рыночный механизм формирования цены на угольную продукцию, упростить и сократить время процедуры закупки и продажи угольной продукции для государственных предприятий.

Кроме того, биржевая торговля позволит повысить инвестиционную привлекательность угольных предприятий и увеличит рост объемов инвестиций. Преимущества и недостатки рассмотренных инструментов реализации угля представлены в таблице.

Таблица 2

Преимущества и недостатки инструментов реализации угля

Преимущества электронной товарной биржи	Недостатки инструментов реализации угля: прямые «договора», оптовый рынок, внутрикорпоративные договора
Формирование конкурентной среды для покупателей и продавцов (участие в биржевых торгах на равных условиях как покупателей, так и продавцов, дает возможность приобрести или продать угольную продукцию по самой выгодной цене на основе свободной конкуренции)	Нарушение баланса экономических интересов производителей и потребителей из-за отсутствия на рынке возможности установления рыночных цен, наличие посредников
Упрощение процедуры поиска потенциальных покупателей и заключения договоров купли-продажи	Перекрестное субсидирование эффективно действующими угледобывающими предприятиями убыточных, что снижает мотивацию производителей угольной продукции в конкуренции
Создание возможности осуществлять оптовую торговлю угольной продукцией и постепенному переходу к другим срочным форм биржевых контрактов (фьючерсные, форвардные и другие) и производных финансовых инструментов (хеджирование)	Создание барьеров для эффективной торговли между малыми угледобывающими предприятиями и покупателями, в частности металлургическими комбинатами, бытовыми потребителями, производителями цемента, содовыми и сахарными заводами, горно-обогатительными комбинатами, железнодорожной отраслью
Установления справедливой цены на основе реального баланса спроса и предложения на угольную продукцию исходя из рыночной конъюнктуры. Организация биржевой экспертизы качества товара и оценки залогового имущества по клиринговым операциям	Снижение инвестиционной привлекательности угольной отрасли из-за непрозрачности ценообразования и регулирования сбыта

На рис.1. представлен механизм реализации угольной продукции угледобывающими предприятиями всех форм собственности с учетом преимуществ и недостатков существующих инструментов сбыта и методов ценообразования угля.



Рис. 1. Механизм реализации угля с учетом преимуществ и недостатков современных инструментов сбыта продукции

В условиях необходимости экономического обеспечения устойчивого развития угольных предприятий Донбасса, особую важность приобретает разработка механизма реализации угольной продукции на основе обоснования технических решений по управлению качеством продукции. Приоритетным инструментом реализации угля для предприятий государственной формы собственности может стать электронная товарная биржа. Рассчитанный ожидаемый эффект от реализации угля на основе требований электронной товарной биржи на примере шахты «Северная» ГП «Макеевуголь» составит более 100 тыс. руб.

О.Н. РЯБИЧ, В.А. ЧЕРНЕНКО, И.М. КОРНИЕНКО
Донецкий национальный технический университет, Украина

СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В современных условиях переход на инновационное развитие имеет первоочередное значение для угольной отрасли, играющей важную роль в отечественном топливно-энергетическом комплексе и в значительной степени обеспечивающей энергетическую безопасность страны. Также состояние и пути развития угольной отрасли непосредственно влияют на условия жизни населения региона, в которых угольные предприятия являются градообразующими.

Анализ научных разработок посвященных проблеме развития угольной промышленности показал, что необходимо более детальное исследование экономических стимулирующих рычагов обеспечивающих инновационное развитие данной отрасли.

Целью данного исследования является разработка экономического механизма стимулирования инновационного развития угольной отрасли, основанного на создании внутреннего рынка сертификатов метана угольных месторождений.

Результат. В настоящее время развитие процесса добыча и рационального использования метана в стране затруднено, при этом данное направление имеет множество перспектив, и в то же время практически не имеет заинтересованности у инвесторов. Метан высвобождается в результате горных работ, накапливается в шахтном пространстве и затем выбрасывается в атмосферу. Это взрывоопасный газ (при концентрации в воздухе в пределах 4,4 % - 17%), представляющий собой серьезную угрозу безопасности шахты. Являясь нетоксичным газом, метан, поступающий в атмосферу, приводит к глобальному потеплению, так как он второй по значимости парниковый газ, регламентируемый Киотским протоколом. Объем выбросов метана угольных месторождений составляет более 6% от общего количества выбросов парниковых газов, он также является очень мощным парниковым газом, его потенциал в 21 раз превышает CO₂.

На основе законодательных норм угольные предприятия должны в обязательном порядке утилизировать весь метан, образующийся в процессе добычи угля, а не выбрасывать его в атмосферу и эксплуатация шахт без систем подземной дегазации в дальнейшем будет запрещена. Кроме того, дегазация угольных пластов обязательна, когда природная метаносность пласта превышает $13 \text{ м}^3/\text{т}$ сухой беззольной массы и вентиляцией невозможно обеспечить содержание метана в исходящей струе очистной горной выработки в размере менее 1%. Дегазация выработанного пространства обязательна, когда концентрация метана в газоотводящих трубопроводах и газодренажных выработках превышает 3%. Несоблюдение установленных закононом требований к проведению дегазации при добыче угля влечёт за собой применение административной ответственности в виде штрафных санкций.

К примеру, в Донбассе из 95 угольных предприятий системой подземной дегазации оснащены 28, причем в хозяйственных целях газ метан используют только 11 шахт.

Добыча метана – это деятельность, которая включает комплекс технических мероприятий, направленных на извлечение газа угольных месторождений угольных пластов, вмещающих пород и подземных полостей действующих шахт и тех, что готовятся к эксплуатации, и угольных месторождений, промышленная разработка которых не осуществлялась, независимо от их дальнейшего использования, а также отработанных угольных месторождений, если извлечение метана предназначено для дальнейшего использования в качестве материального или энергетического ресурса.

Для обеспечения устойчивого развития на основе эффективной добычи и использованию метана как материального и энергетического ресурса, а также повышения безопасности угледобычи в отрасли необходима разработка экономических стимулов.

Газ метан угольных месторождений регламентирован как альтернативный источник энергии, поэтому для экономического стимулирования инновационного развития угольной отрасли предлагается создание системы внутреннего рынка сертификатов шахтного метана, включающей координатора рынка с функциями формирования реестра, выдачей и погашением сертификатов шахтного метана.

Авторами предлагается рассматривать сертификат шахтного метана, как документальное подтверждение объемов производства электрической энергии на основе использования АИЭ, т.е. газа метана угольных месторождений.

Основополагающей функцией данных сертификатов должно быть обеспечение мониторинга производства энергии из АИЭ основанного на:

- оценке объемов производства и потребления электрической энергии на основе АИЭ;
- раскрытии и подтверждении информации о метане угольных месторождений, используемом при производстве энергии из АИЭ;
- реализации схем поддержки производства энергии из АИЭ.

Государственное стимулирование инновационного развития угольной отрасли должно основываться на выделении генераторам энергии дотаций, надбавок или других видов финансовой помощи, при этом их размер привязывается к количеству сертификатов шахтного метана.

Система внутреннего рынка сертификатов шахтного метана должна основываться на передаче (переуступке) прав на сертификаты от генераторов энергии из газа метана угольных месторождений, генераторам любого другого вида энергии, при этом первые лишаются возможности публичного представления своей энергии как возобновляемой. Сертификаты можно будет продавать, или перепродавать вплоть до их выведения из оборота (погашения) в рамках данной системы внутреннего рынка. Кроме того, сертификат может быть наделен кредитной функцией или платежным средством в рамках инвестиционных проектов.

Сертификат шахтного метана аналогично сертификату «зеленых сертификатов» должен иметь следующие обязательные реквизиты: реквизиты генератора; период, в который была произведена энергия из АИЭ; объем электрической энергии АИЭ; установленная мощность генератора; тип генератора АИЭ; отметка о получении господдержки; отметка о переходе права на получение господдержки; реквизиты следующего за генератором лица, имеющего право на получение господдержки; отметка о погашении сертификата; прочие атрибуты в соответствии со стандартами Международной ассоциация RECS International.

Система внутреннего рынка сертификатов шахтного метана – это экономический стимул внедрения инновационных ресурсосберегающих технологий добычи и использования как метана, извлекаемого в процессе дегазации, так и метана вентиляционных струй при проветривании шахты. При этом финансовая нагрузка перераспределится на метанообильные шахты, в которых работы по использованию метана и дегазации шахт ведутся в незначительных объемах.

При возрастающей специализации технологических процессов и специфических особенностей использования шахтного метана, освоение технологий его утилизации всеми угольными предприятиями нецелесообразно. Поэтому предлагается формирование узкоспециализированных предприятий по добыче и утилизации метана, имеющих опыт в данной области. В результате использования шахтного метана помимо коммерческого результата (выработки электрической или тепловой энергии, продажи метана, производства продуктов газохимии и т.д.) данные предприятия будут являться получателями сертификатов шахтного метана. Так как сертификаты будут являться финансовым инструментом, то на них будет сформирован спрос со стороны предприятий угледобычи.

В результате инициирования проектов по утилизации шахтного метана на значительной части производственных объектов угледобычи будут созданы предпосылки для перехода от объектной системы, где

типовым продуктом в настоящее время является товар к средовой системе, которая наряду с производством товаров будет способствовать повышению безопасности работы на шахтах.

Механизм стимулирования инновационного развития угольной отрасли, основанный на формировании системы внутреннего рынка сертификатов шахтного метана будет выполнять задачи по снижению транзакционных издержек в системе средового типа, способствуя функционированию и развитию межобъектных институтов по снижению аварийности угледобычи. Специализированные предприятия, которые фактически возьмут на себе функции стратегического аутсорсинга по утилизации шахтного метана, будут способствовать коммуникации и координации работ по повышению безопасности угледобычи, созданию условий для обмена инновационными ресурсосберегающими технологиями между предприятиями угольной промышленности.



Рис. Схема внутреннего рынка сертификатов шахтного метана

Переход от объектной к средовой экономической системе создаст условия для объединения вновь созданных специализированных предприятий в инновационно-промышленные кластеры по вовлечению в хозяйственный оборот малоиспользуемого шахтного метана. Создание внутреннего рынка сертификатов шахтного метана будет являться механизмом, способствующим не только использованию существующих технических решений, но и формирующим спрос на новые исследования и разработки.

Дальнейшее развитие системы внутреннего рынка сертификатов шахтного метана может быть расширено с целью вовлечение в хозяйственный оборот промышленных, а в дальнейшем и бытовых отходов.

Таким образом, формирование системы внутреннего рынка сертификатов шахтного метана позволит решить комплекс проблем: по обеспечению устойчивого развития региона на основе эффективной добыче и использованию метана как энергетического ресурса, моторного топлива; экологических, путем ликвидации выбросов в атмосферу сильнейшего парникового газа; повысить безопасность угледобычи в отрасли, а также нагрузку на очистной забой, за счет снятия ограничения по газовому фактору и др.

Ю.П. СИНИЦЫНА, Я.С. СИНИЦЫН, С.В. ЖУРАВЛЕВА
Национальная металлургическая академия Украины

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА МИКРОЭКОНОМИЧЕСКОМ УРОВНЕ

Решение многих задач национальной экономики как целостного экономического организма напрямую зависит от деятельности каждого предприятия. Особое значение для развития и саморегулирования экономической системы имеет инновационная деятельность субъектов хозяйствования. Только путем введения инноваций можно быстро и эффективно трансформировать малое и среднее предпринимательство и одновременно обеспечить выход на мировой уровень, что чрезвычайно важно для нашего государства с потенциалом индустриальной страны.

Проблема интенсификации перехода на инновационный путь развития особенно остро стоит перед отечественными промышленными предприятиями, которые теряют рыночные позиции и держатся на рынке в значительной части за счет реализации стратегии исчерпания возможностей, в т.ч. использование дешевой рабочей силы, практического приостановлении обновление производственных мощностей и особенно техники и оборудования.

Проблематику инноваций в системе управления промышленными предприятиями и вопросами поиска путей интенсификации перехода на инновационный путь развития на разных уровнях (страны, региона или отрасли, отдельного предприятия) занимались многие отечественные и зарубежных ученых, в частности отечественные ученые: А.И. Амоша, А.А. Беловодская, И.П. Булеев, Б.В. Буркинский, В.М. Геец, С.Ю. Глазьев, В.

М. Данилишин, М.П. Денисенко, В.И. Дубницкий, М.М. Меркулов, Л. Таранюк, Н.С. Ильяшенко, Р.А. Фатхутдинов, Л.И. Федулова, Н.И. Чухрай, А.И. Яковлев, а также зарубежные - И. Ансофф, К. Кристенсен, Г. Минтцберг, М.Е. Рейнор, Б. Санто, М.Мескон, М. Альберт, Ф.Хедоури, Д.А. Новиков, А.А. Иващенко и др.

Падение цен на металл обусловлено резким сокращением спроса на листовую прокат со стороны автомобильной промышленности развитых стран и на сталь со стороны развивающихся стран.

Сужение спроса обострило конкуренцию: на рынке остались только те игроки, которые минимизировали себестоимость продукции. Поэтому против национальных производителей сыграли следующие факторы:

- Высокая энергоемкость продукции из-за устаревших технологий и износ основных фондов. В целом украинские металлурги тратят почти в два раза больше энергии, чем их конкуренты. При этом отечественные предприятия ежегодно потребляют 6-7 миллиардов кубометров газа, тогда как большинство мировых производителей уже давно отказались от использования этого энергоносителя.

- Монополизм на сырьевых рынках Украины, прежде всего в сегментах железной руды, коксующегося угля и кокса, что приводит к удорожанию сырья за ее низкого качества.

- Неконтролируемый рост цен на услуги государственных монополий. Прежде всего, речь идет о тарифах на электроэнергию, железнодорожные перевозки и ставки портовых сборов.

- Отсутствие быстрой, адекватной и эффективной антикризисной политики со стороны правительства.

Анализ положения дел в отрасли свидетельствует о том, что меньше всего производство упало на предприятиях, которые имеют собственную сырьевую базу и занимаются модернизацией.

В соревнованиях между странами, экономическими регионами, компаниями побеждает тот, кто сумел адаптировать свою стратегию развития до особенностей внешней среды, достиг успехов в коммерциализации инноваций. Поэтому формирование экономической стратегии для субъектов хозяйствования является одним из основных факторов, обеспечивает их эффективное функционирование в условиях глобальной конкуренции.

Для Украины проблема развития инновационной деятельности является чрезвычайно актуальной, потому что проблема повышения эффективности производства стоит перед каждой предпринимательской структурой, поскольку подавляющее их большинство образована в процессе приватизации на базе бывших государственных предприятий. Следует отметить, что почти все предприятия работают на устаревшем оборудовании, а технологии, которые используются в базовых отраслях, остались на уровне достижений научно-технического прогресса 50 - 60-х годов. О том, что инновационное развитие отечественных предприятий находится на низком уровне, свидетельствует и тот факт, что доля Украины в научно-техническом развитии стран Европы в десятки раз ниже ее среднего уровня развития.

От эффективной организации и осуществления инновационной деятельности зависит достижение предприятия своей конечной цели создания, которая может проявляться в максимизации прибыли, устойчивому экономическому положению в ближайшей и долгосрочной перспективе, устойчивых конкурентных преимуществах на рынке и расширении рынков сбыта, качественном и полном удовлетворении новых потребностей потребителей и тому подобное. Вместе с тем, инновационная деятельность выступает мощным катализатором развития отечественной экономики, надежной гарантией высокоэффективного бизнеса.

Итак, одним из путей повышения эффективности инновационной деятельности предприятия является разработка комплексной системы принципов ее организации и осуществления.

Организация инновационных процессов существенно зависит от состояния развития науки, техники и производства, ведь сейчас, в условиях научно-технической революции, ни техника, ни производство не могут развиваться и совершенствоваться без осуществления научных исследований и разработок. В свою очередь развитие науки без совершенной техники (измерительной, экспериментальной) тоже невозможно. Поэтому можно утверждать, что основательно разобраться в организации инновационной деятельности поможет рассмотрение взаимного проникновения элементов системы, то есть исследование комплексной системы «наука - техника - производство - потребление».

На каждом уровне управления (национальная экономика, регион, предприятие) инновационная стратегия имеет свои особенности. Например, на макроуровне она связана с внедрением новой техники и технологии, появлением новых видов интеллектуальной деятельности, то есть с радикальными инновациями. На моно- и микроуровнях - с общей стратегией субъектов, степени их инновационности или готовности к изменениям.

В общем виде механизм управления реализацией инновационной политики на промышленном предприятии состоит из нескольких этапов, которые в своей совокупности образуют комплексную систему управления на предприятии.

В частности, целями, которые формируются на первом этапе механизма выступают: оптимизация затрат на изготовление новых промышленных изделий предприятием с учетом резервов ресурсосбережения на всех стадиях их жизненного цикла; совершенствование существующей системы нормативов затрат ресурсов на предприятии; активизация поиска резервов ресурсосбережения на отдельных участках производства с целью снижения уровня ресурсоемкости существующих изделий; снижение вредного воздействия деятельности на окружающую среду [1].

Конкретизация поставленных целей происходит на втором этапе механизма, который содержит следующие задачи: совершенствование конструкции существующих изделий в направлении ресурсосбереже-

ния; обеспечение качественного снабжения предприятия необходимыми материалами; более рациональная организация технологического процесса изготовления существующих изделий и т. д. [1].

На третьем этапе определяются субъекты целевого воздействия, путем исследования субъектов внешней и внутренней среды предприятия, а также особенности объектов - технологические процессы, производственные участки, производственные операции и т. д. [1].

Четвертый этап предусматривает формирование множества альтернативных вариантов инновационных ресурсосберегающих мероприятий. На этом этапе проводится экономическая оценка эффективности и определения наиболее эффективных, которые формируют итоговый комплекс мероприятий, подлежащего дальнейшей реализации [1].

На пятом этапе осуществляется выбор инструментария для реализации комплекса, и определяются источники их финансирования. Параллельно с выбором инструментария реализации инновационных мероприятий определяется конкретный источник и возможности практического использования на макроуровне [2].

На шестом этапе происходит практическая реализация инновационных мероприятий в связи с принятием и выполнения соответствующих управленческих решений, а также осуществляется контроль за ходом их выполнения [3].

Итоговым этапом механизма является оценка результатов воздействия инновационной политики на объекты управления, с использованием показателей, отражающих степень изменения исходных показателей [3].

Итак, с целью стимулирования реализации инновационной политики на микроэкономическом уровне сформирован механизм управления ресурсосбережением на предприятии. Главной целью механизма регулирования определены максимизацию прибыли промышленного предприятия за счет выявления и практического использования имеющихся резервов ресурсосбережения на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Подводя итоги, необходимо отметить, что практика наиболее развитых в социально-экономическом плане стран показывает, что для интенсификации процессов их развития, преимущественно на основе инновационной деятельности, нужно использовать все инструменты и методы интенсификации перехода субъектов хозяйствования на инновационное развитие.

Литература

1. Дацій Н. Формування нової інноваційної політики // Інвестиції: практика і досвід. – 2008. - №20 – С. 19–22.
2. Бутник О. Використання потенціалу формування інноваційного розвитку в сучасних економічних умовах // Інвестиції: практика та досвід. – 2009. - №4. – С. 18–21.
3. Корінько М. Інновації у діяльності суб'єктів господарювання // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – №5. – С. 149–154.

ТАН СЮЙ ВЭЙ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСА ПО ОСВОЕНИЮ МАРГИНАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ

Маргинальные низкорентабельные месторождения нефти составляя значительную часть ресурсного потенциала являются перспективными объектами развития нефтегазового комплекса страны. Объективная необходимость их вовлечения в народнохозяйственный оборот диктуется следующими принципиальными положениями:

- очевидной исчерпаемостью высокорентабельных запасов углеводородов в пределах территорий доступных для экономически эффективного освоения;
- переходом на добычу нефти в экстремальных условиях производства работ, в том числе арктическом и глубоководном, на больших глубинах, на значительно удаленных от потребителей неосвоенных территориях;
- наличием значительных объемов разведанных месторождений нефти с трудноизвлекаемыми запасами в сложных природно-климатических условиях.

Соотношение маргинальных и текущих запасов нефти различается в основных нефтегазоносных районах России (рис.1). Наибольших удельный вес этих ресурсов приходится в настоящее время на Северо-Западный и Приволжский районы [1].

Категория «Маргинальный объект освоения» на наш взгляд носит преимущественно экономический характер и включает в себя следующие группы объектов: мелкие по запасам и низкодебитные объекты освоения, трудноизвлекаемые объекты в осложненных горно-геологических условиях с никопоровыми и низкопроницаемыми коллекторами, средние и крупные геологические объекты расположенные в трудноос-

тупных регионах и шельфе, нетрадиционные ресурсы УВС для которых отсутствуют необходимые технологии обеспечивающие их рентабельное вовлечение в народнохозяйственный оборот и др.

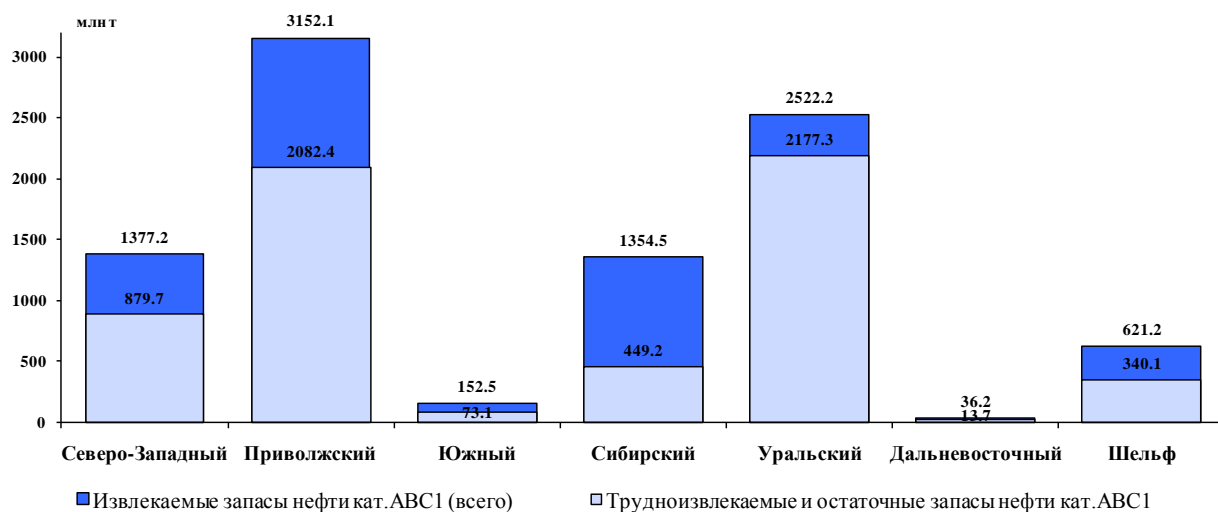


Рис. 1 Соотношение трудноизвлекаемых и текущих запасов нефти

Российская Федерация располагает ресурсами маргинальных месторождений УВ сырья, сопоставимыми с объёмы разрабатываемых в настоящее время месторождений нефти и газа. Рентабельность разработки таких месторождений во многом будет зависеть от мировых тенденций спроса на углеводородное сырье (УВС) и волатильности цен на нефть. Однако практическое освоение этих ресурсов в большинстве случаев затруднено в связи с низкой изученностью, отсутствием апробированных технологий, низкой конкурентоспособностью по сравнению с главными углеводородными ресурсами страны – нефтью и природным газом.

Достигнутый в мире прогресс в технологиях добычи нефтегазового сырья допускает рентабельное освоение маргинальных месторождений нефти со стоимостью эквивалентной стоимости сырья на мировом рынке. Однако масштабное развитие нефтедобывающих комплексов по освоению маргинальных месторождений требует комплекса мер по государственному стимулированию, развитию инновационных технологий и организационных схем повышения его инвестиционной привлекательности.



Рис. 2. Проблемное поле изучения и освоения маргинальных объектов нефти в России

Комплекс проблем, который предстоит решить отраслевой науке и недропользователям в сфере геологического изучения трудноизвлекаемых маргинальных ресурсов и запасов углеводородного сырья очень широк. К ним относятся вопросы совершенствования нормативно-правовых основ недропользования,

разработка схем стимулирования недропользователей, развития новых методов и технологий при геологическом изучении и освоении таких объектов (рис. 2).

Практика освоения маргинальных месторождений за рубежом показала, что для обеспечения эффективности их освоения требуются не просто новые технологии. Зачастую требуется применение сочетания нескольких технологий, соединения их в составе новых, до этого не применявшихся, технологических схем [3].

Решение перечисленных выше проблем и реализация стратегических приоритетов устойчивого развития комплекса по освоению маргинальных месторождений нефти требует обоснования адекватного поставленным целям организационно-экономического механизма. Разработка такого механизма обеспечит своевременное изучение и разработку дополнительных резервов в виде маргинальных месторождений, что в свою очередь позволит длительное время поддерживать уровень добычи нефти с рентабельными экономическими показателями.

Организационно-экономический механизм (ОЭМ) — совокупность методов и средств экономического влияния на состояние производства и его эффективность. В экономической литературе термину «организационно-экономический механизм» (ОЭМ) часто противопоставляются такие термины, как «экономический механизм», «организационный механизм», «хозяйственный механизм». Рассмотрим данные понятия с целью структуризации их относительно друг друга.

Программно-целевые мероприятия механизма инновационного развития комплекса по освоению маргинальных месторождений УВ объединяются в следующие целевые группы: развитие ресурсной базы и лицензирование недр УВ маргинальных месторождений и низкопроницаемых коллекторах, формирование производственной инфраструктуры и организация нефте(газо)добычи, инновационное развитие технологий освоения УВ в сланцевых толщах и низкопроницаемых коллекторах, развитие транспортных схем поставок данных видов УВС потребителям, включая развитие экспортных направлений, развитие нефтепереработки и нефтехимии сланцевой нефти (газа) и др/ [2]

Для обеспечения своевременного изучения и освоения маргинальных трудноизвлекаемых запасов нефти в РФ необходимо на уровне Министерств и Ведомств разработать скоординированную программу действий предусматривающую следующие шаги:

1. Разработать программы оценки ресурсов нефти маргинальных месторождений (на специальных полигонах) выборочно для территорий с предполагаемым ближнесрочным их освоением.
2. Подготовить запасы наиболее перспективных территорий на основе госбюджета или государственно-частного партнерства (первоочередные по сланцевому газу и нефти и низкопористым коллекторам с целью их оценки и выделения первоочередных участков для постановки ГРП, лицензирования и проведения дальнейших опытно-технологических исследований).
3. Разработать учётные кондиции и осуществить постановку оцененных запасов маргинальных месторождений на учет (баланс).
4. Обеспечить стимулирование опытных работ недропользователей по разработке методов как оценки, так и извлечения сланцевого газа, а также разработки технологий извлечения, транспорта и переработки, НИР и ОКР, проводимых компаниями.
5. Налоговые нормативы на их добычу привести в соответствие с теми геологическими и технологическими условиями, в которых эти виды сырья могут осваиваться. Прежде всего, корректировки налогового законодательства (глава 26, ч. 2 Налогового кодекса – определения НДС).
6. Разработать нормативно-правовые стимулы для рационального освоения маргинальных месторождений в сланцевых формациях и низкопористых коллекторах.
7. Внести дополнения в действующую систему лицензирования участков недр для обеспечения возможностей недропользователей вести геологоразведочные работы и организовывать добычу этого вида углеводородов.
8. Выделить опытные полигоны в необеспеченных УВ сырьем регионах с целью их использования для местных нужд.

В целом, реализация программных мероприятий позволит повысить роль маргинальных месторождений на внутреннем и мировом рынках энергетических ресурсов, сформировать нормативно-правовое и научно-методическое обеспечение освоения данных источников углеводородного сырья, создать условия для комплексного освоения минерально-сырьевых ресурсов включая месторождения с трудноизвлекаемыми запасами и, наконец, разработать методы и технологии освоения углеводородного сырья в перспективе.

Литература

1. Долгосрочная государственная программа изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья, М., 2005г.
2. Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ – резерв сырьевой базы углеводородов России / О.М.Прищепа, О.Ю.Аверьянова, А.А.Ильинский, Д.Морариу. Под ред. О.М. Прищепы. – СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2014. – 323 с. – (Труды ВНИГРИ).
3. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН), Казань: Изд «ФЭН», 2014 – 750 с.

I. BIANCO, S. BOBBA

Politecnico di Torino, Italy

N. KARIMBETOVA

Zhytomyr State Technological University, Ukraine

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF DIMENSION STONE QUARRIES

Keywords: dimension stone, stone cutting, diamond wire, economic efficiency, quarry LCA.

Introduction

The morphological and geologic variability of stone deposits and natural differentiation of the materials, gives the reason for the huge spectrum of typologies of quarries that can be found, also within the same geographical area. As a result, also the range of technical solutions developed and adopted for stone quarrying is extremely wide. The generalized productive cycle and main techniques employed at high-strength dimension stone quarries are shown in Figure 1.

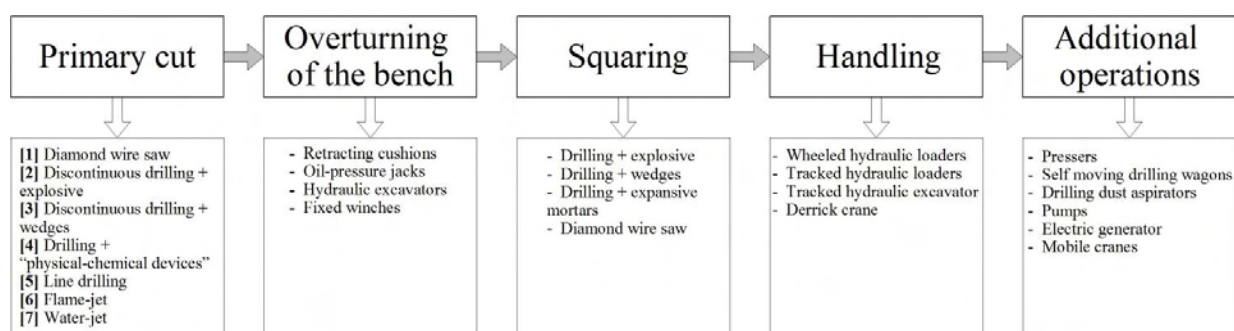


Figure 1. The productive cycle of granite quarrying and principal technologies currently in use

Hence, referring to Fig. 1, methods [4], [5], [6] and [7] are probably destined to be less and less employed due to a variety of reasons: the times of action are rather long, high dependence on environment conditions, large volume and high value of drilling operations, necessity of a professional maintenance, notable environmental impact (in terms of energetic consumptions, elevated noisiness, aerodispersed dusts, exhausted gas), etc. Consequently, the most commonly used techniques are [1], [2] and [3]. Nevertheless, there is a lack of explanation on the [1] and [2] techniques performance in numerical, monetary and environmental terms in aggregate. Cutting with diamond wire (DWS) is the most spread technology nowadays in quarries of soft stones. On the contrary, in hard stones quarries, some problems mainly related to the abrasiveness of the materials are delaying the affirmation of this technology. The combination [2] is probably the most traditional, consolidated and "cheap" technique in the exploitation of hard stones. The choice of explosive is made accidentally at many dimension stone quarries through a direct transfer of experience from other similar companies. This experience has not always been successful, so far a powder or a detonating cord are mainly used. Many explosives could not be widely used for dimension blocks extraction because of considerable fractures creation in the rock mass. Consequently, the current study objective is to help producers in detecting the most appropriate techniques for dimension stone deposits from the economic and environmental points of view.

Methodology

This paper aims to give some suggestions to evaluate which are the best techniques for an economically and environmentally sustainable supply chain of natural stone. The methodology here proposed is characterised by a comprehensive approach, which take into account the techniques from their real beginning (such as the production of tools) to their real ending (e.g. the treatment of wastes). This is the so called Life Cycle approach, which, extending the boundaries of the analyses, allows to understand if changes in processes lead to real benefits or if they just shift costs and/or environment impacts from a phase to another one. This methodological approach has been applied to aggregates production in SNAP project (<http://www.snapsee.eu>), a research study to enhance aggregates planning and management processes. According to SNAP manual, the main information that have to be collected are the extracted volume, types of employed materials, the waste production and the location. Since to take decisions for a good management of quarries, it is necessary to face multicriteria problems, the approach here described intends to give guidelines to help the understanding of this complex system, the subdivision into simpler issues and its re-composition and weighting to pursue the best techniques according to the specific conditions of the quarry.

Techniques employed at some Ukrainian and Italian dimension stone deposits were examined. Performance data of granite excavation techniques was measured, in order to determine which of them are the most economic. The primary cut of blocks was analysed, using two alternative techniques: diamond wire cutting [1] and discontinuous drilling + explosive [2]. Operating and financial statements and material resources turnover of several granite deposits were analysed. The principal parameters to appraise the effectiveness of DWS technique are cutting speed (m^2/h) and service life (or productivity or yield of the wire, m^2/m). These two parameters have to be examined simultaneously to decide if the choice to use the wire as cutting technology is economic.

From the environmental point of view, the standardised method of Life Cycle Assessment (LCA) is employed as a tool to evaluate the environmental impacts of the stone processes. LCA analyses are regulated by the ISO 14040-44 standard and investigate all the physical exchanges between the production system and the environment. According to the standard, it is necessary to develop an inventory analysis to provide a detailed description of the inputs of raw materials and fuels into the system and the outputs of solid, liquid and gaseous wastes from the system. Since this is the base for the next phases of impact assessment and interpretation, it is important that inventory data are as representative as possible of the processes taking place in quarries. Nevertheless, in LCA databases (such as Ecoinvent, Thinkstep, ELCD), the availability of data related to quarries activities is quite limited. Hence, the risk is to reach results which are not very significant. To fill this gap, environmental investigations concerning the main quarrying techniques and tools are under development. The goal is to provide LCA databases with datasets which can be easily customised according to the specific cases. Investigations are ongoing, for example, to define the environmental impact of diamond wires and explosives.

Results

In order to better evaluate the economic and environmental efficiency of quarrying processes, the most common techniques are currently analysed. In this paper results concerning the diamond wire use are showed.

With reference to $1 m^2$ of surface, the use of explosives is cheaper than DWS technique. However, it must not be neglected the problem to correctly appraise its unitary cost with reference to the volume of useful blocks indeed produced (see Fig. 2). In comparison to [1], [2] causes a greater percentage of waste (7-10%) in contrast with 2-2.5%. Since the commercial value of the stone grows with the processing progress, a less precise method could be advantageous only in first stages. Besides cheapness of the technique, also other aspects have to be considered: the safety, the operative flexibility and the adaptability to the characteristics of the rock, the minimization of the environmental impacts, etc.

From the environmental point of view, as explained in the previous paragraph, materials are investigated with a Life Cycle approach. This means that the diamond wire is considered throughout the phases of production, usage, treatment of wastes or disposal. Diamond wires comprise a metal rope on which synthetic diamond beads are mounted at regular intervals interposed by rubber or plastic annular layers. Diamond beads can be sintered or electroplated on a metal matrix, whose chemical composition often contains heavy metals such as Cobalt and Tungsten. This has direct implications on the wastes impact: muds from cutting of stone materials usually present a fraction of about 8% in weight of heavy metals, which are hazardous both for human beings and for environment. Since producers can choose among different kind of diamond wires and since different variables can change according to the extracted stones and the specific working conditions, a parametric LCA model is created. In this way it is possible to customise the environmental assessment according to the specific case, reach more accurate environmental conclusions and evaluate possibilities of improvement of the most critical phases. As it can be seen in Fig. 3, quarry industries can indeed change some parameters (such as the dimensions of diamond beads and the chemical composition of the metal alloy) according to the characteristics of the tools they use. This approach requires to the industries a major effort to monitor the characteristics of tools and the consumption of raw materials and energy, but it allows a better understanding of the environmental burdens and it gives indications about the improvements that could be more significant.

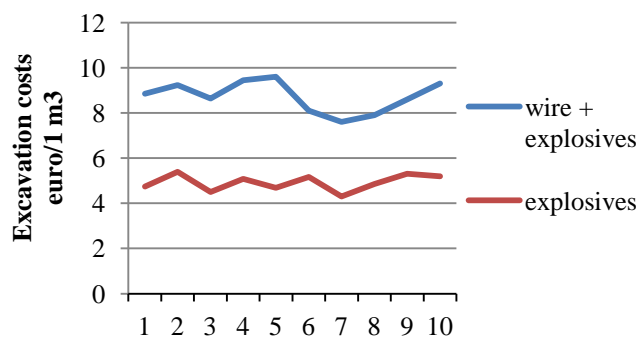


Figure 2. Costs for the excavation of $1 m^3$ of dimension granite

Object	Parameter	Formula	Value	MP/Comment, units, defaults
1.Extraction	BeadSleeve_Leng	11	11	mm - Length of the bead metallic sleeve
1.Extraction	BeadSleeve_Pest	5	5	mm - External diameter of the bead metallic
1.Extraction	BeadSleeve_Int	3,5	3,5	mm - Internal diameter of the bead metallic
1.Extraction	Carbon_perc	0	0	% in weight of carbon in the matrix
1.Extraction	Cobalt_perc	0,1	0,1	% in weight of cobalt in the matrix
1.Extraction	Copper_perc	0,2	0,2	% in weight of copper in the matrix
1.Extraction	Iron_perc	0,7	0,7	% in weight of iron in the matrix
1.Extraction	Manganese_perc	0	0	% in weight of manganese in the matrix
1.Extraction	Molybdenum_perc	0	0	% in weight of molybdenum in the matrix
1.Extraction	Nickel_perc	0	0	% in weight of nickel in the matrix
1.Extraction	Nitrogen_perc	0	0	% in weight of nitrogen in the matrix
1.Extraction	Oxygen_perc	0	0	% in weight of oxygen in the matrix
1.Extraction	Phosphorus_perc	0	0	% in weight of phosphorus in the matrix
1.Extraction	Tin_perc	0	0	% in weight of tin in the matrix

Figure 3. Parameters allowing to set the characteristics of diamond beads

Conclusions

A good economic and environmental management of stone quarries requires the evaluation of many different aspects, sometimes contrasting. Different techniques of extraction are available in the stone sector, but the

choice of the best ones is not obvious because, as every complex system, it is necessary to take into account different parameters. Moreover, the context of the quarry could be quite variable and the natural stone has not always constant characteristics. For these reasons it is not possible to define a technique as the best one in absolute terms, but it is necessary to evaluate the specific cases. The life cycle approach can help to take appropriate decisions because of its analyses all along the stone industry processes. From the economical point of view this approach allow to improve the efficiency of the production, while from the environmental point of view it avoids shifting the impacts from one phase to another. The principal advantages of the employment of the wire saw are: versatility of use, reduced vibrations, noises, dusts and wastes. The greatest limits are represented by the necessity of a very precise preliminary drilling, the necessity of skilled manpower and of a continuous provisioning of water. Furthermore, cutting by diamond wire could not be productively applied in case of highly fractured rocks, whereas other technologies are certainly more suitable and cheap. On the other hand, the exclusive use of the diamond wire is not currently practicable in hard stones, where operational problems and costs of production make this method non-competitive in comparison to those traditional.

From the environmental point of view, the most common quarrying techniques and tools (such as the cutting with diamond wires) are under investigation in order to create customisable LCA datasets able to support the producers in their environmental assessment. Further research is planned in order to provide the stone producers with more LCA data and with a complete model able to fit specific productions.

S.A. BIDOWANIEC, R. STODOLAK

INFLUENCE OF THE HYDRAULIC MODEL ON THE FLOOD ZONES DURING THE PASSAGE OF THE FLOOD ZONES

This paper refers to influence of the selection of the hydraulic model on the obtained flood zones during the passage of the simulated flood wave. One dimensional and combined one and two dimensional models from Danish Hydrology Institute (DHI) software, Mike 11 and Mike 21, have been used. Models have been created at the river Bóbr in lower silesia in Poland. River Bóbr is the longest left-hand tributary to the Odra river. River Bóbr is about 280km long. The average aligned longitudinal slope of the watercourse is 0.3%. As an research section authors assumed about 10km long part of river Bóbr from Błażkowa to Kamienna Góra. Between those water gauges river Bóbr have one left-hand tributary Świdnik.

DHI software was used for creation of flood hazard maps in Poland during ISOK (online system of country protection) project. The Principle of its creation was Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks entered into force on 26 November 2007. New floodplain maps have been published in 2013. For cities and problematic areas they have been created by Mike 21 model, rest of the rivers were modeled in Mike 11. Floodplain maps have their impact on many individuals by insurance costs, or investors by building permissions or permission to conduct business.

For models creation, authors collected proper data. Some of the data was the same as in the ISOK project. Digital elevation model with resolution 1,0 [m] and geodesy river cross section with spacing up to 500[m]. Instead of flows designated with the proper probability authors used real flood hydrographs from two water gauges located on the beginning of the river section in Błażkowa and on the end of the section in Kamienna Góra.

To receive proper comparison between two models, not affected by data quality, authors created similar geometry. Location of the river cross section was checked and corrected in GIS software. Valley elevation points from cross section were checked with the digital elevation model. There were differences about 0,2[m] what could significantly affect flood zones reach during the wave passage. Cross section were imported to the Hec-Ras 5.0(beta) program, which allows bathymetry interpolation along river line, what is an issue in GIS and MIKE software. Created bathymetry was burned in the digital elevation model. For floodplain model in Mike 11 hipotetic streams at river terrace were created. New model was used for cross section creation. New geometry was imported to the Mike DHI software. Selected structures were implemented to the models. For both models one flood wave was used for creation of the model and two for its calibration. Calibration process was reduced because comparison of the two models would be processed on the same flood wave.

Results obtained from the mike 11 are easier to analyze. Method of cross section calculation is also used in classic calculation. There is a possibility of implement complex structures for the cross section. Computation of the one dimensional model is faster than computation of 2D mesh so it is easier to calibration. Calculations with 2D mesh could be faster with GPU computation, unfortunately this feature still do not work properly in MIKE. For Mike 11 terrains flow paths must be known before the model creation. Creating additional stream lines and cross sections on the terrains is more time consuming than applying 2D mesh created from digital elevation model. Floodplains created during Mike 11 have no detail description, only results are average depths, width and average flow. Results obtained from Mike 21 are more detailed and present more information about the flow on the floodplains, like a flow directions velocities and precise depths.

Best way for river modeling is combined 1D/2D models like Mike 21. The can use advantage of the cross section method for obstruction computing along the channel. Flood plains results are detailed and model creation process is as time consuming as proper one dimensional model.

References

1. Sajjad Ahmad, Slobodan P. Simonovic, "Comparison of One-Dimensional and Two-Dimensional Hydrodynamic Modeling Approaches For Red River Basin" Winnipeg 1999, Natural Resources Institute Facility for Intelligent Decision Support University of Manitoba.
2. Ryszard Kościuszko i in. „Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni Bobru” Wrocław 2013, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.
3. Beata Hejmanowska " Influence of data quality on flood zones modeling" Kraków 2006, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.
4. P.Vanderkimpfen, E.Melger, P.Peeters, "Flood modeling for risk evaluation – a MIKE FLOOD vs. SOBEK 1D2D benchmark study" London 2009, Flood Risk Management: Research and Practice.
5. Morianou G.G., Kourgialas N.N., Karatzas G.P. and Nikolaidis N.P., "2D Simulation of water depth and flow velocity using the Mike 21C model" Rhodes 2015, 14th International Conference on Environmental Science and Technology.

A. DULSKI

THE INTERDEPENDENCE BETWEEN NATURAL RESOURCES AND ARMED CONFLICTS – ARE CERTIFICATION SCHEMES A POSSIBLE SOLUTION?

Introduction

Many African developing countries, especially those that are rich in the so-called "conflict resources" such as coltan, oil or diamonds,¹⁰ are often characterized by the features of the "resource curse" – weak economic development, corrupt governments, human rights violations, civil wars and poverty.¹¹ The international community has tried, through numerous different initiatives and measures, to make the international commodity trade more transparent and to lay down international legal standards in order to give developing countries the chance to escape their fate. Those measures include i.a. sanctions, transparency initiatives on disclosure of financial flows, various codes of conducts for enterprises and certification schemes.¹² The latter will be presented below as a possible solution of intrastate-armed conflicts.

The resource curse as the cause of interstate conflicts

The world is characterized by an inhomogeneous distribution of natural resources, which is the reason for the international trade of raw materials. Whereas especially a multitude of African developing countries are blessed with rich natural resources reserves, most industrialized nations are dependent on the import of raw materials because their territories are poor in raw materials. Consequently, these industrialized nations are dependent on access to raw materials abroad and harmonious international trade.¹³ Therefore the resource wealth, in principle, gives developing countries the chance for economic and social development.¹⁴ However, reality is often different. The fate of most developing countries shows that resource wealth alone does not automatically lead to prosperity of the state and its population.¹⁵ In fact, weak growth rates, corrupt governments, a high vulnerability to conflict, human rights violations, and poverty are often associated with resource wealth.¹⁶ At present, these negative effects of resource wealth are summarized by the terms "resource curse" or "paradox of plenty".^{17, 18} To explain this phenomenon, literature and science have developed different approaches that deal with the various impacts of resource wealth. One of these approaches deals with the resource wealth as a cause of intrastate conflicts.¹⁹ Although a connection between

¹⁰ *Liebing*, Nachhaltige Nutzung mineralischer Rohstoffe am Beispiel der DR Kongo, Arbeitspapier 5/2009, Institut für Politikwissenschaft, Universität Hamburg, p. 66.

¹¹ *Erklärung von Bern*, Rohstoff – Das gefährlichste Geschäft der Schweiz, 2011, p. 359; *Liebing* (Fn. 2), p. 16; *Mildner/Lauster/Wodni*, Globale Knappheit – Lokaler Reichtum – Innerstaatliche Ressourcenkonflikte, in: Mildner (ed.), Konfliktrisiko Rohstoffe – Herausforderungen und Chancen im Umgang mit knappen Ressourcen, Stiftung Wissenschaft und Politik, 2011, p. 193.

¹² *Paes*, Internationale Initiativen zur Eindämmung von Ressourcenkonflikten und „Neuen Kriegen“: Ein Überblick, in: *Die Friedens-Warte* 2005, p. 61 (63 f.).

¹³ *Erklärung von Bern* (Fn. 3), p. 30; *Liebing* (Fn. 2), p. 14 f.

¹⁴ *Liebing* (Fn. 2), p. 16.

¹⁵ *Erklärung von Bern*, (Fn. 3), p. 342.

¹⁶ *Ibid*, p. 359; *Liebing* (Fn. 2), p. 16; *Mildner/Lauster/Wodni* (Fn. 3), p. 193; *Basedau/Lay*, Conceptualising the „Resource Curse“ in Sub-Saharan Africa: Affected Areas and Transmission Channels, in: *Basedau/Mehler* (eds.), *Resource Politics in Sub-Saharan Africa*, Institut für Afrika-Kunde 2005, p. 9 (12).

¹⁷ The term was first used by Terry Lynn Karl in his book "The Paradox of Plenty – Oil Booms and Petro States".

¹⁸ *Erklärung von Bern* (Fn. 3), p. 358; *Liebing* (Fn. 2), p. 12; *Mildner/Lauster/Wodni* (Fn. 3), p. 193 f.

¹⁹ *Liebing* (Fn. 2), p. 12.

resource wealth and intrastate conflicts has not been clearly proven thus far, a broad consensus exists that there is an increased likelihood of conflicts for resource-rich countries.²⁰

In particular, resources that prove to be particularly lucrative for international trade are in the foreground here.²¹ The proceeds generated from the trade in raw materials are mainly used to finance conflicts and civil wars.²² This type of financing wars in particular became increasingly important after the end of the Cold War when the foreign financial support of states and rebels stopped.²³ The reasons for intrastate conflicts are on the one hand political grievances, and on the other hand the greed of the various actors. While the former is closely related to the fact that the majority of the population or specific regions and interest groups feel discriminated against the allocation of scarce resources and revenues,²⁴ the latter is motivated by the fact that everyone is trying to raise his own profit.²⁵ If, for example, only the state generates revenue²⁶ or if there is a lack in transparency of financial flows, this often results in the attempt of rebels to forcibly gain control over the entire state, the revenues, or the resources and the resource-rich areas, coupled with autonomy or secession aspirations.²⁷

In particular, countries with weak institutions and poor governance are prone to such conflicts, as these are often only possible due to missing or weak state structures.²⁸ Especially in Angola, Sierra Leone, Liberia and the Democratic Republic of the Congo, diamonds have become a strategic resource for rebel groups to finance their civil wars.

UN Security Council Sanctions

In the 1990s, the UN was trying to suppress revenues from the illegal exploitation and trade of conflict resources, such as diamonds, that served armed groups to finance their civil wars, through the adoption of economic sanctions, aimed at specific commodities.²⁹ Thus, for example, sanctions against Angola, Sierra Leone and Liberia were adopted which included a ban on the direct and indirect importation of rough diamonds.³⁰ Undoubtedly, these sanctions helped to dry out the financial resources for the armed groups. Whether these sanctions contributed to the overall solution of the conflicts one can only speculate. In regard to the so called "blood diamonds" it is also doubtful whether sanctions alone have been sufficient to end the illegal trade. Illicit exploited diamonds, which accounted for about 20% of the world production in 2000, were in fact often not sold on official markets but directly to the "cutters" and stockpiled by buyers. Their origin was often veiled, as they were often sold through the neighboring countries. These detours made the monitoring of trade routes almost impossible. As a result, sanctions without the general supervision of the diamond smuggling have not been sufficient. This was only possible through the creation of a certification scheme (CS) for rough diamonds.³¹

Certification Schemes – The Kimberley Process as example

The term "certification" describes a mechanism that allows the participants to show their compliance with internationally recognized product and service standards, particularly in the manufacturing process and in trade.³² A general certification scheme that is applicable on any raw material does not exist because there are several factors to be considered for an effective certification scheme. The effectiveness of a certification scheme depends on: content, design, individual characteristics of the raw material, the requirements for the production, trade routes, existing market structures for the raw material, and the financial goals and interests of the actors as well as on the available international legal instruments.³³ In principle, two different types of certification can be distinguished. On the one hand, a certification can be used in the form of a guarantee of origin to ensure that the raw materials are legally exploited and do not serve to finance conflicts. On the other hand, a certification can prove the compliance with internationally recognized environmental and social standards (e.g. Fair-Trade-Products).³⁴ Regarding the first type of certifi-

²⁰ *Mildner/Lauster/Wodni* (Fn. 3), p. 193 (197).

²¹ *Brzoska/Paes*, Die Rolle externer wirtschaftlicher Akteure in Bürgerkriegsökonomien und ihre Bedeutung für Kriegsbeendigungsstrategien in Afrika südlich der Sahara, Deutsche Stiftung für Friedensforschung, 2007, p. 22.

²² *Brzoska/Paes* (Fn. 13), p. 22; *Mildner/Richter/Lauster*, Einleitung: Konkurrenz + Knappheit = Konflikt?, in: *Mildner* (ed.), *Konfliktrisiko Rohstoffe – Herausforderungen und Chancen im Umgang mit knappen Ressourcen*, Stiftung Wissenschaft und Politik, 2011, p. 9 (13 f.).

²³ *Liebing* (Fn. 2), p. 23.

²⁴ *Basedau/Lay* (Fn. 8), p. 9 (21); *Humphreys*, Natural Resources and Armed Conflicts: Issues and Options, in: *Ballentine/Nitzschke* (eds.), *Profiting from Peace – Managing the Resource Dimensions of Civil War*, 2005, p. 25 (30 f.); *Mildner/Richter/Lauster* (Fn. 14), p. 9 (14).

²⁵ *Mildner/Richter/Lauster* (Fn. 14), p. 9 (14); *Mildner/Lauster/Wodni* (Fn. 3), p. 193 (197).

²⁶ *Humphreys* (Fn. 16), p. 25 (27).

²⁷ *Mildner/Lauster/Wodni* (Fn. 3), p. 193 (197 f.).

²⁸ *Wagner et al.*, *Zertifizierte Handelsketten im Bereich mineralischer Rohstoffe*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2007, p. 14; *Mildner/Richter/Lauster* (Fn. 14), p. 9 (14).

²⁹ *Schrijver*, *Development without destruction – The UN and global resource management*, 2010, p. 181.

³⁰ See table 5.3 in *Schrijver* (Fn. 21), p. 182 f.

³¹ *Schrijver* (Fn. 21), p. 184.

³² *Liebing* (Fn. 2), p. 63.

³³ *Liebing* (Fn. 2), p. 67; *Crossin/Hayman/Taylor*, Where Did It Come From? Commodity Trading Systems, in: *Bannon/Collier* (eds.), *Natural Resources and Violent Conflict – Options and Actions*, 2003, p. 97 (97).

³⁴ *Liebing* (Fn. 2), p. 63; *Wagner et al.* (Fn. 20), p. 17.

cation, mandatory certification schemes are provided as a guarantee that the raw material in question is “conflict free”. The goal with regards to the first type of certification is to restrict the access of consumers to legally exploited raw materials; this is achieved through transmitting the necessary information on the legal status of a commodity to potential buyers, traders and customs authorities in order to prevent the sale or licensing of the raw material.³⁵

A successful CS can help to increase the transparency of resource revenues and to facilitate market access for raw materials from transparent commercial chains. In addition, the sale of illegally exploited raw materials may be complicated by the introduction of a guarantee of origin and producers may be “forced” to change their behavior and mindset.³⁶ Global Witness has established criteria for a successful CS, which can be applied basically to each raw material. For the creation of a successful CS, the specific characteristics of the raw material as well as the interests of the actors must be taken into account and the CS should allow the traceability of the raw material to its origin and the monitoring of the agreed standards. In addition, the standards should be binding and consistent with national and international legislation.³⁷

The most prominent CS is the *Kimberley Process Certification Scheme (KPCS)*, which came into force in 2003 and was founded as a joint initiative by governments, the diamond industry, and NGOs in 2002. It is the first CS that contains specific conditions for trade with a conflict resource that are binding upon the participants.³⁸ The aim of the KPCS is to prohibit the trade of conflict diamonds by excluding them from the legal trade in rough diamonds, in order to take rebel groups the opportunity to finance their own violent conflicts by illicit trade in rough diamonds.³⁹ The basic idea is to restrict the international trade in rough diamonds to the KPCS participants. Participation is open to any State that is willing to follow KPCS’ rules. The export and import of rough diamonds is only permitted if a certificate issued by a State accompanies them.⁴⁰ Since the KPCS is a voluntary initiative and thus a *soft law* instrument, its effectiveness ultimately depends also upon its implementation into national law. The EU has implemented the KPCS by Regulation (EC) No. 2368/2002 and therefore has brought about the liability of the CS for all Member States.⁴¹ Another problem with which the KPCS has to deal, is the lack of WTO conformity. In principle the KPCS violates in particular the provisions of Art. I:1 GATT (Most-favored-nation treatment), Art. XI:1 GATT (prohibition of quantitative restrictions on imports and export) and Art. XIII GATT (Non-discriminatory administration of quantitative restrictions).⁴² To ensure the compatibility with the WTO, the WTO has, for the first time, adopted a waiver on 15.5.2003⁴³ that suspended the application of the potentially violated GATT rules for the KPCS. The latest waiver was adopted on 11.12.2012⁴⁴ and is valid until 31.12.2018.

Conclusion

In the recent years, NGOs have heavily criticized the KPCS.⁴⁵ In particular, they complained that although the world’s illegal diamond trade was reduced from 4% to a total of 1% through the KPCS, the CS was only implemented in countries with good governance and therefore the cause – poor management of raw materials and resource revenues – has not been fought.⁴⁶ Since the KPCS is a voluntary initiative and thus a *soft law* instrument, its effectiveness ultimately depends upon the implementation into national law. Certification schemes for other raw materials certainly represent a good way for solving intrastate conflicts. However, transferring the KPCS to other conflict resources is difficult, since its creation and success were favored by special factors that will likely not be

³⁵ *Le Billon*, Getting It Done: Instruments of Enforcement, in: Bannon/Collier (eds.), *Natural Resources and Violent Conflict – Options and Actions*, 2003, p. 215 (244).

³⁶ *Wagner et al.* (Fn. 20), p. 15.

³⁷ *Liebing* (Fn. 2), p. 67 f.

³⁸ *Smillie*, What Lessons from the Kimberley Process Certification Scheme?, in: Ballentine/Nitzschke (eds.), *Profiting from Peace – Managing the Resource Dimension of Civil War*, 2005, p. 47 (47).

³⁹ *Feichtner*, The Waiver Power of the WTO, Opening the WTO for Political Deliberation on the Reconciliation of Public Interest, *Jean Monnet Working Paper 11/08*, p. 13; *Schefer*, Stopping Trade in Conflict Diamonds: Exploring the Trade and Human Rights Interface with the WTO Waiver for the Kimberley Process, in: Cottier/Pauwelyn/Bürgi (eds.), *Human Rights and International Trade*, p. 391 (412).

⁴⁰ *Schorkopf*, Der >>Kimberley Prozess<< zur Zertifizierung des internationalen Diamantenhandels – Bekämpfung gewaltsamer Konflikte durch moderne Wirtschaftsregulierung?, *Bonner Rechtsjournal* 2008, p. 1 (2).

⁴¹ For more information about the KPCS in the EU see *European Union*, Guidelines on Trading with the European Community (EC) – A practical guide for Kimberley Participants and companies involved in trade in rough diamonds with Europe, January 2008.

⁴² For more information on the WTO-conformity of the KPCS see *Schefer*, (Fn. 31), p. 391 ff.; *Schram*, The legal aspects of the Kimberley Process, *International Peace Information Service (IPIS)*.

⁴³ WTO, Waiver Concerning Kimberley Process Certification Scheme for Rough Diamonds, Decision of 15 May 2003, WT/L/518.

⁴⁴ WTO, Extension of Waiver Concerning Kimberley Process Certification Scheme for Rough Diamonds, Decision of 11 December 2012, WT/L/876.

⁴⁵ *Feichtner*, Rohstoffe und Entwicklung, in: Dann/Kadelbach/Kaltenborn (eds.), *Entwicklung und Recht*, 2014, p. 287 (330).

⁴⁶ *Feldt*, Freiwillige Initiativen im Rohstoffsektor, Welche Ansätze bieten diese Initiativen zur Verbesserung der Governance im Rohstoffsektor in Entwicklungsländern?, *Heinrich-Böll-Stiftung* 2009, p. 15 f.

found in this constellation again. The KPCS benefited primarily from a concentrated diamond industry, the great commitment of NGOs, industry, and the UN – which promoted the development of the scheme. In particular, the UN and the G8-States always called for support. In addition rough diamonds can, in contrast to other raw materials, be regulated easily because their largest sales market is in Europe and North America, and they do not represent a strategic resource.⁴⁷ It remains that, in principle, an individual CS can be established for each raw material on the basis of the criteria established by Global Witness.

However, as illustrated by the example of the KPCS, the CS needs to be improved overall. In particular, CS should not only be created as soft law instruments, but should also be adopted as mandatory national/international law in order to bring about the necessary effectiveness in countries with poor governmental structures.

V. M. DUONG

University of Chemistry and Technology Prague, Czech Republic

B. SOLONGO

Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

AN INVENTORY ASSESSMENT OF RICE HUSKS QUALIFIED FOR RENEWABLE BIO-ENERGY IN THE MEKONG RIVER DELTA

Introduction

In the regional context of Southeast Asia recent years, there is a growing interest of the replacement in conventional fuels consequently with the rise in use of biofuel for electrical production. This trend increases a demand of non-woody materials focusing on agricultural waste, so far promotes modern bio-energy technological development and innovative applications in this field. The world's leading countries in rice production, mostly in the Mekong river delta, targeted a huge potential in the use of rice crops residues as a highlighted regional biomass resource, corresponding to the annual production is approximately 40 million tonnes. More than sixty-five percent rice crops of which takes place in the Vietnam, mainly in three dynamic harvests, starting from February to April (the winter-spring season), followed by the summer-autumn harvest (June to August) and respectively from October to December (the autumn-winter season). Moreover, the diversification of biomass resources and electrical production shifting increase the efficiency of energy saving, and hence secure power supply in the country. Therefore, several pre-feasibility studies were carried out to install rice husks power plants¹⁻², but so far only research and pilot projects have been implemented with capacity of 10MW, consuming 250tons of rice husks per day³⁻⁴. The low electricity costs and the lack of sufficient incentives for renewable energy are current limitations⁵.

Rice husks objected as a solid biofuel

Large amount of rice husks and straws are main field based residues of rice production along with their commodity vary widely in the Mekong region. Previous studies have summarized that the proportion of rice husks and straws to rice is approximately one⁶⁻¹¹, depends on the harvesting episode. Particularly, rice straw is generally placed in a field for drying 3-5 days remain used non-commercially in traditional applications (such as cooking stoves); when its moisture content could be around 10-12%. The availability of rice husks supply depends on the rice production, the proportion of husks in a paddy and bio-energy use schedule¹². The total quantity of rice husks in Vietnam for 2011 was estimated at 7.5 million tons per year (t/y), of which 52.5% was generated during the winter-spring season (February to April). Figure 1 shows the use of 8mm diameter pellet/briquettes with the moisture content around 8-10% is always the first step to reduce the bulky volume of rice husks during transportation and increase the heat exchange efficiency of the fuel.



Figure 1. Experimental complete combustion product of 8mm rice husks pellets

In practice, each household uses various fuels in combination not just one type of fuel, in which only 7% of households use rice husks as a bio-energy. The use of rice husks for brick kiln (25%) and other industrial purposes

⁴⁷ *Liebing*, (Fn. 2), p. 66 ff.

(10%) is rapidly spread because of lower prices, local availability and reliability of supply. The popular use of solid biofuel is direct combustion for heat, which is the most common technical option with the low efficiency. A higher efficiency alternative is using the gases synthesized from rice husk in a gasification system, such as CO, H₂ and volatile hydrocarbons for electricity generation followed by internal combustion engines and generators. Pyrolysis is becoming more important with high potential of energy recovery process which generates char, oil and gas products, all of which was applied at the industrial production scale¹³⁻¹⁵.

Physical and chemical characteristics

The thermochemical conversion technologies involve a number of physical and chemical aspects of high complexity. The nature of rice husks conversion process depends strongly on their properties, and hence influences the end-use applications. In practice, the whole process of rice husks utilization including material supply, fuel analysis, application design, system testing, gaseous emissions, etc., depends on the physical characteristics and chemical composition. Rice husks have been defined as solid bio-fuel with low sulphur contents with heat and power generated simultaneously and continuously. The medium and large scale systems are suitable to combust low-quality fuel, while the smaller combustion plant demands higher fuel quality concerning the homogeneity.

Table 1

Typical property/specification of rice husks pellets

Property	Unit	Value	Property	Unit	Value
<i>Physical</i>			<i>Proximate analysis</i>		
Diameter	mm	6-8	Moisture content	%	8-10
Length	mm	5-25	Ash content at 550 ^o C	%	17.80
Durability	%	98	Ash content at 850 ^o C	%	17.10
Bulk density	kg/m ³	650	Volatile	%	75.18
<i>Biochemical composition</i>			<i>Ultimate Analysis</i>		
Cellulose	%	31.10	Carbon	%	25.50
Hemicellulose	%	23.60	Hydrogen	%	5.00
Lignin	%	16.90	Nitrogen	%	0.50
Total ash + bio	%	67.50	Oxygen	%	45.30
<i>Calorific value</i>			<i>Ash melting behaviour</i>		
LHV	MJ/kg	14.8	Shrinking	^o C	1291
HHV	MJ/kg	15.6	Deformation	^o C	1456
<i>Elemental value</i>			<i>Ash properties</i>		
Chlorine (Cl)	mg/kg	795	SO ₃	%	0.71
Bromine (Br)	mg/kg	---	Cl	%	0.76
Fluorine (F)	mg/kg	---	P ₂ O ₅	%	0.91
Sulphur (S)	mg/kg	570	SiO ₂	%	90.78
Aluminium (Al)	mg/kg	113.0	Fe ₂ O ₃	%	0.30
Potassium (K)	mg/kg	2786.0	Al ₂ O ₃	%	0.24
Sodium (Na)	mg/kg	67.0	CaO	%	1.60
Calcium (Ca)	mg/kg	1265.0	MgO	%	0.66
Silicon (Si)	mg/kg	80988.0	Na ₂ O	%	0.32
Magnesium (Mg)	mg/kg	390.0	K ₂ O	%	4.89
Iron (Fe)	mg/kg	187.0	TiO ₂	%	0.01
Phosphorus (P)	mg/kg	372.0	Mn	%	1 963.0
Titanium (Ti)	mg/kg	4.0	Cr	%	403.0

The quality of rice husks pellets vary widely, influenced mainly on the pre-treatment technologies applied. Table 1 summarizes important values of rice husks pellets. Physical parameters are particle dimensions, bulk and energy density, gross and net calorific value and moisture content. Depending on the fuel preparation process, the particle size distribution is normally homogeneous, appropriate for small-scale fuel-feeding system and combustion units. Recorded calorific values approximately 15MJ/kg indicates a potential heat release and the influence the process control during combustion, gasification and pyrolysis. Pellets moisture content specifies a considerable influence in the combustion behaviour; the volume of flue gas produced and average residence drying time before gasification take place.

Carbon, hydrogen and oxygen are the main components of solid biofuel, which explains the low calorific value of rice husks, in comparison to mineral fuel. High amount of volatile matter in rice husks carries between 70-80% indicates major part of this fuel is vaporized before homogeneous gas phase combustion reactions take place strongly influences the thermal decomposition and combustion behaviour. Nitrogen oxides, HCl, Cl₂, alkali chlorides formation, gaseous compounds of SO₂, SO₃ and alkali sulphates released during the combustion process are important not only for emission control but also in corrosion processes. Emission and environmental issues can be controlled with the adequate concentration of nitrogen, chlorine and sulphur reported in the rice husks pellets.

Ash fusion and interaction

The ash content determined at standard condition 5500C for 120 mins specified in CEN/TS 14775 is 17.8%. The value indicates a considerable influence on the combustion technology applied, de-ashing process, transport, storage, utilization and disposal of the produced ash. High ash contents usually lead to higher particulate matter emission, as an influence on the heat exchanger design, cleaning system and dust control technology. High concentration of major ash-forming elements especially Si, Ca, Mg, K, Na and P in rice husks are shown in Table 1.

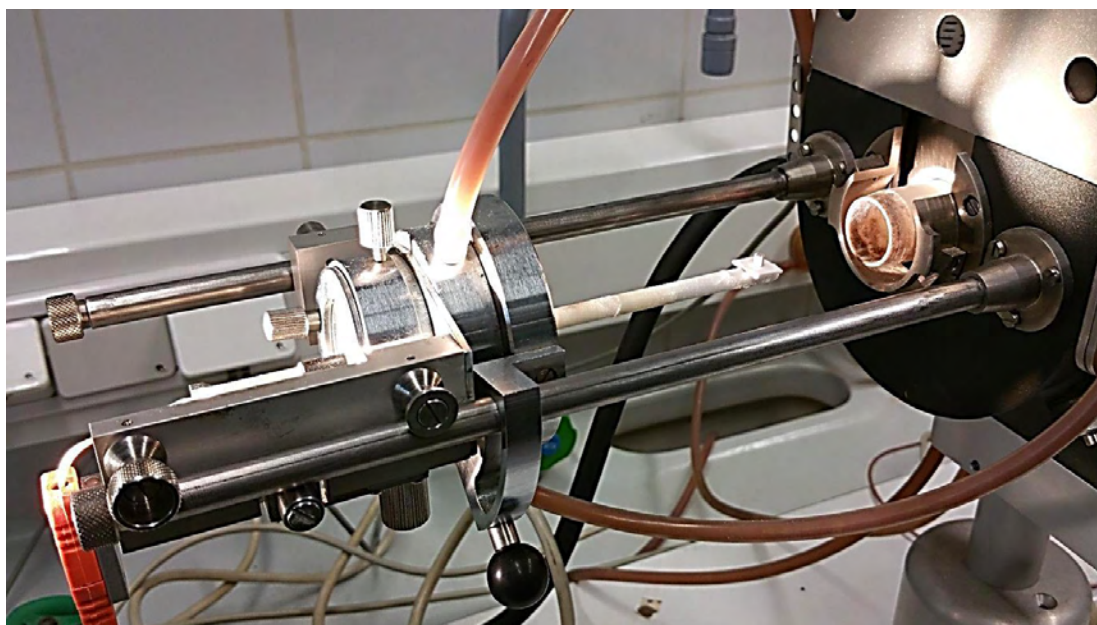


Figure 2. Optical testing method characterize ash melting behaviour of rice husks

Figure 2 & 3 illustrate the empirical test to characterize ash melting behaviour of rice husks. High ash-melting point (above 14560C) characterize rice husks as good solid biofuel for the modern combustion/gasification technologies, in terms of avoiding the sintering factors, decrease emission, minimize corrosion, maintain the operational safety control.

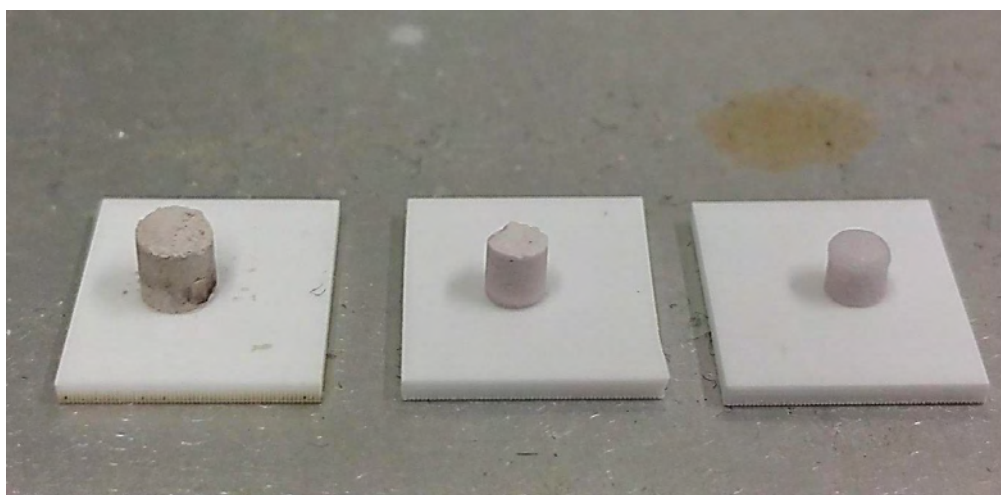


Figure 3. Test pieces observed (from left to right) in initial, shrinkage and deforming states

Remarks

Being vary widely used as a source of bio-energy in the Mekong river delta, rice husks could provide a significant part of the energy demand as a solid biofuel for industries, utilities, communities and single households if appropriate technologies were introduced. Although major fuel analysis, fuel testing, technological testing and design have already been achieved, but most bio-energy technologies need commercial developments. The innovative household burning technology, co-firing of other fuels and widely shift to the rice husks briquette, which perform better combustion efficiency, energy improvement, lower emissions of solid and gaseous pollutants would be feasible and applicable for the regional market.

The report provides an inventory assessment for quantifying of rice husks qualified for energetic use. Further research, pilot and actual investment projects involved in modern application of rice husks to energy technologies should be performed corresponding emission characteristic. Rice husks can be a technically efficient, economi-

cally viable, and environmentally sustainable fuel option in the environment in which it operates, partly replaces conventional fuels (coal, petroleum, natural gas, etc.) in electrical production, further highlight the benefits of greenhouse gas (GHG) reduction.

Acknowledgement

The report was technically supported by the Vietnam Institute of Energy. Authors also gratefully appreciate the University of Chemical Technology Prague and the Czech University of Life Sciences Prague for the assistance.

References

1. Nguyen N. T., Duong H. M.: Economic potential of renewable energy in Vietnam's power sector. *Energy Policy* 37(5): 1601-13 (2009).
2. I.E.: Bagasse and other biomass-fired power plant in Ben Tre sugar company: a pre-feasibility study report. Hanoi, Vietnam: Vietnam Institute of Energy (2006).
3. I.E.: Demonstration of rice husks fired power plant in An Giang province: a pre-feasibility study report. Hanoi, Vietnam: Vietnam Institute of Energy (2004).
4. Nguyen V. H., Nguyen V. S.: Clean development mechanism project design documents for pilot grid connected rice husk fueled bio-power development projects in Mekong Delta, Vietnam. EEPSEA (2006).
5. Bridgwater A.V., Toft A.J., Brammer J.G.: A technoeconomic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 6(3):181-246 (2002).
6. Mansaray K.G., Ghaly A.E., Al-Taweel A.M., Hamdullahpur F., Ugursal V.I.: Air gasification of rice husks in a dual distributor type fluidized bed gasifier. *Biomass and Bioenergy* 17(4): 315-32 (1999).
7. Natarajan E., Nordin A., Rao A.N. Overview of combustion and gasification of rice husks in fluidized bed reactors. *Biomass Bioenergy* 14(5-6):533-46 (1998).
8. Islam M.N., Ani F.N.: Techno-economics of rice husks pyrolysis, conversion with catalytic treatment to produce liquid fuel. *Bioresour Technol* 73(1):67-75 (2000).
9. Armesto L., Bahillo A., Veijonen K., Cabanillas A., Otero J.: Combustion behaviour of rice husks in a bubbling fluidised bed. *Biomass and Bioenergy* 23(3):171-9 (2002).
10. Chungsangunsit T., Shabbir H.G., Patumsawad S.: Environmental assessment of electricity production from rice husks: a case study in Thailand. In: Proceedings of international conference on electricity supply industry in transition: issues and prospect for Asia; (2004).
11. Abe H., Katayama A., Sah B.P., Toriu T., Samy S., Pheach P., Adams M.A., Grierson P.F.: Potential for rural electrification based on biomass gasification in Cambodia. *Biomass and Bioenergy*. 31(9):656-64 (2007).
12. Pham T.M.T., Kiyo H.K., Keisuke H.: Greenhouse gas emission mitigation potential of rice husks for An Giang province, Vietnam. *Biomass and Bioenergy* 35(8):3656-3666 (2011).
13. Bergqvist M.M., Wardh K.S., Das A., Ahlgren E.O.: A techno-economic assessment of rice husks based power generation in the Mekong River Delta of Vietnam. *International Journal of Energy Research*. 32:1136-50 (2008).
14. Bhattacharya S.C., Arul J. M., Kandhekar Z., Abdul S. P., Shrestha R.M.: Greenhouse-gas emission mitigation from the use of agricultural residues: the case of rice husks. *Energy* 24(1):43-59 (1999).
15. Yin X.L., Wu C.Z., Zheng S.P., Chen Y.: Design and operation of a CFB gasification and power generation system for rice husks. *Biomass and Bioenergy*; 23(3):181-7 (2002).

J. GÜNTHER, M. USSATH, N. HOTH, C. DREBENSTEDT
TU Bergakademie Freiberg, Germany

SPECIFIC RETENTION OF COPPER FROM CHILEAN MINE WATER WITH ZEOLITES AND PEAT-BASED SORPTION MEDIA

Abstract

Acid mine drainage (AMD) and their high element contents is a common problem in mining. One promising possibility to remove these elements from the AMD is ion exchange. In this article, retention opportunities by zeolites and peat-based sorption material (APT_{sorb}) for Chilean tailing sites will be investigated. Column experiments were carried out to reproduce the conditions in the real system. In this case, original Chilean tailing material was used to generate a representative tailing water. All column experiments were done for a Chilean rock containing zeolite (micro porous aluminium-silicate) and for APT_{sorb} as ion exchanger. Former own investigations on the tailing materials have shown a high mobility of copper. In the mobilisation zone of the column, copper concentrations range up to 2 g/L. A main conclusion is that APT_{sorb} is more efficient in comparison to zeolite. It was able to retard nearly 100 % of the released copper. Further investigations have to be done to extend the results but until now the zeolite as well as the APT_{sorb} seems to be appropriate retention materials for Chilean mine waters.

Keywords: Mine water, Zeolite, APT_{sorb}, copper retention

Introduction

Mining activity is often related to acid mine drainage (AMD) with discharge of mine waters contaminated by environmentally relevant metals. Therefore, it is important to remove these elements from the released waters to

protect the surrounding ground and surface waters. One promising possibility for the retention of these contaminants is ion exchange. Zeolites are micro porous aluminium-silicates which have a large specific area (Foo und Hameed 2011). They are reported to have a high exchange capacity for cations like copper, cadmium or zinc and furthermore are low cost (Babel and Kurniawan 2003). Motsi et al. (2009) reported for zeolites a high absorption speed. After 40 min was the main part of elements absorbed by the zeolite. Peat-based materials such as APTsorb (American Peat Technology) also retard copper very efficiently (Eger et al 2015). Peat is reported to have an extremely high specific area up to 200 m²/g and very good absorption capacities to various elements (Couillard 1994). Thus both materials have the potential

Methods

Column experiments were carried out to reproduce the conditions in the real system. In this case, original Chilean tailing material was used to generate a representative tailing water. To investigate the reactive materials, the column was divided into three zones. The lowest zone represents the mobilisation zone and is filled with the original Chilean tailing material. To reach better flow through it was mixed with 37 % mass of pure quartz sand (inert dilution material). Above that, is the reactive “retention zone” located which consists of one of the ion exchange materials. Both materials were diluted by 50 % mass of pure quartz sand. The third zone was filled with quartz sand and characterises the outlet. All experiments were done for a Chilean rock which contains approximately 15-20 % of zeolite and for APTsorb. The changes in hydrogeochemistry and element content of the water while passing the different zones were observed via respective sample ports. The first was located in the upper third of the mobilisation zone to get information about the composition of the generated mining water. The retention zone was monitored by two sampling ports one at the beginning and the other at the end of the zone. The ultrapure water was pumped through the column from the bottom to the top with speed of 20 ml/h. According to that takes the exchange of one pore volume 7.5 h with an effective pore volume of 10 %. The water samples were analysed by photometry in matters of their copper und sulphate concentrations. After the experiments, the solid filling materials were removed from the column and stored at -20°C.

Results and Discussion

Former own investigations on the tailing materials have shown a high mobility of copper. This can be confirmed by the current experiments. In the mobilisation zone of the columns, copper concentrations range up to 2 g/L during the first 24 h (17 h without pumping and 7 h of pumping with 20 ml/h). But it also decrease very fast. For example after two days only 0.1 g/L copper was measured in the mobilisation zone of the APTsorb column. In figure 1 is the pH-development of each column zone for both reactive materials (APT-sorb and zeolite) shown. Due to that it can be estimated that the Chilean tailing material used in the mobilisation zone behaves in both columns similar and is homogenous. Both reactive materials have a good buffer capacity. The APTsorb were able to treat the tailing water over the whole time of testing in a range between 5.5 and 6. In comparison to that is the zeolite able to treat the water up to a pH-value of 7.5 but not constantly over the complete time (see figure 1). After one exchanged pore volume the buffer performance decrease and settle down to a pH of 5.5. This high buffering of the zeolite at the beginning of the test may related to contained calcite.

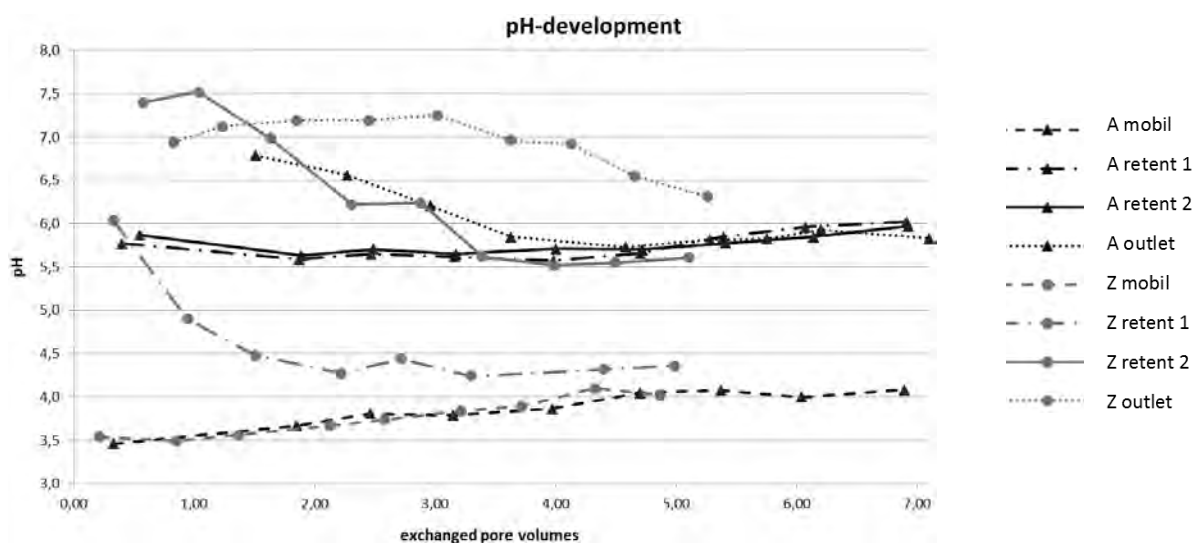


Figure 1. Development of the pH-values in the different zones as a function of exchanged pore volumes. Column A (retention material: APTsorb). Column Z (retention material: zeolite); mobil (mobilisation zone), retent 1 (retention zone first sample port), retent 2 (retention zone second sample port)

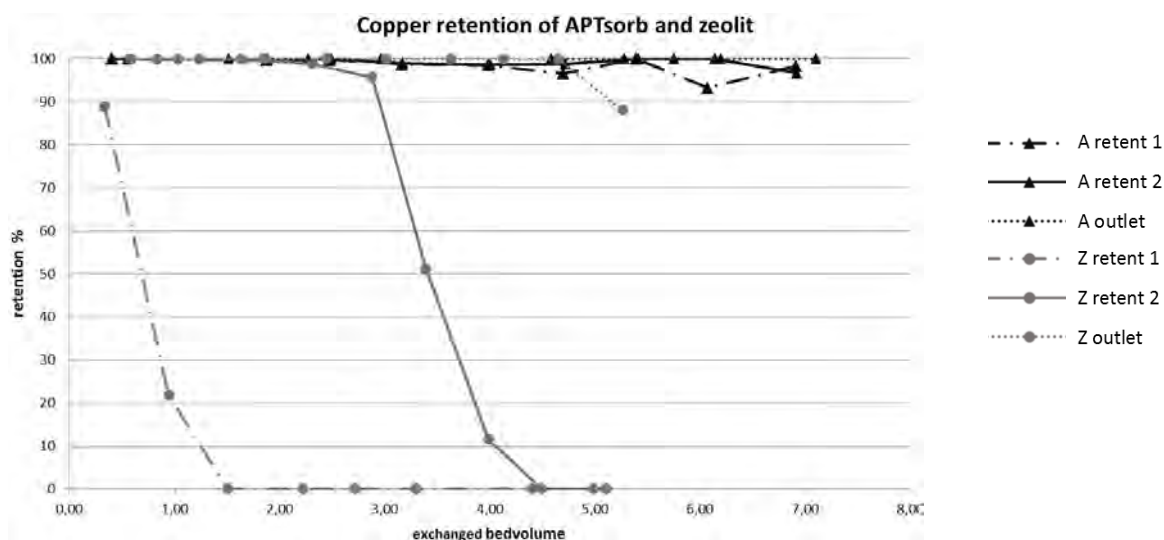


Figure 2. Copper retention in % for zeolite and APTsorb. Column A (retention material: APTsorb). Column Z (retention material: zeolite); mobil (mobilisation zone), retent 1 (retention zone first sample port), retent 2 (retention zone second sample port)

Both materials have a good retention potential (figure 2) but APTsorb is more effective than the zeolite. The first two cm of APTsorb in the column retard the copper completely over the whole period of time. As in figure 2 shown does the first centimetres of the APTsorb (A retent 1) retard already the complete incoming copper. The zeolite accomplished the complete copper retention only up to three pore volumes and then decrease constantly. But a breakthrough in the outlet cannot be observed. The first time when copper can be detected in the outlet was in the last sample of the experiment after 5.5 pore volumes. But it has to be considered that in the experiments no pure zeolite was used. The zeolite content was estimated of 15-20 %. In comparison to APTsorb is the content of reactive material in case of the zeolite much lower. This can be one reason for these considerably differences between APTsorb and the zeolite. APTsorb has also a much higher adsorption capacity for copper than zeolite. Babel and Kurniawan 2003 reported for typical zeolites adsorption capacities between 1.64 and 5.10 mg/g (batch experiments) in comparison to that have peat capacities from 6.4 to 19.56 mg/g (batch experiments). According to our results of the column experiments the adsorption capacities for copper can appraised for APTsorb on 286 mg/g and for zeolite between 120 and 160 mg/g (depending on assumed zeolite content). These extreme difference between the literature value and the experimentally observed value might be explained by possible precipitation and filter mechanisms which are only occur in column experiments. The comparison of figure 1 and 2 show some similarities between copper retention and buffering. In case of the zeolite the buffer capacity decreases temporally delayed when the retention decline. When no retention can be observed the pH commute to a constant value. APTsorb indicates an analogue behaviour.

Conclusion

The investigated zeolite as well as the APTsorb seems to be appropriate retention materials for Chilean mine waters. Further investigations have to be done to extend the results, determine the sorption capacity for each material and to clarify if desorption of the attached elements is possible. The main focus here is on the reprocessing of copper and strategic elements. Furthermore, the applicability for other mine waters can be tested.

References

1. Babel, S.; Kurniawan, T. A. (2003): Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water. A review. In: *Journal of Hazardous Materials* 97 (1-3), S. 219–243.
2. Couillard, D. (1994): The use of peat in wastewater treatment. In: *Water Research* 28 (6), S. 1261–1274.
3. Eger, P.; Jones, P.; Green, D. (2015): Solving Mine Water Problems with Peat-based Sorption Media. – In: *Agreeing on solutions for more sustainable mine water management – Proceedings of the 10th ICARD & IMWA Annual Conference*. – electronic document (paper 139); Santiago, Chile (GECAMIN).
4. Foo, K. Y.; Hameed, B. H. (2011): The environmental applications of activated carbon/zeolite composite materials. In: *Advances in Colloid and Interface Science* 162 (1-2), S. 22–28.
5. Motsi, T.; Rowson, N. A.; Simmons, M.J.H. (2009): Adsorption of heavy metals from acid mine drainage by natural zeolite. In: *International Journal of Mineral Processing* 92 (1-2), S. 42–48.

GRZELAK MICHAŁ, GRZYWNA HENRYK

METHODICS, ALGORITHMS AND MODEL RESEARCH OF SMALL RESERVOIR LOCATION AS A BASIC FORM OF WATER RETENTION

From the beginning of the structure of the first large cities, people noticed the need to store water, on account of her mainly value for using in many aspects of life. Formerly the place of location of the reservoir was selected mainly due to experience, instinct and sense of contemporary builders, even without a thorough understand-

ing of the mechanisms for collecting water. The significant development of knowledge domain related with land reclamation or retention is falling for the 20th century. Then many engineers focused on the development, calculation methods and guidelines for the location of the reservoir of small retention. In Poland, leading authors in this field were Dziwoński and Mioduszewski. On the basis of their work defined the types of studies and analyses necessary for the pre-projected before drafting the real project. The definition shall be subject to the scope and size of the pre-project studies, depending on the type of reservoir size and destination.

Inventory and analysis of the area marked out initially up to the location area is a basic task. It consists of soil survey and identification of land cover, vegetation and natural values of the fields of garments. It is important to not overflow the sites valuable natural or culturally, eg. the form of archaeological sites. Also avoid locating objects of water retention on valuable soils for using by agriculture with high grades. In the pre-projected study it is necessary also to check a potential location for the area of electrical wiring, water supply network, sewerage, or drains. Another necessary analysis to undertake, is the analysis based on the geodetic measurement and topographic analyses. Choosing the area about the right agreement of contour lines is an aim of these examinations so that later the range of earthworks associated with the forming of the bowl of the reservoir, or construction of the barrage is like smallest. The location of the reservoir of water retention is related with available water reserve, pre-project studies needs to be performed a thorough evaluation of the hydrological conditions, together with the calculation of water balance of the reservoir. Evaluate the size of the water withdrawal, the size of watershed and its basic parameters like water levels, flow rate, stream slope eg. Part of this analysis is also a meteorological and climatic conditions, in particular the size of the average of rain fall, temperature or the length of the periods growing season. It also specifies the quality of the water, chemical and ecological status which is important from the point of view of the need to attain a good environmental status for water in accordance of Water Framework Directive. Performs hydrogeological and geotechnical study. Hydrogeological assessment is used to determine the groundwater reservoir supply, and measured the position of the groundwater table. [Mioduszewski 2008]. Geotechnical studies determining the possibility of the preparing excavation, embankment, foundation and filtration of land which is important to assess the feasibility of water retention and determinate the size of water seepage and water escape into the deeper layers. In the case of land with low bearing capacity, it will be necessary to dispense with the location especially when this resignation be held to another, where there are height tenacity solid, with small filtration coefficients and large capacity of the soil.

Each of the study analyses should be fit well to the type of reservoir. There are a reservoir: supply of the current flow, supply from runoff water, filtration, thrilling water from drainage systems, or supply from groundwater. Aforementioned elements gives a different weight, turning of sequence of tests proposed mostly. In the case of reservoir supply with water runoff crucial will be the analysis of topographic and terrain, and selection this one with up a large runoff. For reservoir supply of the current flow, must be done the exact water balance, specifying water resources. Therefore, the large interference of the planned investment in the environment, the environmental assessment is also carried out, covering all the components of the ecosystem, animate and inanimate nature and the complex system of linkages between various elements.

Authors of this elaboration have decided to create a tool that will help, using the above mentioned study, automatically locate the reservoir small retention. Input element simulation was to construct a relational database based on the dissolution of PostgreSQL, which contains all the necessary data. Data have loaded in several formats: vector and raster layers, and tables containing the attributes that describe the items. The database contains elements such as numerical terrain model, based on the TIN that has been interpolated to the frequency of the grid interval 0,5m x 0,5m, covering the terrain based on Corine Land Cover 12, as well as a soil maps derived from the databases of the Institute of Soil Science and Plan Cultivation, IUNG Puławy. The basic hydrological data was receive from the Map of Hydrological Division of Poland, by downloading from there a layer with reservoir, river network, and elementary basin. Next to the input database have loaded polygon layers including protected area, data from Database of Topographic Objects. Also, the weather information was obtained from surface stations with location of the station. Flow direction obtain through algorithm D8, single-flow-direction method. The algorithm determinate the flow direction from each cell in the direction of one of the cells surrounding it. Flow direction is selected based on calculation of difference in elevation between one of the cell and the cells surrounding it. The script was created using the programming language Python 2.7.11 and it was written in the way that it was realizable to locate different types of reservoir. Part of the analysis was the implementation in parallel, other consecutive, giving different objectives other weights, all data load in tables. Based on algorithm D8 delimited the endorheic area it is possible to the location of reservoir by a digging in the basin of the terrain. Authors considered deepen the reservoir, by manipulation of raster values. Reservoir supply of the current flow, located in watercourse was conceptualize using Python for loop, along the watercourse length, and partitioning river by barrage to 5 meters damming, manipulate of faster value. Each initial location was constantly confronted with the provisions resulting from the methodology to locate the reservoir.

For the purposes of analysis, delimited the theoretical time filling the tank. using the formula described by Iszkowski. Adopted assumption assigned the different weights, the ran the script. In this way was taken hypothetical location of the reservoir of small retention. Acquired locations tested on actual studies, using the existing reservoir. Compared the location of the selected using traditional methods and the script. and described the results of the simulation in tables.

References

1. Mioduszewski Waldemar, „Stawy”. Warszawa 2014,
2. Mioduszewski Waldemar, „Małe Zbiorniki Wodne. Wytyczne Projektowania”. Falenty 2008,
3. Zbigniew Dziewoński „Rolnicze Zbiorniki Retencyjne”. Warszawa 1973,
4. Siemieniu Anna, Szczykowska Joanna, Miłaszewski Rafał, „Ekonomiczne i Ekologiczne Aspekty Budowy i Funkcjonowania Małej Retencji Wodnej na Podlasiu”. Białystok 2015,
5. Mioduszewski Waldemar, “Small Water reservoirs – their function and construction”, Falenty 2012,
6. Python 2.7.11 “Documentation, Februar 24, 2016”,
7. PostgreSQL 9.5.1, “Documentation 2016”.

HOYER MANDY

TU Bergakademie Freiberg, Germany

DEEP SEA MINING – POTENTIALS, CHALLENGES AND RISKS

Introduction

As economically exploitable terrestrial resources are depleting, after some decades of silence deep sea deposits have recently returned to the resource discussions. There are three different kinds of mineral deposits at the sea floor that are of interest: ferromanganese nodules, cobalt-rich ferromanganese crusts and massive sulfide deposits. What they have in common are elevated metal contents. Therefore, they can act as alternative sources for e.g. Cu, Co, Fe, Mn, and Ni: elements that are crucial for the production of steel, magnets and batteries, as additives in alloys and superalloys (Sharma 2015) and are therefore central in e.g. the automotive industry, communications, (renewable) energy production, engineering and construction, technology, transportation and logistics.

Potentials

Figure depicts the three different kinds of deep sea mineral deposits and where they can be found at the sea floor of the world oceans.

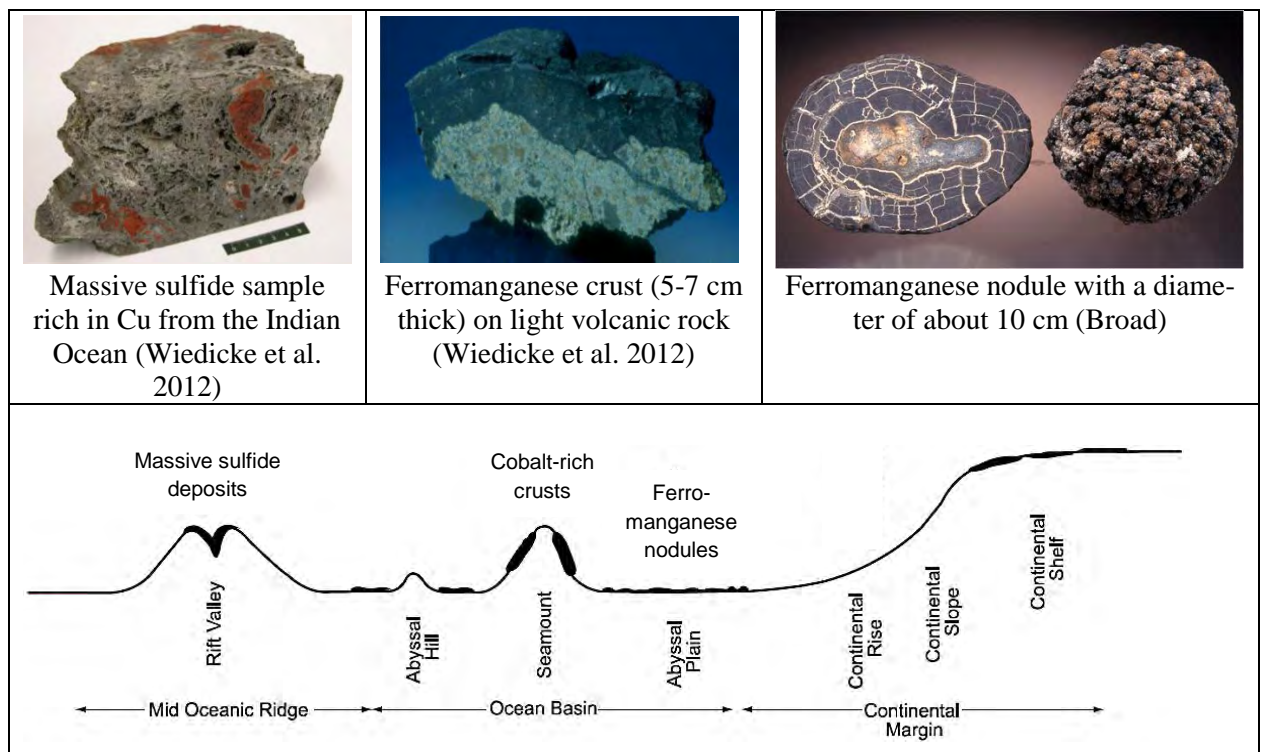


Figure 1. Samples of the three types of deep sea mineral deposits and their distribution on morphological features at the sea floor (modified after Sharma 2015)

Ferromanganese nodules are blackish-brown, mostly rounded, layered concretions with diameters between 1 and 15 cm. They form in the sediment-covered basins of all world oceans at depths between 4000 and 6000 m (Wiedicke et al. 2012). As seawater interacts with the pore water of the sediment and with the sediment itself, Mn and Fe oxides are precipitated. The layers of the cauliflower-like structures grow with about 2 to 100 mm/Ma. Besides Mn and Fe, they also contain metals like Co, Cu and Ni (Lohmann and Podbregar 2012).

Cobalt-rich ferromanganese crusts are layered coatings of Fe- and Mn oxides on sediment-free slopes of large submarine volcanos (seamounts). By the interaction of seawater with the slopes' rocks, Fe and Mn ions dissolved in seawater precipitate as Fe- and Mn oxides on the rocks of the seamount slopes. Due to the very high sur-

face area and high porosity of these crusts, trace metals like Bi, Co, Mo, Nb, Pt, Te, Ti, W, Zr, and light rare earth elements are being enriched. With 1 to 7 mm/Ma the growth rate is much lower than that of Fe-Mn nodules (Wiedicke et al. 2012). Furthermore, the fact that different from Fe-Mn nodules the crusts do not just lie on the sea floor but are firmly attached to the underlying rock makes possible mining more challenging.

Massive sulfide deposits are present at depths between 3000 and less than 1600 m. They form along submarine volcanic structures in which hydrothermal fluids circulate driven by magmatic heat. When cold seawater penetrates into the oceanic crust, it mixes with these hydrothermal fluids and metal sulfides are being precipitated. Another scenario in which these sulfide deposits can form is associated to hydrothermal vents (black smokers). There heated fluids rich in metals are expelled and rapidly cooled by the surrounding seawater (Parkins). The resulting precipitates are then spread as particle fallout over vast areas where they form sheetlike, stratified structures. So, depending on the settings, the deposits vary widely in size and shape and can be podlike or sheetlike with lateral diameters of several hundreds of meters (Wiedicke et al. 2012) and less than one ton to more than one hundred metric tons (Shanks and Thurston 2012). The attribute “massive” in this context refers to the sulfide (>60 %) content of the resource rather than its size or form (Rankin 2011).

Figure shows the mean metal concentrations in ferromanganese nodules found in the Clarion Clipperton zone (the largest and economically most important deposit between Hawaii and Mexico), and in ferromanganese crusts on pacific seamounts according to (Wiedicke et al. 2012). The mean concentrations in massive sulfide deposits have not thoroughly been studied yet.

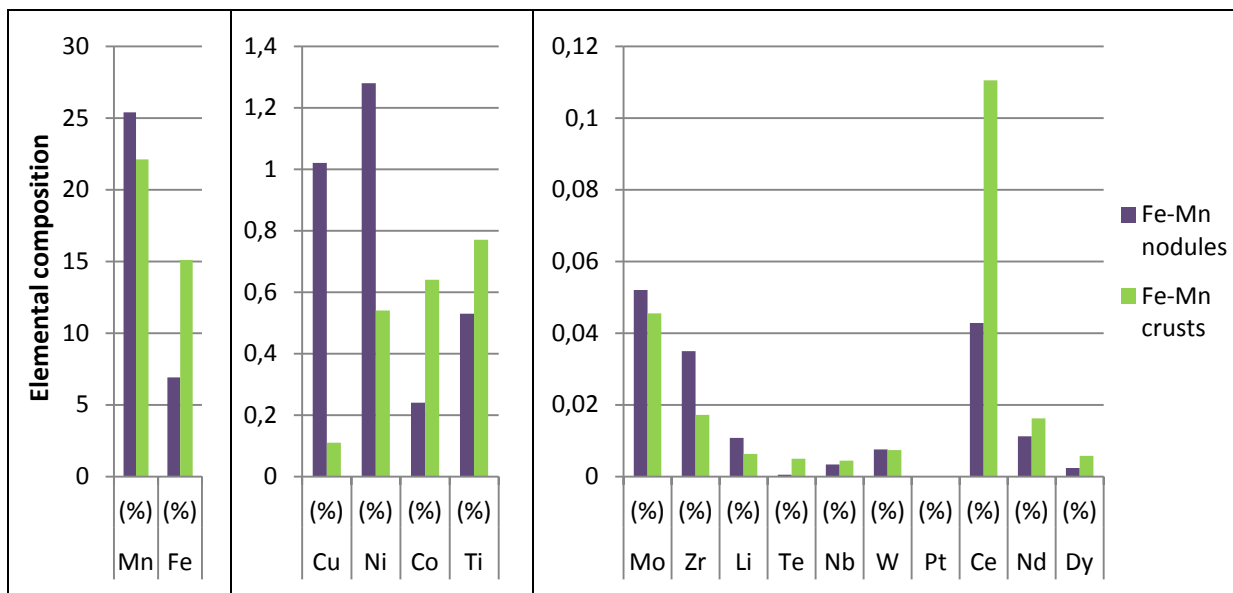


Figure2. Concentrations of strategic elements contained in ferromanganese nodules found in the Clarion Clipperton zone and in ferromanganese crusts on pacific seamounts according to (Wiedicke et al. 2012)

At present Fe-Mn nodules are seen as most interesting deep sea mineral resource because they are easiest to mine and widespread across all world oceans. Exploratory works have shown their density to be highest in four zones shown in Figure. In the so-called “manganese nodule belt” in the Clarion- and Clipperton fracture zones between Hawaii and Mexico one can find up to 60 kg nodules per square kilometer (Lohmann and Podbregar 2012).

However, the actual decision on which of the three resource types to mine will among others depend on the depth of occurrence, the distance to the shore and especially on the fact if a permit is granted for the mining activities.

Challenges and risks

Most of the deep sea mineral deposits are located outside the national territories in the international waters where the United Nations Convention on the Law of the Sea governs the ocean’s natural resources (Rankin 2011). Nations interested in mining or exploring them, need a time-limited permit (often 15 years) from that authority.

The conditions under which the deposits occur are highly demanding from a technological point of view (Sharma 2015). They are characterized by:

- High pressure (300 to 600 bars)
- Low temperature (0 to 10 °C)
- Great depth (3000 to 6000 m below sea level)
- Great distance from the shore (more than 1000 km)
- Strong physical forces above or within the water column (currents, waves, winds)

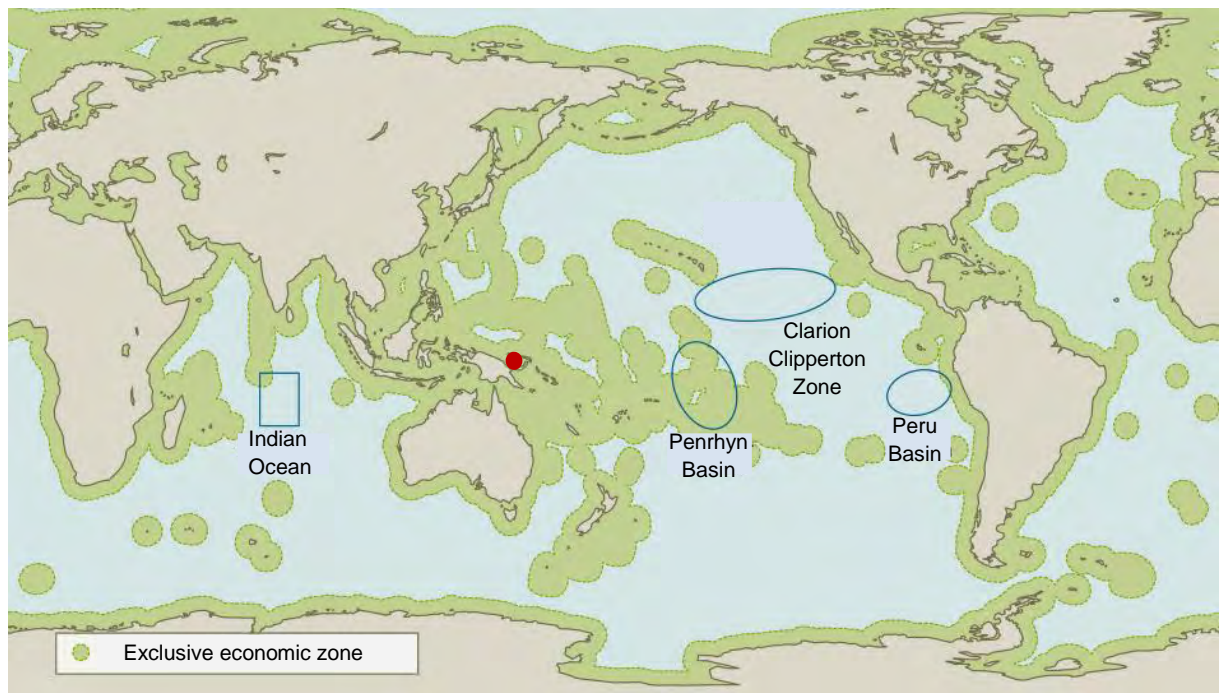


Figure 3. Economically interesting occurrences of Fe-Mn nodules (modified after Gelpke). The red dot in the Bismarck Sea east of Papua New Guinea indicates the Solwara 1 massive sulfide deposit that Nautilus Minerals Inc. is planning to start mining in 2017 (Nautilus Minerals Inc.).

The International Seabed Authority is the organization that controls activities at the sea floor with special emphasis on the resources (Rankin 2011). It granted licenses for exploratory works and technology testing in different zones in the manganese nodules belt in the Pacific Ocean to contractors from different countries (e.g. China, France, Germany, Japan, and Russia, Wiedicke et al. 2012).

The mining company Nautilus Minerals will probably be the first to launch commercial mining of massive sulfide deposits. For that purpose, exploratory works for studying the “Solwara 1” deposit in the Bismarck Sea east of Papua New Guinea (Figure) have already been conducted. Environmental studies were made and necessary permits from the state of Papua New Guinea were granted. For 2016 wet testing of the submarine production tools (SPTs) is planned; in 2017 the production support vessel (PSV) will launch, and in 2018 first production is intended (Nautilus Minerals Inc.).

Two large robots will excavate rock material by a continuous cutting process similar to mining on land. A third machine will collect the cuttings. Using pumps the seawater-rock mix will be pushed through a flexible pipe to the rigid riser pipe and a larger pump by which it will be transported to the PSV at the surface. There the solid material will be dewatered, stored and then brought to the processing plants on land using an extra transport vessel. The filtered seawater will be pumped back to the seabed (Nautilus Minerals Inc. 2016).

For Fe-Mn nodules the collection process is more economical and easier from a technological point of view. However, as they occur at great depth and as they are half- to two thirds covered with sediments, the lifting and separation processes will be the most challenging aspect (Lohmann and Podbregar 2012). The riser pipe should have a diameter 3-times larger than that of the nodules to avoid clogging (Glasby et al. 2014). After separating the nodules, the sediment slurry will have to be disposed, which will create an enormous sediment plume depending on the disposal depth.

Pilot studies have revealed that impacts on sea life will stretch out from the bottom to the surface of the oceans as summarized in Figure. Operations at the sea floor will first of all create noise, vibrations and light pollution. Materials, habitats and organisms will be removed and a large sediment plume will be created (GRID-Arendal - Maps & Graphics library 2014), (Sharma 2015), (Lohmann and Podbregar 2012). This plume will clog the filter feeding apparatuses of benthic organisms, change the nutrient level at the sea floor and consume oxygen as contained trace metals will be oxidized. This will change the entire ecosystem.

At the surface the minerals of interest will be separated before being shipped to the shore for processing. The remaining fluids and sediments will be discharged back to the sea. This artificial upwelling of nutrient-rich bottom waters may on the one hand result in algal blooms and on the other hand in dying of algae due to increased turbidity by discharged sediments (Sharma 2015). Changes in primary production will impact the entire food chain, fish and seafood catches will drop, and prizes will rise. Due to the marine circulation this local issue could quickly turn into a global problem (Lohmann and Podbregar 2012).

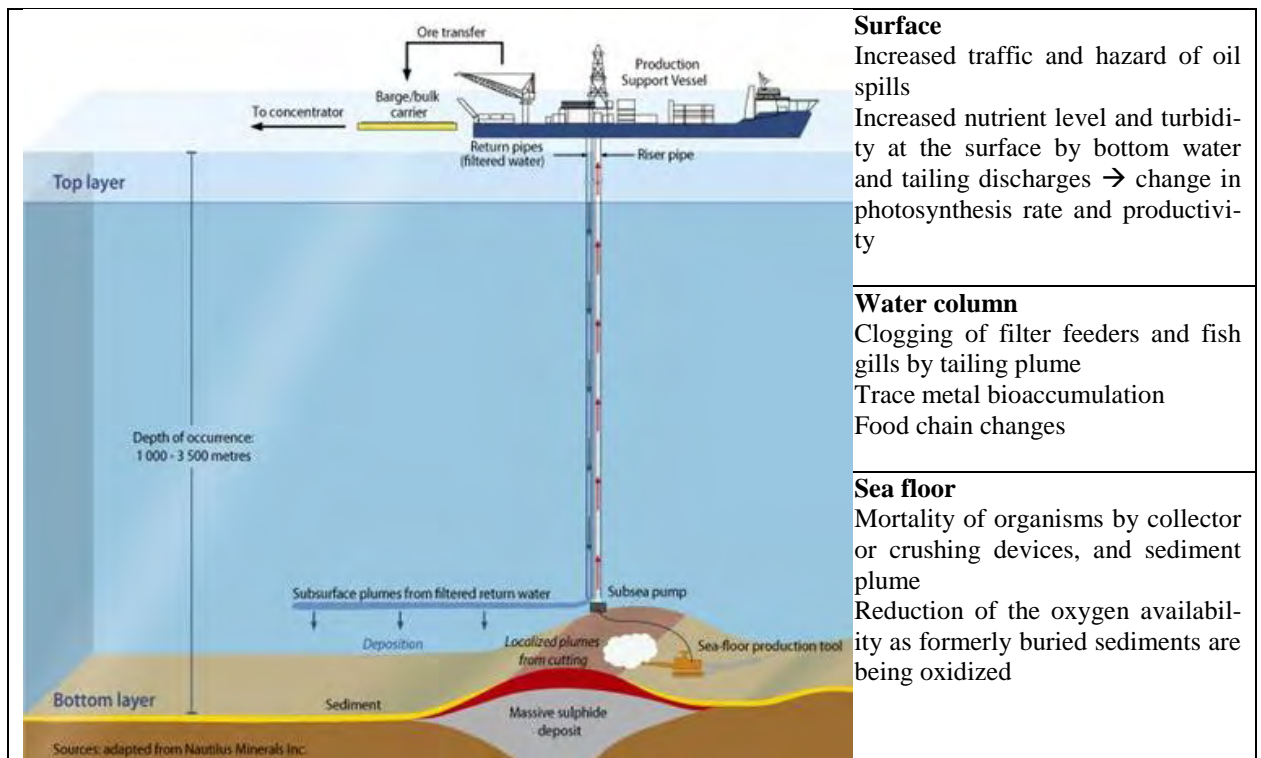


Figure 4. Potential environmental impacts of deep-sea mining (graphic modified after GRID-Arendal - Maps & Graphics library 2014)

Summary and conclusions

Deep sea mining is no longer fiction but close to becoming reality. It offers great potentials but at the same time risks for the environment and the society. Just like companies are working on the optimization from a technological point of view, the same attention should be given to the environment. In order to minimize adverse effects on society and the unique ecosystems of the world oceans, the following measures should be taken (Sharma 2015), (Wiedicke et al. 2012), (Van Dover, C. L. 2014):

- Minimization of the disturbance of the seafloor environment (minimum penetration depth)
- Strip-wise mining allowing repopulation of the mined strips from undisturbed seafloor
- Monitoring of environmental effects and definition of sensitive, mining-free zones
- Studies on the composition, functioning and resilience of the deep sea ecosystems
- Discharge of the sediments after separation as close to the sea bottom as possible to minimize the impact on photosynthesis
- Transfer of the pumped up bottom water back to the deep sea or equally distributing it across the water column
- Minimization of traffic on sea and of oil spill hazard.

References

1. Broad WJ Rare-Earth Minerals Hold Promise for Seabed Mining - Science in 2011. <http://www.nytimes.com/2010/11/09/science/09seafloor.html>. Accessed 08 Mar 2016.
2. Gelpke N World Ocean Review - Mineralische Rohstoffe. Begehrte Manganknollen. <http://worldoceanreview.com/wor-3-uebersicht/mineralische-rohstoffe/manganknollen/>. Accessed 08 Mar 2016
3. Glasby GP, Li J, Sun Z (2014) Deep-Sea Nodules and Co-rich Mn Crusts. *Marine Georesources & Geotechnology* 33(1):72–78. doi:10.1080/1064119X.2013.784838
4. GRID-Arendal - Maps & Graphics library (2014) Deep sea mining. Example of a sea-floor massive sulphide mining system and related sources of potential environmental impact. From collection: Deep Sea Minerals Volume 1A. http://www.grida.no/graphicslib/detail/deep-sea-mining_78eb. Accessed 09 Mar 2016
5. Lohmann D, Podbregar N (2012) *Im Fokus: Bodenschätze*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
6. Nautilus Minerals Inc. Nautilus Minerals Investor Update
7. Nautilus Minerals Inc. Nautilus Minerals The Pipeline. PNG - Solwara 1. <http://www.nautilusminerals.com/irm/content/png.aspx?RID=258>. Accessed 10 Mar 2016
8. Nautilus Minerals Inc. (2016) How it will all work. <http://www.nautilusminerals.com/irm/content/how-it-will-all-work.aspx?RID=433>. Accessed 10 Mar 2016.
9. Parkins N Staking a claim: Deep-sea mining nears fruition | EARTH Magazine. <http://www.earthmagazine.org/article/staking-claim-deep-sea-mining-nears-fruition>. Accessed 08 Mar 2016

10. Rankin WJ (2011) Minerals, metals and sustainability. Meeting future material needs. CSIRO Publishing; CRC Press, Collingwood, Vic., Leiden
11. Shanks WP, Thurston R (2012) Volcanogenic massive sulfide occurrence model: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5070-C:345 p.
12. Sharma R (2015) Environmental Issues of Deep-Sea Mining. *Procedia Earth and Planetary Science* 11:204–211. doi:10.1016/j.proeps.2015.06.026.
13. Van Dover, C. L. (2014) Impacts of anthropogenic disturbances at deep-sea hydrothermal vent ecosystems: A review. *Marine Environmental Research* 102:59–72.
14. Wiedicke M, Kuhn T, Rühlemann C, Schwarz-Schampera U, Vink A (2012) Marine mineralische Rohstoffe der Tiefsee Chance und Herausforderung.
15. https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/40_marine-mineralische-rohstoffe-tiefsee.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Accessed 07 Mar 2016.

T. HUDSKY

University of Chemistry and Technology, Prague

INVESTIGATING THE ADSORPTION PROPERTIES OF SELECTED ADSORBENTS FOR USE IN NUCLEAR POWER GENERATION

Along with increasing population the consumption of basic needs and energy is growing. Since the fossil fuels are limited in supply and one day will be depleted, people are trying to find new energy resources and use them in processes with higher energy conversion efficiency.

Generation of electricity by nuclear fission does not create carbon dioxide and the amount of fuel consumed is relatively small. Therefore it is less harmful to the environment compared to burning fossil fuels.

New type of nuclear reactors, the fourth generation reactors, should be developed in the next decades. Reactors of the fourth generation should be safer and more efficient. Two out of six suggested designs of the nuclear reactors are gas-cooled and helium is to be used as the coolant. Helium can be contaminated with impurities and they must be constantly removed. This is the reason why there is purification circuit in every gas-cooled nuclear reactor and a fraction of flowing helium is being constantly cleaned there.

Helium of helium-cooled nuclear reactors contains undesirable impurities. Gaseous impurities are mainly N₂, H₂, H₂O, CO, CO₂, CH₄ and O₂, but oxygen immediately reacts with other agents. Dust particles and fission products (Kr, Xe, I, Cs) are present. All these impurities cause early corrosion of the equipment and oxidation of graphite. Dust particles can cause mechanical erosion of the equipment. Concentrations of the impurities are relatively low (0.1-30 ppm), but they can interact with each other and with materials in the primary circuit and their concentrations may change.

Sources of gaseous impurities are various. Helium is mainly contaminated by impurities during production and transport of the helium to the primary circuit. When the temperature rises in the primary circuit, the impurities desorb from the construction materials of the primary circuit and from the fuel. The impurities contaminate the helium by leakage from the ambient air and during maintenance and refueling.

Fission products can escape from the fuel cladding to the primary circuit. Hydrocarbons can contaminate the primary circuit from bearings of pumps.

Purification circuits of the previous gas-cooled nuclear reactors were similar, although every circuit had its deviations. At the inlet of purification circuits there are mechanical filters to clean dust particles bigger than 5 μm from the gas. The helium flows to oxidizer bed where hydrogen and carbon monoxide are oxidized to water and carbon dioxide. These impurities are captured on molecular sieve beds. Remaining impurities (N₂, CH₄, O₂, Kr, Xe) are adsorbed in low temperature adsorption beds at temperatures around -160 °C.

Adsorption of carbon monoxide, carbon dioxide and methane on zeolite molecular sieves was examined in this paper. An experimental apparatus was designed and constructed (on fig. 1). The apparatus consists of gas pressure reducing valves for low and high pressures, pressure gauges, pressure and flow controllers Bronkhorst F-232M, P-202C a F-033C, an adsorption column and a Fourier transform infrared spectrometer Nicolet Antaris IGS.

Equipment in the apparatus is connected with stainless steel tubing. The apparatus comprise 4 high pressure aluminum cylinders (one with sample that is adsorbed in the column, one with nitrogen(99.999% purity) and two with helium (99.9999% purity) that are used to flush the apparatus). Pressure and gas flow in the apparatus was controlled on a personal computer with FlowDDE and FlowView software in range of pressures 0 – 10 MPa and flow 0 – 33 l·min⁻¹.

Series of adsorption experiments were carried out with gas mixtures containing helium and one gaseous impurity (1 – mixture of helium and 101 ppm of methane, 2 – mixture of helium and 510 ppm of carbon dioxide, 3 – mixture of helium and 990 ppm of carbon monoxide). The mixture of helium and gaseous impurity was flowing through the adsorption column filled with molecular sieve and the gas flowing out of the apparatus was analyzed on the FTIR spectrometer and concentration of the impurity was observed. Usable and total sorption capacities were calculated from breakthrough curves (fig. 3) for the three impurities under various pressures. Usable capacity is amount of impurity adsorbed on the molecular sieve, until the concentration of the impurity in the mixture flowing

out of the apparatus is higher than 5 % of total concentration, per one gram of the molecular sieve. Total capacity is the total amount of impurity adsorbed on the molecular sieve, per one gram of the molecular sieve. The molecular sieves we used were the 3A, 4A, 5A and 13X.

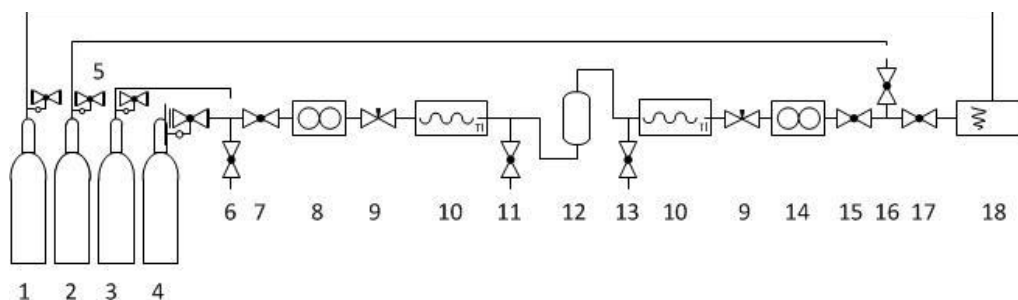


Figure 1. Scheme of the apparatus: 1 - cylinder with nitrogen (99.999% purity), 2,3 - cylinder with helium (99.9999 purity), 4 - cylinder with mixture of helium and adsorbed gas, 5 – gas pressure reduction valve, 6,7 - shut-off valve, 8 – pressure controller Bronkhorst F-232M, 9 – needle valve, 10 – pressure gauge, 11 – shut-off valve, 12 – adsorption column, 13 – shut-off valve, 14 – flow and pressure controller Bronkhorst P-202C a F-033C, 15,16,17 – shut-off valves, 18 – FTIR spectrometer



Figure 2. The adsorption apparatus

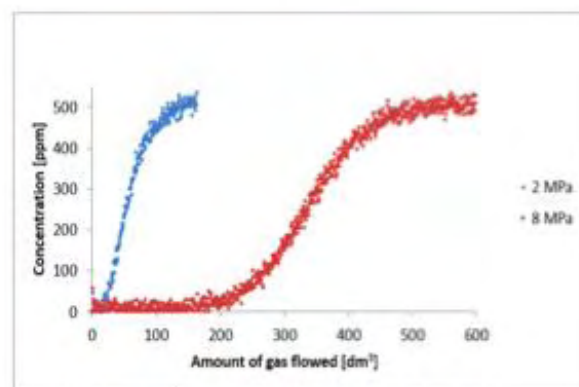
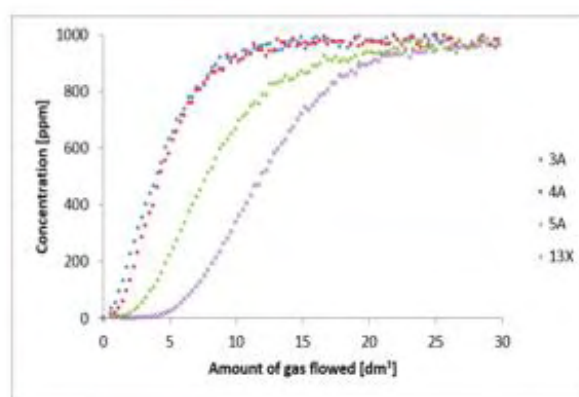


Figure 3. Examples of breakthrough curves

Sorption of carbon monoxide, carbon dioxide and methane was examined, breakthrough curves were measured and sorption capacities were calculated. The sorption capacities are shown in tab. 1.

Highest sorption capacity of CO₂ shows the 5A molecular sieve. At the pressure of 2 MPa the sorption capacity is 2.62 mg·g⁻¹ and at 8 MPa the capacity is 15.62 mg·g⁻¹.

In an effort to simplify the classical purification circuit it would be useful to find adsorbents that capture methane at room temperature, thus it would not be necessary anymore to have a nitrogen-cooled adsorption column to remove methane in the purification circuit. Finding adsorbents that capture carbon monoxide is desirable so the oxidizers in the purification circuit wouldn't be needed anymore. Sorbents investigated in this paper, however, don't have high adsorption capacity for methane or carbon monoxide. These agents could be captured by organometallic sorbents and impregnated activated carbon and it is desirable to examine them in the apparatus in the future.

Table 1

Usable and total capacities of tested sieves

	Bulk density [g·dm ⁻³]	BET area [m ² ·g ⁻¹]	Volume of pores [cm ³ ·g ⁻¹]	Diameter [mm]	Temperature [°C]	Flow [dm ³ ·min ⁻¹]	Pressure [MPa]	Usable capacities [mg·g ⁻¹]			Total capacities [mg·g ⁻¹]		
								CO ₂	CO	CH ₄	CO ₂	CO	CH ₄
3A	685	57	0.14	1.68 – 2.38	25	3	2	0.1	0	0	0.26	0.2	0
							4	0.2	0	0	0.4	0.3	0
							6	0.3	0	0	0.5	0.3	0
							8	0.3	0.1	0	0.57	0.3	0
4A	731	-	-	2.38 – 4.76	25	3	2	-	0	-	-	0.3	-
							4	-	0.1	-	-	0.3	-
							6	-	0.1	0	-	0.3	0
5A	820	571	0.18	1.6 x 2-6	25	3	2	0.7	0.1	0	2.62	0.3	0
							4	-	0.1	0	-	0.4	0
							6	-	0.2	0	-	0.5	0
							8	8.8	-	0	15.6	-	0
13X	673	533	0.35	2.38 – 4.76	25	3	2	-	0.1	0	-	0.4	0
							4	-	0.3	0	-	0.6	0
							6	-	0.4	0	-	0.8	0
							8	-	-	0	-	-	0.1

R. JADACH

Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Poland

SMOG - ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PROBLEM OF EUROPEAN CITIES

In this paper is concluded subject of air pollution in European cities and its negative impact on the economy, human health and quality of life. Urban air pollution is one of the main problems of people living in large cities. In areas where there is high air pollution are respiratory diseases, cancer, cardiovascular diseases and allergies. Treatment of sick people is a heavy burden for the state budget to stay in the hospital, the cost of medicines and long rehabilitation. Smog has negative impact on: the urban ecosystem: many species of plants and animals living in cities are exposed to toxic air. In this paper, I made studies that were performed in Cracow as it is a typical example of a city where there is a large air pollution.

Keywords: air pollution, smog, environment, urbanization

Introduction

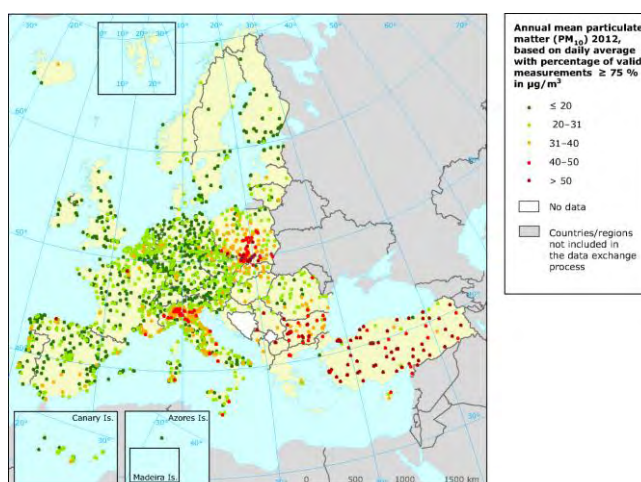
Despite considerable improvements in the past decades, Europe is still far from achieving level of air quality that does not pose unacceptable risks to humans and the environment. Air pollution is the top environmental risk factor of premature death in Europe: it increases the incidence of a wide range of diseases and has several environmental impacts, damaging vegetation and ecosystems. This constitutes a substantial loss for Europe: for its natural systems, its agriculture, its economy, the productivity of its workforce, and the health of Europeans. The effects of poor air quality have been felt most strongly in two main areas. Firstly, inhabitants in urban areas have experienced significant health problems. Secondly, air pollution has led to impaired vegetation growth in ecosystems and agriculture, as well as to biodiversity loss, for example in grassland ecosystems, due to eutrophication¹

Materials and methods

Information on air pollution in Europe come from the European Agency for Environmental and its own research conducted in Cracow. The Environmental Protection Agency sets standards for air pollution. The PM-10 standard includes particles with a diameter of 10 micrometers or less (0.0004 inches or one-seventh the width of a human hair). EPA's health-based national air quality standard for PM-10 is 50 µg/m³ (measured as an annual mean) and 150 µg/m³ (measured as a daily concentration)².

The level of air pollution in Europe

The Map 1. Concentrations of PM10



Note: The map depicts exceeded air quality standards (concentration of PM10) in 2012
Source: European Environment Agency³, PM10 Mean - 2012- Concentration, AirBase 2012

Map shows the air pollution in European cities. The problem of smog affects many countries of the European Union. Poor air quality is present in France (Paris), on the Po Plain in Italy, Slovakia, Bulgaria and of course in Poland. In Europe, the rate of urbanisation increases every Polarization of territory between urban and rural and accessibility are still important aspects in landscape dynamics.

Urbanization, expressed as the proportion of people living in urban places shows a recent but explosive growth reaching values around 80% in most European countries. Simultaneously the countryside becomes abandoned⁴. More and more people in Europe choose to travel by car as we all know car engines produce large amounts of exhaust gases such as carbon dioxide, sulfur dioxide and hydrocarbons. Therefore, the exhaust gas concentration in the air is high. In the cities where the concentration of smog is a very large local governments bear the costs associated with the treatment of sick people. It's a big burden for the state budget. Total expenditure on health care in Poland in 2012 amounts to 6.8% of GDP⁵. Another very important factor is the burning of coal in households. The problem of smog is typical for cities located in valley.

The results of the research and air pollution in Polish cities

For the most common sources of air pollutants include carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and particulate matter. The state of the atmospheric air is conditioned by emissions of pollutants the atmosphere by cross-border transport and meteorological conditions and of air pollution from Polish territory⁶

Excessive levels of atmospheric pollution is more than 20% Polish surface. The factors causing this condition are:

- Energy based on coal and lignite
- Developed, but seriously underinvested industry raw materials
- Underdeveloped system for cleaning pollution and dynamically growing transportation (vehicles and roads)

Cracow is the second largest city in Poland and is an important cultural and financial center. Unfortunately, as a result of industrialization it is one of the most polluted cities in Europe. The main sources of pollution are industrial plants such as: Tadeusz Sendzimir is the second largest steel plant in Poland. It opened on July 22, 1954 in a newly built, easternmost district of Cracow called Nowa Huta, EDF Kraków S.A. this is the power plant in Cracow and many companies of the chemical industry. In addition, pollution increase passenger aircraft (John Paul II International Airport Kraków–Balice).

The level of air pollution explored using natural bioindicators. Bioindicators are a species that can be used to monitor the health of an environment or ecosystem. In my research using lichens (bioindicators of air quality). Lichens are very sensitive to air pollution especially sulfur oxides. Examining what species of lichens grow in Cracow, we can assess the air quality. In Cracow, there are mainly lichens, such as: *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* and *Hypocenomyce scalaris*.

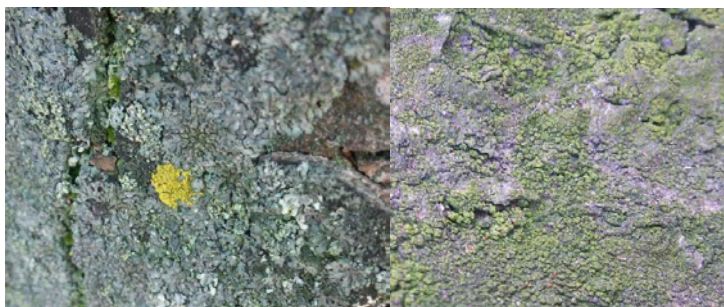


Figure 1. *Xanthoria parietina* and *Hypocenomyce scalaris*

Carbon dioxide is the major component of air pollution in Cracow. It emitted mainly by industry in Cracow. In addition, large quantities of impurities are brought from the Upper Silesian Industrial Region, mainly due to the dominance of westerly winds. Due to the fact that Cracow lying in the valley, all the impurities are retained. The government should take action to clean up the air in Cracow. To clear the air, use modern technologies for cleaning pollution from the chimneys of factories such as dust collectors, cyclones and electrostatic precipitators, and most importantly, replacing traditional coal stoves for gas stoves. Today, on days when air pollution levels are too high Cracow residents are entitled to free public transport.

Conclusion

Smog has a negative impact on the ecosystem, the economy of the state and human health because it contains many toxic substances that negatively affect the environment. There are many ways to reduce the level of air pollution in European cities, but the Europeans have to remember about protecting the city parks because the trees stop air pollution and purify the air. With the lichen can measure the levels of urban air pollution because they are very sensitive to sulfur dioxide contained in the smog.

References

1. European Environment Agency (2014), Report No 5/2014
2. <http://www3.epa.gov/airtrends/aqtrnd95/pm10.html> Accessed on 26/02/2016
3. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/airbase-exchange-of-information-5/pm10-2012-concentration> Accessed on 26/02/2016
4. Marc Antrop, (2004), University of Ghent, Landscape change and the urbanization process in Europe
5. Michał Koziński, Departament Badań Społecznych i Warunków Życia GUS, Narodowy Rachunek Zdrowia za 2012 rok, pages 2-3
6. Dariusz Fuksa, Ewa Ciszynska, Analiza i prognoza zanieczyszczenia powietrza na przykładzie aglomeracji miejskiej Krakowa
7. Derek Elsom, (1996) Smog Alert: Managing Urban Air Quality, pages 6-26
8. Juda-Rezler K., Manczarski P., Zagrożenia związane z zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego i gospodarką odpadami komunalnymi, Nauka 2010, pages 97-106.

PATRYCJA ANNA KAŁUŻNA, AMADEUSZ WALCZAK
Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Poland

SPATIAL DISTRIBUTION OF SALINITY AND VOLUMETRIC MOISTURE IN A COASTAL BELT OF THE BALTIC SEA

Introduction

The main processes limiting crop production are a decrease in humidity and an increase in salinity. Both of these phenomena have an adverse effect on the formation of environmental and hydrological conditions. As a result, it contributes to reducing plant growth or their dieback. Soil moisture is associated with the participation of water in porous structure which is the soil, while the salinity is caused by an accumulation in the soil solution easily soluble salt.

One of the methods for measuring the humidity and salinity of soil is using a TDR technique (Time-Domain-Reflectometry). In the case of humidity, TDR sensors measure the rate of the spread of electrical impulses in the porous medium, and indirectly determine the volumetric moisture [m³/m³]. However, in the case of salinity, measure directly the soluble salt setting it in Siemens [dS/m] (Kowalik 2012). TDR technique used in many research, inter alia, in the TDR estimation of electrical conductivity and saline solute concentration in a volcanic soil (Munoz-Carpenaa et al. 2005) and the time-domain reflectometry method for measuring soil water content and salinity (Dalton et al. 1986).

The paper presents a method for the application of TDR techniques to obtain the spatial variation of salinity and humidity in the coastal belt of the Baltic Sea.

Material And Method

The research was conducted in the coastal belt of the Baltic Sea in Poland, in the town Łeba (54°45'N, 17°31'E). The Baltic Sea is semi-enclosed sea, which makes this area one of the least salty seas of the world (Carlsson 1997). Despite the low salinity, coastal belt guarantees the content variation of humidity and salinity on a small area. For the measurement of parameters uses the Field Operated Meter (FOM/mts) along with the sensor type LP/ms. Conducted a series of tests in order to determine the spatial variability of moisture volume and salinity. The location of the measurement points shown in Figure 1. Variability was also determined at different depths. The measuring point was further away from the shoreline, the depth of measurements increased. In the most remote places, the measurement was carried out at a depth of 2. 20 m, derogations which 0. 25 m.

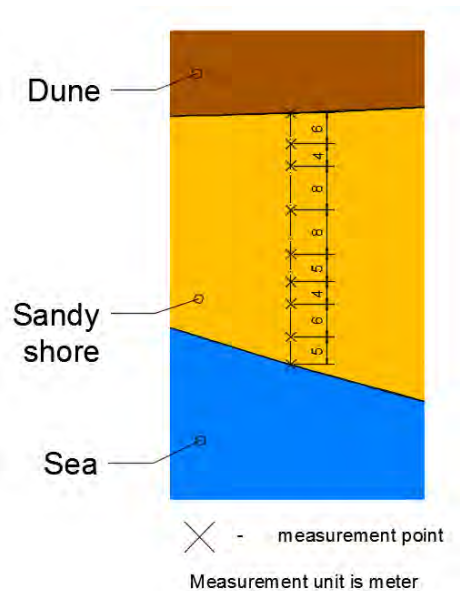


Figure 1. The location of the measurement points

Results

The results indicate the usefulness of TDR technique for the determination of the moisture content of volume and salinity in the coastal belt of the Baltic Sea. The main purpose of the experiment was to explore the relationship of change of humidity volume and salinity. The following chart illustrates this relationship for several of measuring points (Fig. 2,3,4).

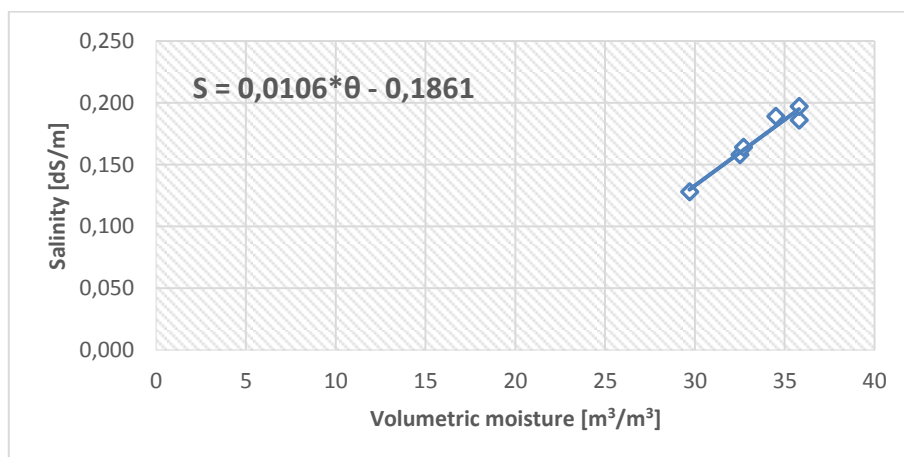


Figure 2. The relationship of salinity changes from humidity point at shoreline

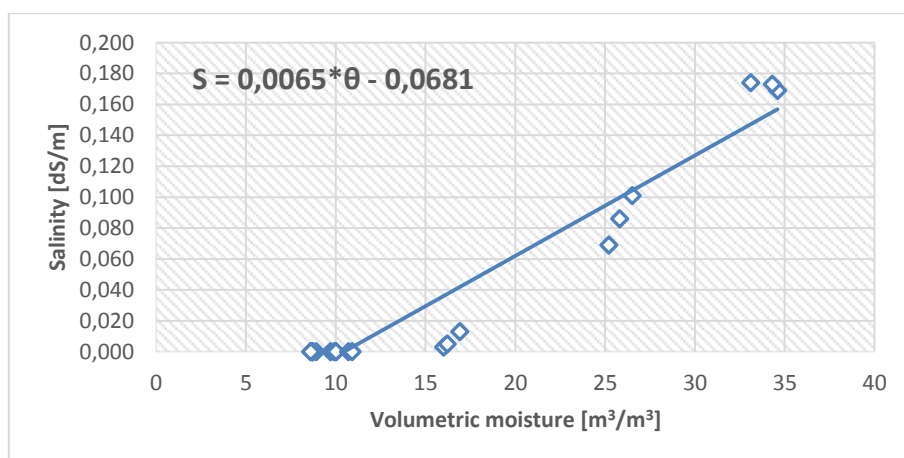


Figure 3. The relationship of salinity changes from the humidity for the volume 20 m away from the shoreline

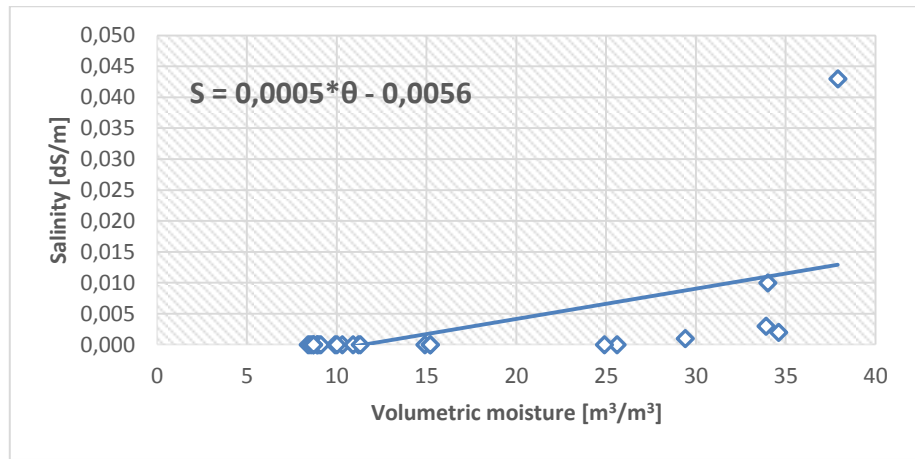


Figure 4. The relationship of salinity changes from the humidity for the volume 46 m away from the shoreline

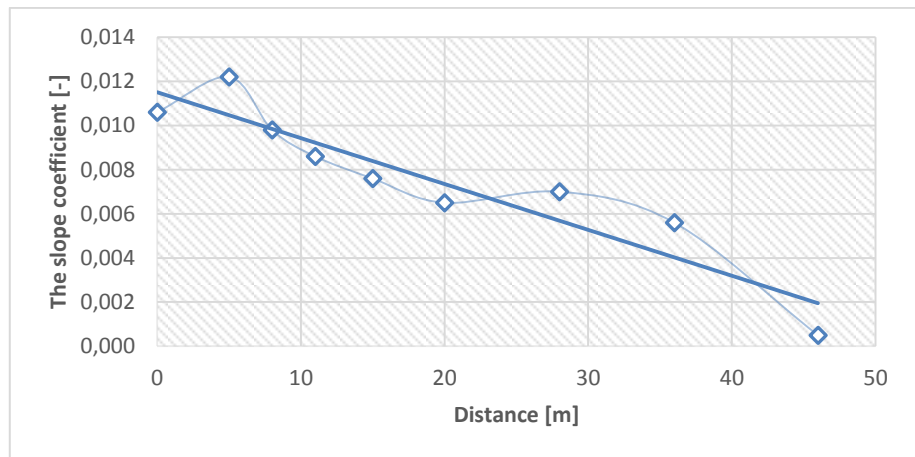


Figure 5. The value of the slope coefficient depending on the distance from the shoreline

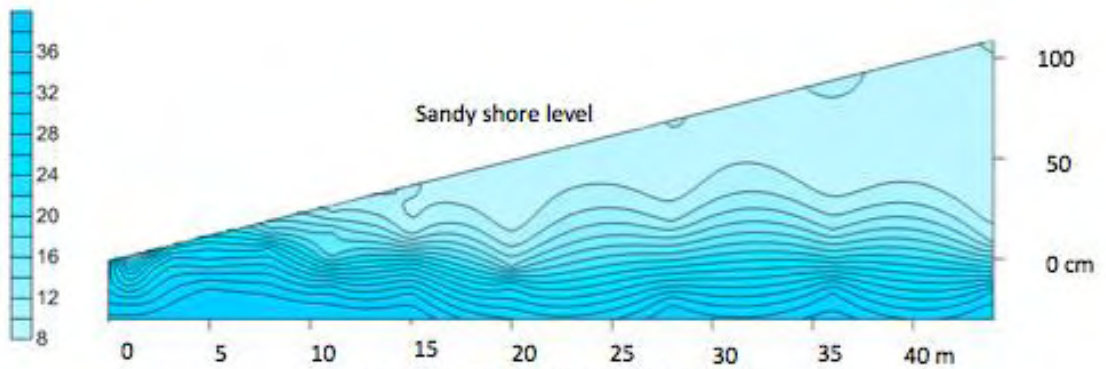


Figure 6. The distribution of volumetric moisture

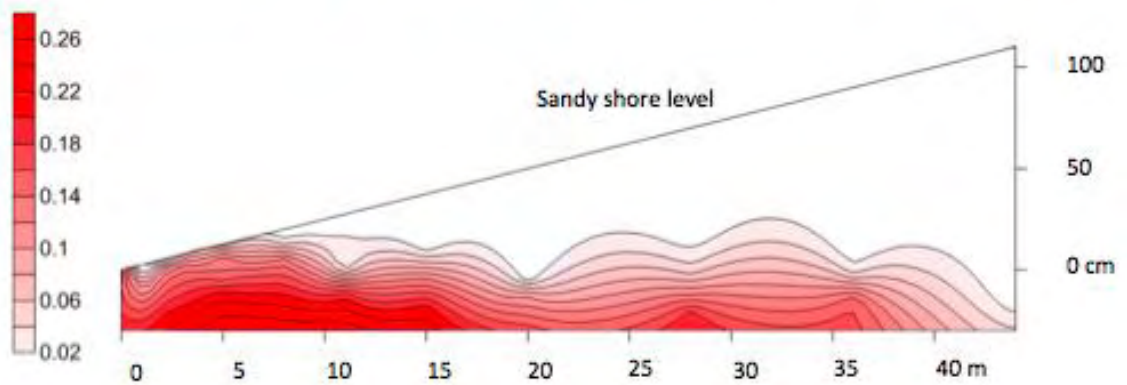


Figure 7. The distribution of salinity.

The most important parameter being analyzed is the slope coefficient of the linear function, which was established on the basis of the measuring points. It is different for each of the points. The value of this coefficient for series of measurements (Fig. 1) is shown in Fig. 5. Its value is decreasing with increasing distance of the measuring point of the shoreline. On this basis, it was concluded the disappearance of a salinity 45 m from the sea.

Additionally, for better analysis of the obtained results, it has been created areal distributions of the above parameters. These distributions are for illustrative purposes. Surfer® 13 program was used to illustrate results. This software uses group of geostatistical method of estimation called kriging. Obtained results determinate of the best, unbiased linear estimator.

References

1. Kowalik P., 2012, Soil Environment Protection (in Polish), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ISBN 978-83-01-13551-5. R.
2. Munoz-Carpenaa, Regaladob C.M., Ritterb A., Alvarez-Benedic J., Socorrob A.R., 2005. TDR estimation of electrical conductivity and saline solute concentration in a volcanic soil. *Geoderma*, 124: 399-413.
3. Dalton F.N., van Genuchten M.Th., 1986. The time-domain reflectometry method for measuring soil water content and salinity. *Geoderma*, 38: 237-250.
4. Carlsson M., 1997. Sea Level and Salinity Variations in the Baltic Sea - an Oceanographic Study using Historical Data.
5. Walczak A., Kałużna P., Janik G., 2016, Spatial distribution of salinity and volumetric moisture in a coastal belt of the Baltic Sea, article in preparation.

J. KNYSAK, P. DRUŻYŃSKA, J. KAZAK, M. ŚWIĄDER
University of Environmental and Life Sciences in Wrocław, Poland

ENVIRONMENTAL POLICY ASSESSMENT OF POST-MINING AREAREDEVELOPMENT: CASE STUDY OF BELCHATOW – POLAND

Revitalization of industrial areas is particularly associated with the economic development process and environmental protection. Mining areas, due to their specific nature, should be developed in different ways.

Keywords: redevelopment, Belchatow, lignite, environmental protection.

Redevelopment Of Post-Mining Areas In Poland

Poland is a self-sufficient country in terms of energy. It is the most popular source of energy is lignite [Kasztelewicz 2008]. Rational management of resources is very important because electricity produced from brown coal is the cheapest in the current conditions. Moreover, the largest deposits of lignite in Europe is located in Poland. It is the asset, number one of Polish mining industry which is supported by universities, research facilities, specialized staff and technical facilities. It seems like Poland has everything but unfortunately lack of clear decision in government documents is necessary to save security of Polish energy system. Lignite is not only a benefit but also essential commitment related with issues of environmental protection and impact on external environment.

Poland has five brown coal mines: coal mine Konin, coal mine Adamów, coal mine Turów, coal mine Belchatow and coal mine Sieniawa. In Poland, among the areas transferred to development, up to 60% of the land is replanted, 20% is managed in agriculture, 10% is managed in water tanks and the last 10% are recreational areas. The creators of the Polish School of Redevelopment are Bender, Siuta, Strzyszcz, Gilewska, Krzaklewski and Gołda [Kasztelewicz et. al, 2011]. They defined that redevelopment should be efficient and multifunctional. It should achieve similar or better conditions than by the commencement of works.

Belchatow is one of the most significant manufacturing centers in Poland, known from the fuel-energy basin which PGE Coal Mine “Belchatow” SA and PGE Power Belchatow SA which are situated 10 km from city center. The rapid development of the city took place in the twentieth century. During these years they were discovered deposits of lignite near Belchatow. Mine and Power Station, as the most efficient source of electricity production in Poland, have ensured manufacturing for about 30–45 years. By the current mining program open pit mining in Belchatow to 2019 and open pit Szczercow to 2038. The activities will be extended until 2050, on condition that a license and start of exploitation of the Złoczew’s deposit will be granted.

As a result of the current activities connected with the mine (during the operation of lignite) occurred transformation of the land and the environment. They result in: excluding large areas of agricultural and forestry use, changes in hydrographic, settlement, communicational and power system, destroy of the soil cover within the excavation, external dump and ancillary facilities as well as emergence of new forms of relief (artificial cavities – pits)

Almost all environmental protection projects were implemented in KWB Belchatow SA in advance, eliminating and limiting the size of the effects of the operation. At first, there was only one redevelopment concept which focused on forest and water. In 2008the second concept was created by the AGH University of Science and Technology in Krakow. Their project determines a transformation of these areas to sport, leisure and cultural center.

This problem is important from environmental point of view, because different concepts of future development vary in terms of conservation relatively big area (locating habitats of fauna and flora, protection in case natural hazards, etc.). To identify the impact of individual document on the environment, comparative analysis of redevelopment concepts was taken. In this analysis, a method of identification of ecosystem services was used, based on TEEB method (2011). Conclusions from the study will answer the question of which activities connected with redevelopment of post-mining areas are the most favorable in terms of environmental benefits.

Environmental Policy Assessment Redevelopment Concepts

In the first project of redevelopment of post-mining areas two fields will be renovated: Belchatow and Szczercow. According to the decision of the authorities, dumping ground fields Belchatow would be redevelopment mainly as a forest. On the northern slope was built a downhill which contributed in a significant way to spice up areas where industrial activity has been completed. Currently, accumulation of materials takes place in a depleted excavation of Belchatow field. One part of the excavation will also be forested and in the second one will be created water tank with recreational facilities. Exploitation of lignite creates two final excavations. Two water reservoirs (32.5 km² and 2.4 billion m³) will be created as a result of these actions. It is anticipated that it takes 60 years to filling tanks with water by natural forces of nature.

The second concept of redevelopment is based on sports facilities which already exist. The difference between the first idea is to create an educational and artistic function. Revitalized mine Belchatow, would include water reservoirs with different functions, sport facilities including extreme sports, lignite mining museum created on part of the technical support Belchatow field. In the museum, people will be able to see machinery and equipment used for the extraction of lignite. This project also has a conference center and parks, recreation grounds with walking and cycling routes. Whole complex will be equipped with a base of accommodation and catering. It should be adapted to groups of different ages and with different wealth.

Comparison of different function designed in redevelopment concepts and ecosystem services, which may occur in the post-mining area, are presented in the table (tab. 1). Identification of variety of ecosystem services enables to answer the question about possible environmental impact of redevelopment concept implementation.

Table 1

Analysis of ecosystem services. Own work

P1		P2	
Function	Ecosystem services	Function	Ecosystem services
Forest	sequestration, erosion and soil fertility, pollination, biological control, habitat for the species, genetic diversity	Forest	air quality and climate, carbon sequestration, erosion and soil fertility, pollination, biological control, habitat for the species, genetic diversity
Water reservoirs	Water, air quality and climate, wastewater treatment, biological control, habitat for the species, genetic diversity	Water reservoirs	Water, air quality and climate, wastewater treatment, biological control, habitat for the species, genetic diversity
-	-	Recreating grounds and parks	Air quality and climate, carbon sequestration, erosion and soil fertility, pollination, biological control, habitat for the species
-	-	Agricultural land	Food, raw materials, medicinal resources, air quality and climate, carbon sequestration, erosion and soil fertility, pollination, biological control, habitat for the species

Analysis of ecosystem services in the redevelopment plans showed that plan 1 includes nine services and plan 2 includes eleven services. According to variety of direct positive environmental impact it seems that implementation of concept Z is the most beneficial. However, plan 2 contains additionally objects which serve educational functions. Location of a museum and research center might have a positive impact on the environment, depending on the use of this infrastructure. Therefore, there is a chance of additional indirect positive impact on the environment, which should be also taken into account.

Conclusions

This analysis describes the environmental impact of the landscaping project. Proposed method might be useful in asserting the environmental impact of reclamation projects. Based on the analysis, it was found that project 2 is characterized by a greater variety of ecosystem services. Thus, project 2 is more preferable from the point of view of the environment. Post-mining areas pose a real challenge to environmental recovery. Appropriate environmental rehabilitation of those terrains is an imperative.

References

1. Kasztelewicz Z., Kaczorowski J., Rehabilitation and redevelopment of coal mine od lignite in case of Belchatow , Mining and Geoengineering 2009, Chapter 33, page 187– 212.
2. Kasztelewicz Z., Sypniowski S., Direction in Polish coal mines on selected examples,, Mining and Geoengineering, Chapter 3, 2011.
3. Kasztelewicz Z., Brown coal deposits in Poland and the prospects for their, Energy policy, Volume 11, Chapter 1, 2008.
4. Coal Mine of Belchatow, http://www.kwb.pl/historia_kwb.php, access 23.02.16.
5. The development of the brown coal mining – PGE KWB Be;chatow, www.mg.gov.pl/files/upload/10072/KWB_Belchatow1.pps , access 23.02.16.
6. Tkacz K., Redevelopment of KWB Belchatow as an opportunity for the development of small towns, Politechnika Krakowska, Department of Architecture.

SINGH RAVI KUMAR CHAUHAN

Technical University of Clausthal, Germany

EFFECTS OF MINING TO ENVIRONMENT AND GLOBAL WARMING

Abstract

Mining is practiced from ancient times to extract the minerals from the core or from the surface of the earth. Mining of minerals plays very crucial role to this modern technology because minerals explored are very important for the human daily life and they are used for the different purposes. Likely metals, coal, oil, gas etc., they are some important minerals which are used in building automobiles, houses and to produce electricity to lighten up the dark streets and our houses.

Everything in the globe is linked with each other like metals are mined as ore and then they synthesized into iron, steel, copper etc., which are used in our day to day life and then to manufacture automobile we need different types of metal and chemicals for painting etc., but to run this car we need some fuel, which produces the energy and allows the automobile to move forward with the great force and speed.

Perhaps mining is increasing its value in global market and giving all the comforts with its modern technology to our daily human life, but eventually they are some side effects which are effecting the human life, its nature and global warming.

So, current issue in and around the world is global warming and protection of environment, these are few question always rise in mind, how mining is linked with environment? how mining is destroying our environments? what are its effects to global warming? how its effecting the human life?

Global warming effects can be seen in our day to day life, where the weather in our surroundings have drastic changes, this is not only the problem they are other ways mining is destroying the environment like deforestation which is a disaster to our nature and rises the temperature every year.

How we need to protect our nature or environment? What are the necessary steps to be taken?

M. LOJEWSKI

AGH University of Science and Technology, Poland

ANALYSIS OF THE FOUNDATION OF A HISTORIC BUILDING

Regarding cracking which had appeared in the walls of a historic church in Podlegorz, the voyt of Trzebiechow Commune addressed a request to the authorities of the Faculty of Mining and Geoengineering to conduct researches to identify the reason of the damages.

This lecture presents the results of a one-week geotechnical investigation carried out by the students, graduates and academics of our Faculty. The author considers two the most likely possibilities: a failure of a nearby slope and a failure of the shallow foundation. For the assessment of the first hypothesis there are presented the results of the numerical analyses of the slope stability computed using software such as SLOPE/W (Limit Equilibrium Method) and Phase2 (Finite Element Method).

A. MAJEWSKA, M. OLIPRA

AGH University of Science and Technology, Poland

ENERGY AUDIT AND THERMOMODERNISATION PROJECT FOR A SCHOOL BUILDING

The subject of a lecture will be a demonstration of an energy audit prepared for a school building of Zespół Szkół w Woli Zachariaszowskiej, near Cracow, Poland; under the in - progress project called „Eko Uczeń” which is being realized via Students Scientific Association “Kliwent” in cooperation with Stowarzyszenie Rozwoju Gminy

Zielonki. Within the range of the project, several lessons and workshops with the school pupils were arranged including a contest, with topics mainly focusing at environmental education and awareness.

The audit of school building is based on energy usage of the school's hot water and heating systems as well as on the thermal insulation parameters of the construction materials used. The object covered by an energy audit was a four-storey building, consisting of 83 rooms, with total usable area amounting to 2400,7 m². For the purpose of analysis three variants of solutions of thermomodernization were created in order to select the optimal option. The project was divided into two phases. The basic premise of thermomodernization process was to increase the thermal insulation of exterior building elevation via adding extra layer of expanded polystyrene. Such solution is considered as the basis for second phase of thermomodernization. The second phase consists three different variant's analysis.

The first suggested solution is to replace existing heating system with the groundwater heat pump with the horizontal heat exchanger, which would cooperate with the existing installation and gas boilers working in the boiler room. For the analysis of this variant, it is assumed that the heat pump will work in parallel with the gas boiler, covering half of the power demand to the needs of central heating system and hot tap water system. The heat pump ground exchanger is predicted to be placed beneath the school playground surface, which is the part of the land belonging to the school.

The second of the solutions suggested is to use the ground heat pump variant as provided in 1'st variant, however exchanging of the existing gas boiler with the new high-efficiency condensing gas boiler. The cooperation in production of power to create heating water and hot tap water via suggested solution is also a parallel operation, 50% of energy production via heat pump, the rest with the condensing boiler. In addition it is scheduled to introduce regulations of the local radiators, using thermostatic valves with adaptive functions. Such solution introduced shall allow significant reduction of primary energy demand for the building.

Following, the last of the options considered to retrofit the school complex, was to use solar panels in cooperation with the proposed in previous variant – exchanging the boiler for condensing gas furnace. The third option also envisages the use of local regulation of radiators using thermostatic valves with adaptive functions. For purposes of the calculation, the following work-scheme was assumed: the collectors covering 20% of heat demand of heating system, 80% demand of hot tap water system. Similarly the rest of total heat demand for building is being covered by the condensing high-efficiency gas boiler. Such percentage division was adopted for security reasons, as in the previous embodiments – to ensure correct operation of the system. In order to determine the real power and interests of heating equipment, an additional expertise shall be provided.

For the project's calculation purposes, an Electronic building model was created using computer program Audytor OZC 6.5 Pro to make the calculations and comparisons of various solutions for modernizing school's installation systems to optimize the overall and seasonal energy usage of energy. The model shown at picture 1 below.



Figure 1. Electronic model of school building created with computer program

In conclusion, analyzed variants were compared according to values of estimating the cost-effectiveness of energy production. The most profitable solution to implement for this specific building in the future was the second option. Successful execution shall obtain more efficient system, with the use of renewable energy sources throughout ground heat pump. Such thermomodernization method will surely be a positive way of lowering the energy bills as well as demand, moreover a method to become environmental friendly.

KATERINA MANEVA, FRANTIŠEK SKÁČEL

University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic

CORRELATION OF NITROGEN OXIDES LEVEL AND TRAFFIC INTENSITY

Introduction

Nitrogen oxides play a very important role in the field of the atmospheric chemistry. As precursors of tropospheric ozone formation, acid rains and photochemical smog, NO_x take part in many reactions in the air. Emitted nitrogen oxides have detrimental effect on the environment and on human health. Elevated concentration of these gases in the atmosphere can cause serious health problems [1-3]. Produced by nitrogen and oxygen at high temperatures, NO_x is a group of highly reactive

gases. Nitrogen oxides (NO_x) express the total sum of nitric oxide and nitrogen dioxide [4]. Nitric oxide is produced by natural and anthropogenic sources while nitrogen dioxide is present due to NO oxidation and in small quantities due to emission during high temperature combustion [5]. The mobile and stationary anthropogenic sources induce the presence of higher NO_x concentration. In urban areas where the road traffic is intensive, elevated NO_x concentration is more notable [6]. Among the most polluted areas, highways and roads are the ones more suitable for measurements.

Experiment

This work is focused on the assessment of the correlation of NO_x level across highway and the characterization of traffic intensity influence on the generated NO_x emission. The main purpose of this work is to measure the overall NO_x concentration in a location where high traffic fluxes occurs.

As a sampling site was chosen a bridge (short tunnel) of semi-circular shape. The tunnel environment has special characteristics preserving inner air composition due to limited air circulation. The main advantage of tunnel measurements is that the conditions in a road tunnel are well defined and meteorological effects are excluded.

The measurements of the NO_x concentrations were carried out by using one of the Horiba's AP-360 series of air pollution monitoring system. The APNA-360 Nitrogen Oxide Analyser is based on chemiluminescence principle. Nitrogen Oxide Analyser uses multi-flow modulation method that enables synchronic and separate measurements of NO, NO_2 and the sum NO_x [7].

For road tunnel measurements is very convenient to use a statistical data processing. ANOVA analysis of variance was applied to examine the equality of two or more population means and to determine whether the differences between samples are due to random errors or due to systematic treatment effects [8, 9].

Results and discussion

All the measurements were performed in different week days at various meteorological conditions, during the years 2013 to 2015. They were carried out in the same representative sampling point chosen on the position where the highest NO_x concentration was detected. The probe was positioned at 2 m above the ground level. The results that follow are described for one day measurement - Thursday, November 14, 2013. In Fig.1 the mass concentration progress during the day measurement for the analysed compounds i.e. NO, NO_2 , NO_x is depicted.

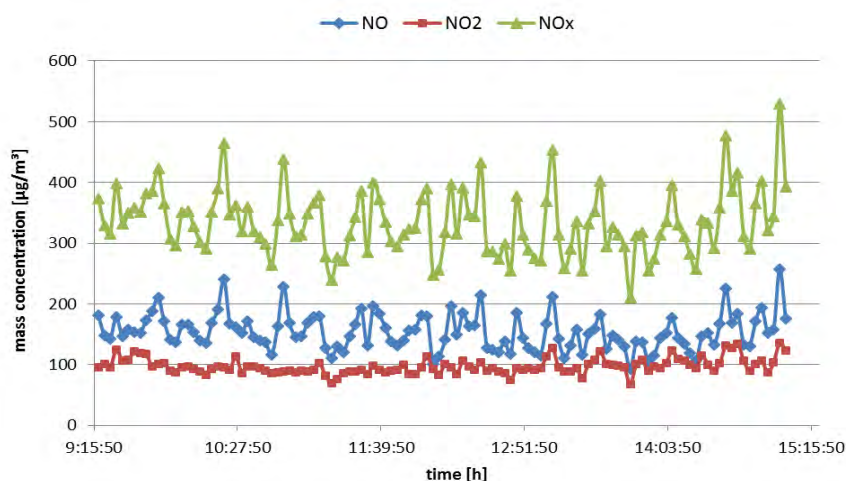


Figure 1. Time course of the concentration progress for the monitored compounds (November 14, 2013)

In addition in order to compare the difference between NO_x concentration on road and in the near surrounding air, the background mass concentration of NO_x was determined. The measured values were almost stable and the mean mass of NO, NO_2 and NO_x were $25.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $50.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $89.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. In Fig. 2 the ratio of NO and NO_2 mass concentration, oscillating with a mean of approximately 1.6 is shown.

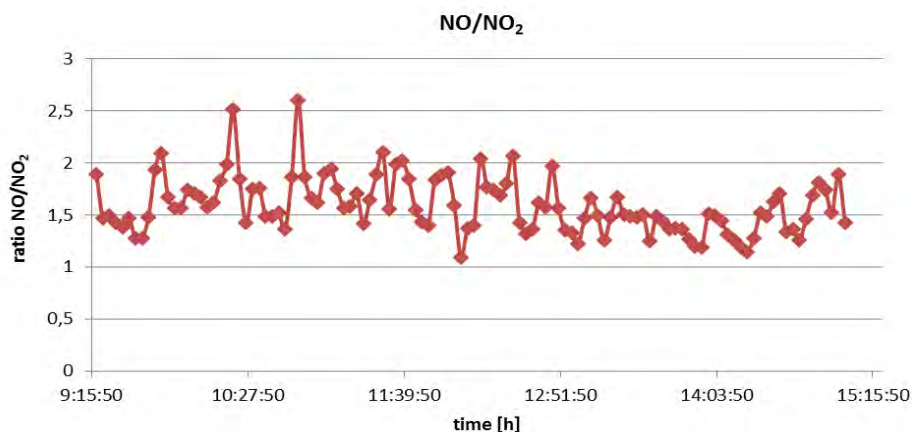


Figure 2. Time course of the progress of the ratio concentration of NO and NO_2 (November 14, 2013)

During another part of the measurement vehicle counting was performed. The vehicles were divided into two categories passenger cars and truck + buses. Counting for both motor vehicle categories was performed in 9 minute intervals. In Fig. 3 the various traffic intensity of the total number of motor vehicles as well as for each of the chosen categories are depicted.

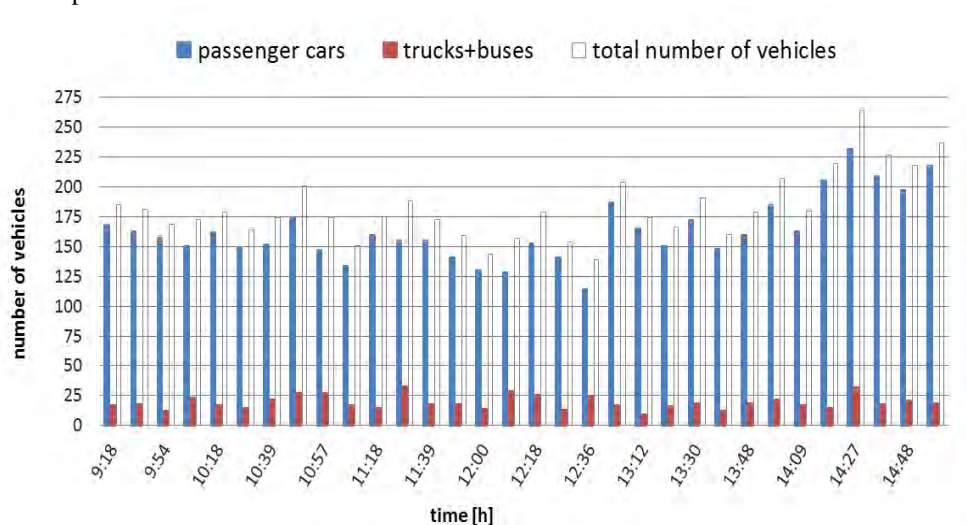


Figure 3. Total number of all vehicle categories during measurement time in 9 minute intervals (November 14, 2013)

The objective of this work is to prove the correlation of NO_x level across highway and traffic intensity. The correlation of NO_x mass concentration dependence and the number of passing vehicles is given in Fig. 4.

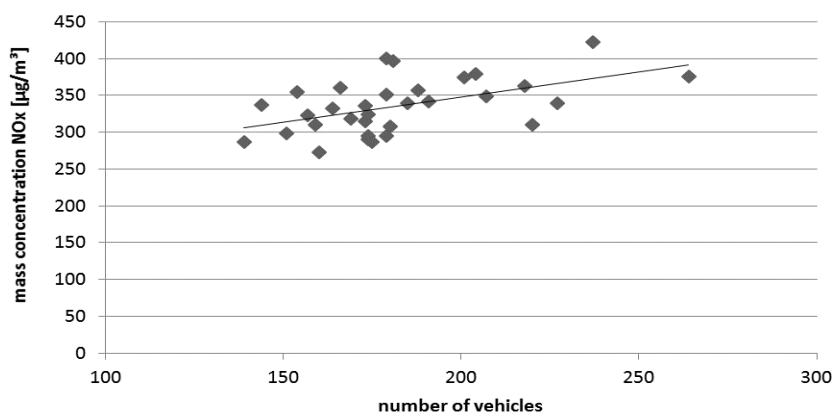


Figure 4. Correlation of NO_x mass concentration dependence and number of passing vehicles of all categories-passenger cars, trucks and buses (November 14, 2013)

To define the reliability of the results and to examine if the correlation between the measured data is linear, ANOVA analysis of variance was applied. The dependence of the NO_x mass concentration on the total number of the passing vehicles and of each category was determined. The ANOVA analyses compares whether or not the controlled factor has an important effect [9], in addition whether the number of passing vehicles effect the NO_x mass concentration growth. With ANOVA implementation is confirmed a strong linear correlation between the emitted NO_x and the traffic intensity.

References

1. D.Ehhat and M. Prather, Atmospheric Chemistry and Greenhouse Gases, in Climate Change 2001-The Scientific Basis, Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001, Cambridge University: Cambridge. p. 239-287.
2. WHO, Air Quality Guidelines: Global Update 2005 : Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide, and Sulfur Dioxide. 2006: World Health Organization.
3. Manahan, S.E., Environmental Chemistry, Ninth Edition. 2009: CRC Press.
4. Atkinson, R., Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x. Atmospheric Environment, 2000. **34**(12-14): p. 2063-2101.
5. Seinfeld, J.H. and S.N. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. Second ed. 2012: John Wiley & Sons.

6. Annamalai, K. and I.K. Puri, *Combustion Science and Engineering*. 2006: Taylor & Francis.
7. Kato, J. and A. Yoneda, *Air Pollution Monitoring Systems AP-360 Series Readout HORIBA Technical Reports*. 1997.
8. Dohnal, L., Desatero pro porovnávaní výsledků dvou metod, in *Štatistické metódy pre klinickú epidemiológiu a laboratórnu prax*. 2008, APRILLA s.r.o. Košice pre Knihy Hanzlúvka: Košice, Slovakia.
9. Deming, S.N., et al., *Chemometrics: A Textbook*. 1988: Elsevier Science.

HUZAIF MEMON, SHOAB MEMON, VAIBHAV GUPTA
Technical University of Clausthal, Germany

DEVELOPMENT & EXPERIENCE WITH GRE LINING TO COMBAT CORROSION IN WATER INJECTION APPLICATIONS: A CASE STUDY

This paper consider three different case studies discussing corrosion issues of different Middle Eastern water injection fields with fair bit of resemblance in their reservoir and the aquifer properties. The effort has been made to replicate the actual fields, X field, close in properties to the three Middle Eastern fields studied. The real field data are used in the case studies with some engineering projections. The main purpose is to study the main reasons for the different corrosion issues raised in the case studies and to analyze the possible solutions and to come up with the best strategy to mitigate existing corrosion issues and to also focus future wells and the fields with similar characteristics.

This study involves the use of the same completion design that was used in X field, but to coat it with a nonmetallic barrier to alleviate the high severity of corrosion. The holiday-free fiber glass epoxy coating has been recommended for these wells. It is obtained after filament winding is applied on composite material. The plastic pipe is rigidly inserted inside the tubing, followed by a cement type ‘mortar’ which is injected from one end of pipe so that a proper seal is formed between the steel pipe and the cement. The connections are made through a joint-by-joint lining process. The fiberglass molded flares are used to place on the pipe ends. The corrosion barrier ring made up of metallic reinforced is placed for providing proper protection to threads.

Field experience has shown that completion involving Duoline coating can easily survive more than two decades without needing repairment. This experience also confirms that the “life cycle cost” of the Duoline coating compared with other completion materials is very low.

This paper includes Duoline successful track records, installation procedures, technical feasibility, associated benefits, information gained while implementing this technology, and results from caliper logs.

DAMIAN STANISŁAW PIETRZAK, MARZENA KLAUDIA POŁEĆ
AGH University of Science and Technology, Poland

CONSTRUCTION OF THE PHYSICAL MODEL OF GROUNDWATER FLOW AND CONTAMINANTS TRANSPORT

The purpose of the project was to build a physical model for simple visualization of groundwater flow and contaminants transport in soils and aquifers. The model allows to demonstrate transport of contaminants through geological layers (hydrogeological media) of diverse permeability. It consists of three layers of sands with different granulation and three impermeable layers. The permeability coefficients of each layer were determined in laboratory using the Kamieński’s cell. The model is also equipped with seven wells (two of them are artesian) and a septic tank. It includes also a river and a lake with good hydraulic contact with the aquifer. The model allows to simulate possible ways of groundwater contamination from a leaking septic tank, contamination of water in wells, and infiltration of contamination coming directly from the surface through the soil (vadose zone) with precipitation.

The model has a didactic character, because it gives possibilities to understand processes which may occur in the soil and aquifer. It is directed especially for students, who have not had any contact with hydrology and hydrogeology yet. It can be also used to conduct educational workshops for children and the youth.

OLGA SHTYKA, JERZY SEK
Lodz University of Technology, Poland

SATURATION OF OLEOPHILIC/HYDROPHOBIC POROUS MEDIUM WITH LOW CONCENTRATED EMULSIONS STABILIZED BY NONIONIC SURFACTANTS

Introduction

The liquids transport in porous media forced by the capillary suction pressure is known as the spontaneous imbibition or wicking. The migration processes and hydrological regime in soil and rocks observed in the nature are based on this phenomenon. Moreover, the spontaneous imbibition is also a fundamental process in many fields, including chemical and pharmaceutical engineering, and the environment recovery technologies etc. This can be a reason to explain the continuous interest about the mentioned process in the scientific literature.

This paper presents the results of experiments with oleophilic/hydrophobic porous media saturation with two-phase liquids during imbibition and a concept concerning various non-ionic surfactants and their fraction influence on the discussed process is discussed. On one hand, the obtained results allowed to predict the sorption process of low concentrated emulsions in porous structure and its distribution in pores of material. On the other hand, a sorbent saturation with two-phase liquid depended on a set of conditions such as the concentration of its dispersed phase, the chemical composition and the amount of added emulsifier agent.

Materials and method of investigation

In these experiments, the oil-in-water emulsions stabilized by non-ionic surfactants represented penetrating liquids. The used commercial emulsifiers were Rokanol NL6, Rokanol L7 and Rokacet O7, which are constituted of alkoxyated alcohols, ethoxyated fatty acids and differed by hydrophilic-lipophilic balance (HLB). They were added in concentrations of 1÷5 vol%. The dispersed phase was composed of refined vegetable oil produced by EOL Polska Sp.z.o.o., Poland, and its concentrations were 10 and 30 vol%. The viscosity of the oily phase was equal to 56.3 ± 0.5 mPa·s and surface tension was 31 ± 1.5 mN/m.

The oleophilic/hydrophobic porous medium was represented by a non-modified polypropylene material with an average porosity of 0.93.

The change of porous structure saturation with stabilized emulsions was studied experimentally at the ambient temperature of $23 \pm 1^\circ\text{C}$. This procedure has been precisely described elsewhere [Shtyka, Sęk 2016]. The sorbent sample was directly submerged into one of the prepared emulsions, and the process of imbibition was followed till a dynamic equilibrium was reached. After that, a part of the polypropylene material imbibed with a permeant was cut into equal fragments. The saturation of each sample was investigated and calculated as a ratio of the volume of an imbibed emulsion to the free volume of material pores.

Results and Discussion

The changes of maximal height of the imbibed emulsions with the increase of the surfactant concentration were observed, and the obtained results are shown in Table 1.

Table 1

The maximal height of emulsions penetration in the oleophilic/hydrophobic porous material

Emulsifier	Concentration of dispersed phase ϕ_d , vol%	Concentration of emulsifier added in an emulsion, ϕ_s		
		1 vol%	2 vol%	5 vol%
height of an imbibed emulsion, m				
Rokanol L7	10	0.040	0.070	0.098
	30	0.042	0.067	0.086
Rokanol NL6	10	0.082	0.102	0.111
	30	0.051	0.083	0.088
Rokacet O7	10	0.081	0.091	0.101
	30	0.065	0.080	0.083

In the case of 10% emulsions, the highest value of the maximal height, i.e. $0.08 \div 0.111$ m, was observed for two-phase liquids stabilized by Rokanol NL6. The lowest one was obtained for emulsion composed of Rokanol L7 as an emulsifier and it was equal to $0.04 \div 0.098$ m.

The similar tendency was noticed for 30% emulsions; however, the height was a little bit lower in comparison with 10% emulsions (Tab. 1). The enlarging of the dispersed phase concentration caused an increase of the liquids viscosity and consequently, viscous dragging force as an opposite one to the capillary suction pressure. In all investigated cases, the height of an emulsion penetration in porous medium raised with the increase of emulsifier concentration in it.

The results of experiments also gave the possibility to define the changes of oleophilic/hydrophobic porous media saturation with the height of penetration during the imbibition and its dependence on the composition of the investigated emulsions. Such alterations of the saturation level for the emulsions stabilized by emulsifier Rokanol L7 added in different concentrations, are represented in Fig. 1.

In case of adding surfactant in the lowest concentration e.g. 1 vol%, the highest saturation level was observed for 30% emulsion (Fig. 1a). For other investigated liquids, the same tendency was analogous only at a height ≤ 0.04 m and after that, the opposite one was noticed (Fig. 1b, 1c). As shown in Fig. 1, the highest level of saturation was observed for 30% emulsion with a surfactant concentration of 1% and at a height ≤ 0.04 m. One of the reasons of this phenomenon can be the obstruction of path ways by the dispersed phase droplets as a wetting constituent.

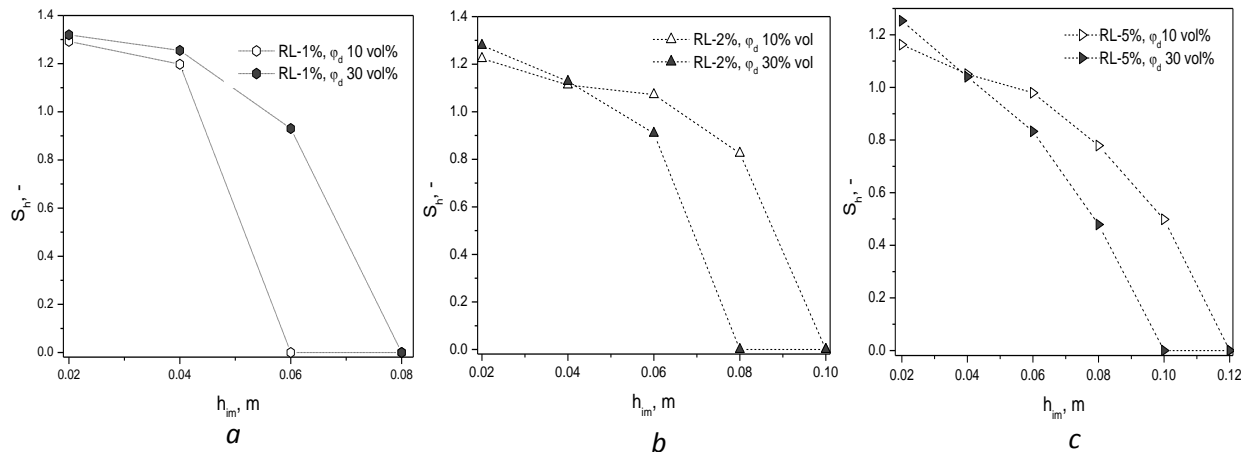


Figure 1. Changes of sorbent saturation vs the height of emulsions stabilized by Rokanol L7 in an amount of: a – 1 vol%; b – 2 vol%; and c – 5 vol%

The results concerning the porous medium saturation with the emulsions stabilized by different amount of Rokanol.NL6 and Rokacet O7 are represented in Fig. 2. The experimental data were approximated by two different fitting curves that allowed to define a common trend of the process. The decreasing of material saturation versus the height of an emulsion penetration was observed for all investigated liquids (Fig. 1, 2). In case of the lowest emulsifier concentration, the highest level of saturation was obtained for Rokanol.NL6, i.e. up to 1.8. As mentioned previously, the porous material imbibed with 30% emulsion was more saturated comparing to 10% emulsion (Fig. 2a). However, the opposite tendency was observed for the emulsion stabilized by Rokacet O7 (Fig. 2a, b). The increase of Rokacet O7 concentration in emulsions till 5 vol% influenced the sorbent saturation, which became higher for 30 % emulsion (Fig. 2c). Moreover, the concentration of the dispersed phase influenced significantly on the saturation for low emulsifier fraction e.g. 1.vol%, but its increase up to 2–5 vol% minimized this effect (Fig. 2c).

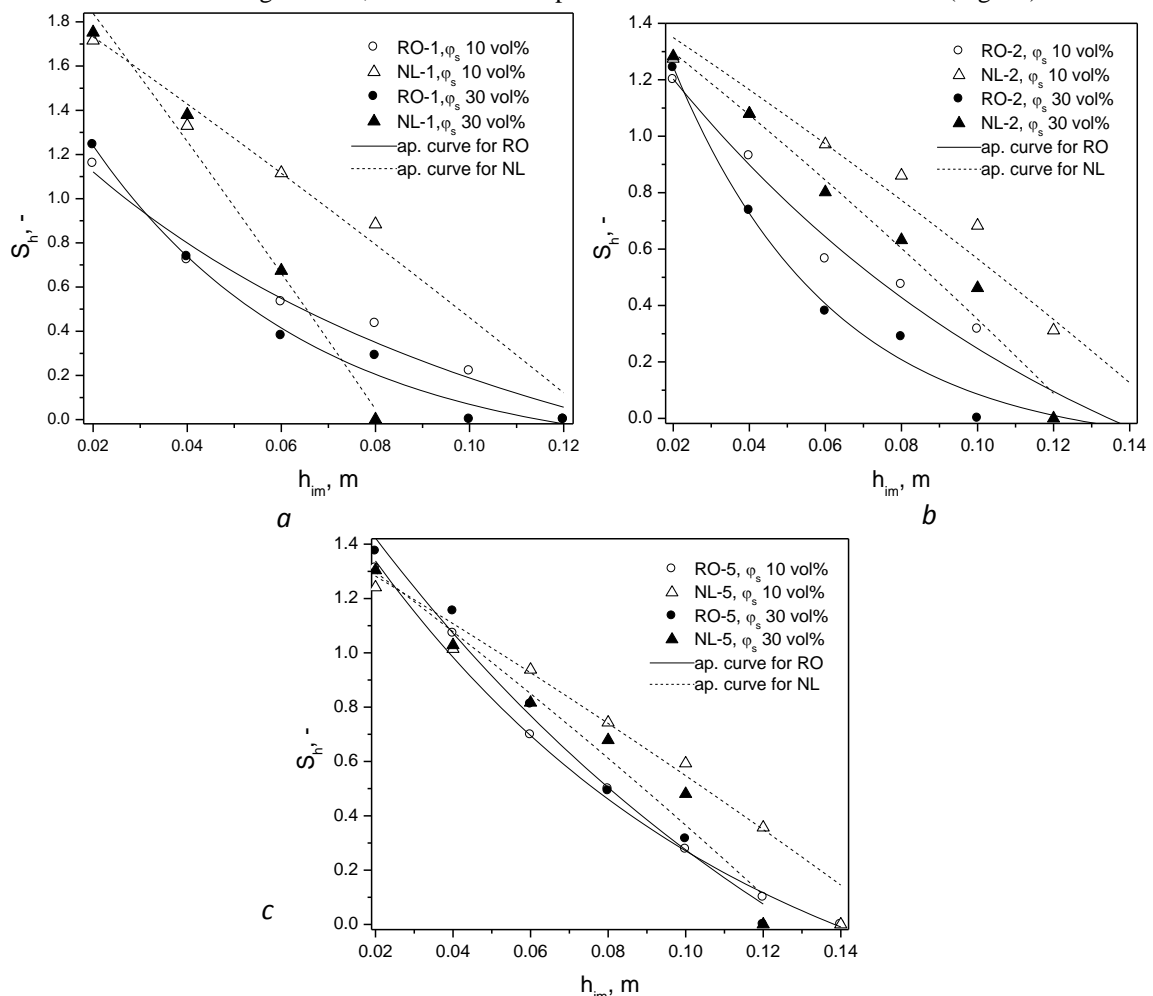


Figure 2. Comparison of the sorbent saturation changes vs the height for emulsions stabilized by Rokanol NL6 and Rokacet O7 added in concentration of: a – 1 vol%; b – 2 vol%; and c – 5 vol%

Conclusions

The saturation level of the porous sorption material decreased with the height of the imbibed emulsion front that can be caused as a result of paths obstruction with oil droplets. The concentration of emulsifier added in an emulsion as well as its composition and hydrophilic-lipophilic balance had a significant influence on the porous structure saturation during the imbibition. However, the dispersed phase concentration was considered as an influential factor, but only for emulsions stabilized by 1 vol% of the investigated surfactants.

Acknowledgment. The used surfactants in this research was provided by PCC Exol SA, Brzeg Dolny, Poland, and polypropylene sorptive material was obtained from Sintac©–Polska Sp.z o.o., Warsaw, Poland.

References

Shtyka O., Sęk J., Błaszczak M., Kacprzak S. 2016. Inż. Ap. Chem. 55(1): 36-37.

V. ŠNAJDROVÁ, T. HLINČÍK, K. CIAHOTNÝ

University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic

USE OF ELECTRICITY FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR THE PRODUCTION OF SYNTHETIC NATURAL GAS

Introduction

In recent year in order to reduce dependence on conventional energy sources and reduce carbon dioxide emissions, there is an effort to develop renewable energy sources. Among conventional energy sources belong mainly thermal and coal power plants and among renewable energy sources belong mainly solar, water and wind power plants. The main disadvantage of electricity from renewable energy sources is its unstable production, which depends on the current weather conditions and therefore it can never be accurately predicted. Due to the unstable nature of energy production from renewable sources either a lack or in the opposite case overproduction of energy may be experienced. In Figure 1 annual electricity production and fluctuations in electricity generation from photovoltaic and wind power plants in the Czech Republic during the year 2015 is shown [1]. In order to replace conventional energy sources in the power supply should be included systems for storing electrical energy from renewable sources. Another option is storing electrical energy by converting it in to chemical energy for instance in the form of hydrogen or methane. Production of chemical energy from excess electrical energy is known as the concept „Power-to-Gas“.

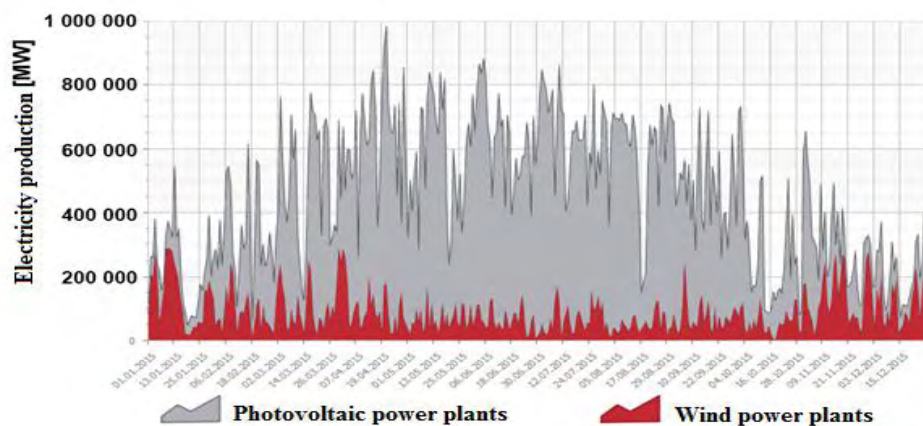
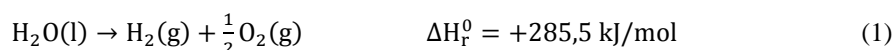


Figure 1. Yearly diagram of electricity production from renewable energy sources in the Czech Republic during the year 2015

Power-to-Gas

The concept Power-to-Gas connects the power grid to a pipeline network so that it converts excess electrical energy to chemical through a two-stage process. In the first stage, hydrogen production by water electrolysis takes place. In the second stage hydrogen conversion with external sources of carbon dioxide to methane via the methanation process takes place. In Figure 2 the individual steps of the concept Power-to-Gas are depicted.

The conversion of electrical energy into chemical is the basis for any Power-to-Gas concept. This conversion is performed by water electrolysis. Through water electrolysis hydrogen and oxygen are produced via an electrochemical reaction (Equation 1). Water electrolysis can be divided into two steps.



Between the electrodes is situated an electrolyser, which consists of the electrolyte and the membrane. Depending on the type of electrolyte electrolysis cells can be divided into three basic categories. Categories are alkali electrolysis with liquid alkaline electrolyte (AFC), electrolysis using polymeric membranes (PEMEC) and electrolysis using solid carbon (SOEC) [2]. In the concept Power-to-Gas most is used AEC electrolyser.

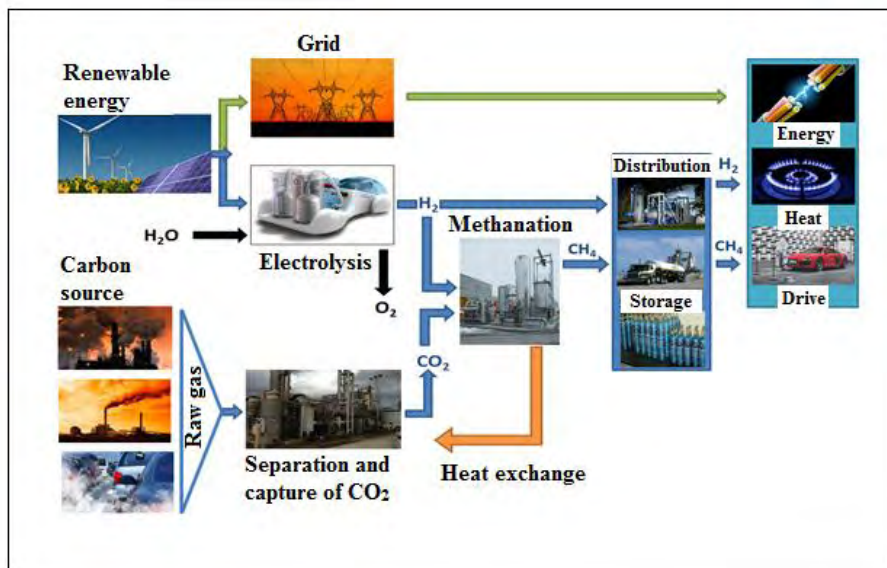


Figure 2. Scheme concept of Power-to-Gas

The second reactant in the methanation process is carbon dioxide. In this stage can be used various sources of carbon dioxide, such as carbon dioxide from fossil fuel power plants, biomass or from industrial processes. Obtaining carbon dioxide is already being rigorously investigated due to attempts to reduce emissions from stationary sources. A sustainable option would be the utilization of carbon dioxide from Carbon Capture and Storage (CCS) facilities [3].

The main methanation process objective in the concept Power-to-Gas is converting hydrogen and carbon dioxide or carbon monoxide to methane. In Figure 3 a schematic overview of a Power-to-Gas chemical methanation unit is illustrated.

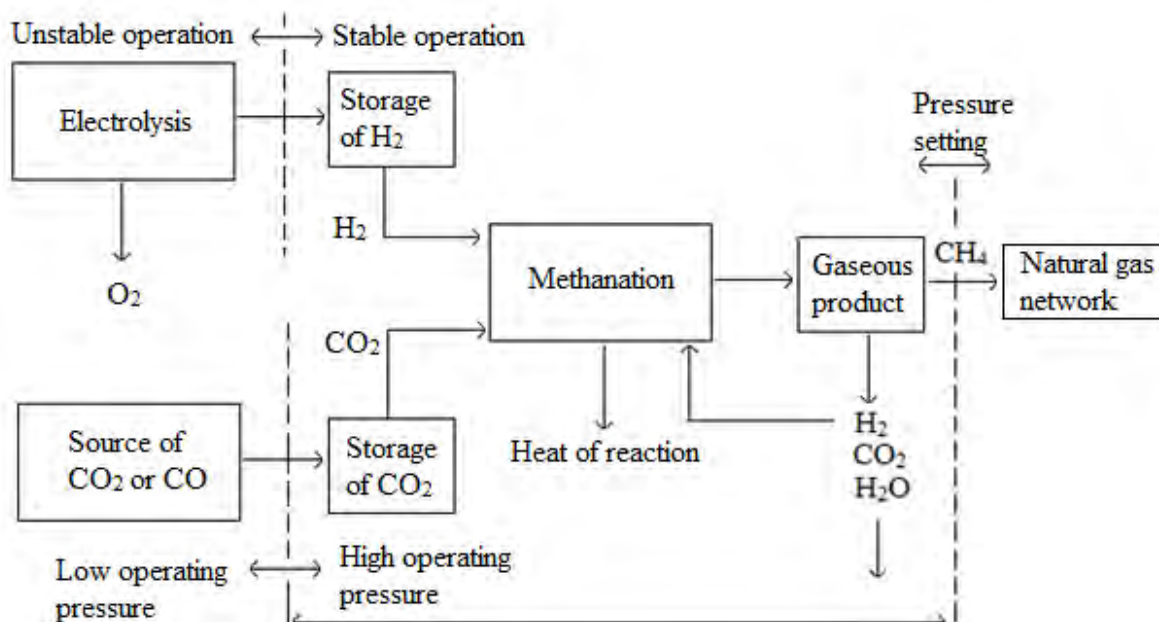


Figure 3. Scheme of Power-to-Gas methanation unit

The first final product in the concept of Power-to-Gas may be hydrogen, which is produced by water electrolysis. Hydrogen may be subsequently either stored in cylinders or with natural gas within the gas storage infrastructure. Hydrogen can also be converted back to electrical energy through combustion, or can be used as a fuel for motor vehicles [3].

The second possible product in the concept of Power-to-Gas is methane, which is produced from methanation. The produced methane is referred to as synthetic natural gas (SNG). The main advantage of SNG as the final product in the concept of Power-to-Gas is its unlimited applicability in gas infrastructure, as it intersects the electric and gas grid networks. Furthermore, SNG can be used as fuel for motor vehicles, raw materials for manufacturing industry or for heating. The physical and chemical properties of SNG and natural gas are so similar that there is no need for any device adjustments [4].

Conclusions

The main idea of the concept Power-to-Gas is to create a system of electricity accumulation from renewable energy sources. In Europe, the concept is used more widely in Germany, where in 2013 was built the first device Thüga Power-to-Gas in Frankfurt am Main. The first produced hydrogen was injected into the natural gas distribution system. The first major technology that produces synthetic methane for transportation has been in operation since 2013 in the German Werlte. In this technology is used carbon dioxide and excess heat obtained from a biogas plant [5].

References

1. <http://www.ceps.cz/CZE/Data/Vsechna-data/Stranky/odhad-vyroby-obnovitelnych-zdroju.aspx>(accessed 24.02.2016)
2. Mergel, J.; Carmo, M.; Fritz, D. Status on technologies for hydrogen production by water electrolysis. Transition to renewable energy systems. WILEY-VCH 2013.
3. Sterner, M. Bioenergy and renewable power methane in integrated 100 % renewable energy systems. Dissertation Universität Kassel 2009.
4. Ausfelder, F.; Bazzanella, A. Verwertung und Speicherung von CO₂. Dechema Frankfurt/Main 2008.
5. Audi opens power-to-gas facility in Werlte/Emsland; e-gas from water, green electricity and CO₂, 2015. Green Car Congress. <http://www.greencarcongress.com/2013/06/audi-20130625.html> (accessed 23.10.2015).

SRIDHAR SRISURESH

TU Bergakademie Freiberg, Germany

FUTURE PROSPECT OF MIR MINE: A HELL HOLE TO A SANCTUARY

Abstract

The diamond Mir mine situated in Mirny, Eastern Siberia (Russia) is the world's fourth deepest open pit mine, with a depth of 525 meters. It also ranks as the second largest ever scooped out pit on the planet with a diameter of 1,200m (Bingham Canyon Mine ranks first). Environmental problems including high water toxicity and soil contamination represent a major concern for the area.

In this paper, the potential for amelioration of the environmental impact through four different scenarios of future mine use will be analyzed: Mir mine as a i) Eco City 2020 Project, ii) Potential Hub for Renewable Energy Generation, iii) Scientific Center, iv) Wildlife Sanctuary. The feasibility analysis will be conducted through comparisons with successfully implemented projects of large scale mines rehabilitation. The available data from the following projects will be used for the present research: i) The data from Eden Project at clay mine in Cornwall (UK) will be used to compare with the Eco City 2020 scenario as it had been successfully rehabilitated into an educational center and exhibition galleries with biomes that house plants from 3 different climate zones; ii) The data from Black Law Wind Farm (Scotland) will be used to determine the feasibility of Renewable Energy Generation scenario as Black Law Wind Farm is built on an old opencast coal mine site which was completely restored with improved landscape and also benefited a range of wildlife in the area; iii) The data from Sudbury Neutrino Observatory in Creighton Mine near Sudbury, Ontario (Canada) will be used to analyze the Scientific Center scenario as it is one of the deepest mines in the world with correspondingly low background radiation; hence identified as an ideal place for building an observatory; iv) The argument for the Wildlife Sanctuary scenario will be that the mine can provide a natural barrier from the outside world for endangered wildlife and biodiversity protection.

Based on the performed analysis, the most feasible solution for the Mir mine will be suggested. The prospects of rehabilitating a lifeless and abandoned mine with high environmental impacts into a sanctuary for humans and the ecosystem alike is an exciting concept. There is a huge scope for in-depth research in this field and solutions obtained could be adopted for other abandoned mines too.

Supervisor: Prof. Dr. Jan C. Bongaerts

AMADEUSZ WALCZAK, GRZEGORZ JANIK, MAŁGORZATA DAWID

Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

WOJCIECH SKIERUCHA, ANDRZEJ WILCZEK

Polish Academy of Sciences, Poland

MATHEMATICAL MODEL OF EVAPOTRANSPIRATION

Introduction

The paper presents a method for precise estimation of evapotranspiration of selected turfgrass species. The grass species chosen - Niweta, Nira and Sawa – are basic turfgrasses commonly used for sowing on lawns and recreational areas. The grass mix SPORT is used primarily for sowing on football fields [Janik *et al.*].

Materials and Methods

It was assumed that the evapotranspiration can be calculated on the basis of a mathematic function whose domain is only two values: temperature and volumetric moisture of the surface layer of soil. The function can be determined on the basis of an experiment. The values that constitute its domain are relatively easy to measure, while the evapotranspiration can be calculated using the TDR technique (Time-Domain-Reflectometry), as illustrated in Figure 1. The soil columns were divided into 3 layers, with identical dimensions. At the centre points of the layers the volumetric moisture was recorded, using TDR probes type LP/ms, manufactured at the Institute of Agrophysics PAS in Lublin (Poland) [Skierucha *et al.*]. In addition, at the central point of the top layer (at depth of 2.5 cm) an LP/t temperature sensor was installed. Based on a pilot study it was found that for monolith height of 15 cm the division of the column into 3 layers (3 TDR probes) is optimum for correct characterisation of moisture.

Results

Evapotranspiration has the character of a modified logistic function with empirical parameters. These parameters were calculate using by software Microsoft Excel with an additional program Solver. The arguments of the functions are volumetric moisture and temperature of soil at the depth of 2.5 cm. This permits precise simulation of the value of *ETR* with a short – even one-hour – time step. It assumes the form:

$$ETR(\theta^{2.5\text{ cm}}, T^{2.5\text{ cm}}) = \frac{A}{1 + B \cdot e^{-C \cdot (\theta^{2.5\text{ cm}} \cdot T^{2.5\text{ cm}})}}$$

where: $ETR(\theta^{2.5\text{ cm}}, T^{2.5\text{ cm}})$ – evapotranspiration [$\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$], $\theta^{2.5\text{ cm}}$ – volumetric moisture of soil at the depth of 2.5 cm [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$], $T^{2.5\text{ cm}}$ – soil temperature at the depth of 2.5 cm, A, B, C – empirical coefficients calculated individually for each of the grass species [$\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$], [-], [$(\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{C})^{-1}$].

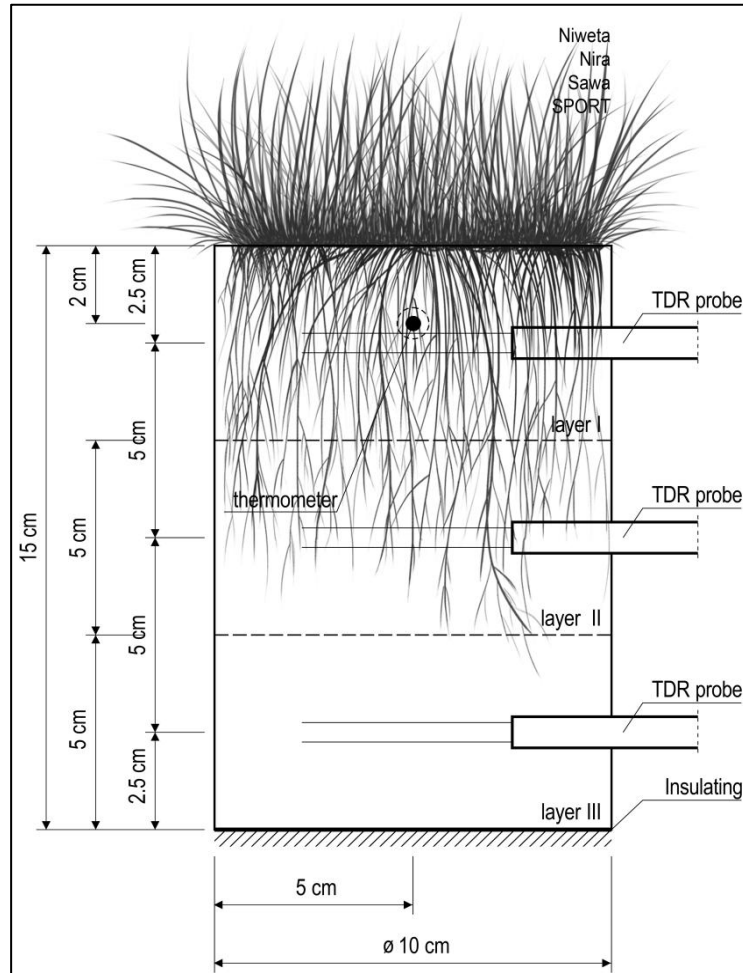


Figure 2. Schematic diagram of the experiment

Values of evapotranspiration calculated on the basis of the presented function is shown on Figure 2. In the future, the method can be used as input data for the design of systems of automatic control of irrigation systems ensuring optimum moisture conditions in the active layer of lawn swards.

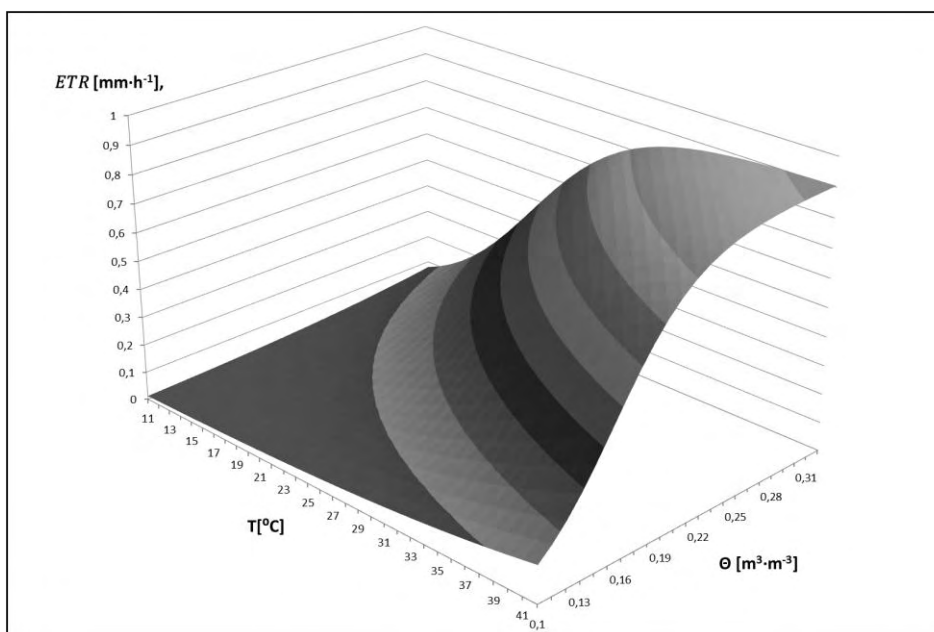


Figure2. The graph of mathematical model of evapotranspiration

References

1. Janik G., Wolski K., Daniel A., Albert M., Skierucha W., Wilczek A., Szyszkowski P., Walczak A. TDR technique for estimating the intensity of evapotranspiration of turfgrasses, *The Scientific World Journal*, volume 2015 (2015), Article ID 626545, 11 pages.
2. Skierucha W., Wilczek A., Szypłowska A., Sławiński C. and Lamorski K. (2012). "A TDR-based soil moisture monitoring system with simultaneous measurement of soil temperature and electrical conductivity." *Sensors-Basel* 12: 13545-13566.

C. WENDLER, N. HOTH, C. DREBENSTEDT
TU Bergakademie Freiberg, Germany
A. KASSAHUN, D. BAACKE, M. PAUL
Wismut GmbH, Germany

GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS IN A FLOODED UNDERGROUND MINE

Abstract

This article deals with the investigation of hydrogeochemical processes in a flooded uranium mine. As reasons for the behavior of the mine water quality, two assumptions are given. Necessary parameters to describe those processes are discussed. A special sampling methodology and key results of the investigations are presented.

Keywords: Uranium, mine closure, mine flooding, mine water, mine drainage, environmental parameters

Introduction

During the time of active uranium mining, the Soviet/ Eastern-German stock company SDAG Wismut was one of the largest uranium producers in the world. By the end of 1990, all of the uranium production sites in the former GDR (German Democratic Republic) were closed. Since then, Wismut GmbH as the legal successor of the mining company has been remediating its legacies. The Wismut project is one of the most important environmental tasks in the German federal states of Saxony and Thuringia. One key aspect of the remediation activities is the closure of several underground mines including mine flooding. At most of the mine sites, flooding is far progressed or already finished. Mine flooding causes a significant change of the hydrogeochemical conditions inside the mines, as soluble components are mobilized from altered and oxidized rock bodies. Therefore, water quality and load predictions are essential for both environmental impact assessment and mitigation planning, especially for mine water treatment.

At one particular mine site (flooding between 1998 and 2007) such predictions were performed by means of hydrogeochemical modeling based on pre-flooding input data. For some contaminants of concern, however, a significant difference between prognosis and reality was detected. Due to the existing environmental monitoring program, a detailed description of the mine water quality and evolution is possible for the last 25 years. Nevertheless, former investigations showed that detailed measurements are necessary for the description of some additional aspects. This paper deals with possible processes inside the flooded underground mine, and discusses required parameters to detect those processes during the mine water sampling and analysis.

Subject of the investigation

According to Younger et al. (2002) contaminant concentrations in a mine water pool should decrease over time after flooding is completed, mainly due to elution/dilution. At the investigated mine site, most of the parameters (including iron and other heavy metals) followed this prediction, and a sufficient fit between modeled and measured data can be stated. However, two significant parameters show a difference between predicted and measured values, namely the uranium concentration and the concentration of hydrocarbonate (HCO_3^-). Both are characterized by a stagnation or even increase instead of a decrease over the last years, approximately since the end of the flooding process. [GEOS (2014)]

There are different approaches for explaining these phenomena.

- The surrounding rock body contains primary carbonates, such as dolomite ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$), calcite (CaCO_3), and siderite (FeCO_3). During mine flooding, carbonates are dissolved and HCO_3^- is increasing. In addition, iron and uranium are released during the dissolution process. There is also buffering due to the formation of secondary carbonates.

- There are microbial reduction processes of organic matter, which cause iron reduction. Iron hydroxide phases are dissolved, so that elements that are bound to these phases are also released. Hydrocarbonate or rather carbon hydroxide (CO_2) is a product of the microbial reduction of organic matter.

Methods

A special sampling campaign was carried out in order to realize additional measurements compared to the standard sampling. Therefore, several sampling points were chosen to describe different areas of the flooded mine. The main aspects of the sampling were the following:

- Determination of reduced species is necessary to characterize reduction processes. Therefore, Fe (II) and Fe-total, as well as sulfide and sulfate were analyzed by means of photometric measurements (Fig. 1). Additionally, the formation of gas phases, such as H_2S , CH_4 and CO_2 are indicators of reduction processes. They were measured by means of an on-site method, where mine water could degas in a closed bucket (filled with N_2) and the developing gas phase was characterized (Fig. 2).



Fig. 1. Photometric on-site measurement

Fig. 2. Measurement of the gas phase

Fig. 3. Outlet of the VS

- Distinction between TIC (total inorganic carbon, e.g. HCO_3^- and CO_2) resulting from reduction processes or from carbonate buffering/dissolution is possible using the ^{13}C signature of the stable carbon isotopes.

- Sampling depths at the selected monitoring points were between 103 and 345 meters below surface. Hence, the hydrostatic pressure of the sampled mine waters is between 10 and 35 bars. To determine the influence of the pressure on the water samples, a constant pressure sampling was carried out using a vacuum sampler (VS, Fig. 3) in addition to the standard pump sample (PS). Differences in the contents of gas phases, e.g. CO_2 , would be expected due to degassing during the standard pump sampling.

- Results of the chemical analyses were used to carry out hydrogeochemical modeling in order to provide information about the saturation states of different mineral phases.

Results and Discussion

The general reduction state of a water sample is described by the redox potential. Furthermore, the relation between Fe (II) and Fe-total and the presence of dissolved sulfide are indicators for reduction processes. Tab. 1 summarizes results for the standard pump sampling (PS) and the vacuum sampling (VS) respectively.

First results show that there is no significant difference between the pump sampling and the vacuum sampling. We assume that the operation of the VS was not completely with a constant pressure, so that there was still degassing to a certain degree. For future sampling campaigns, the VS procedure has to be improved.

Based on the redox potential, values between 100 and 200 mV show a semi-reduced environment. Fe (II) and Fe-total are approximately of the same value for all of the samples, indicating that all of the iron in solution is reduced. That means, the mine water is influenced by iron reduction. The next reaction in the redox sequence is the sulfate reduction to sulfide. Sulfide has been detected in some of the samples, but only in very small concentrations. By means of the on-site degassing test, H_2S and high CO_2 concentrations have been measured in the gas part of the bucket. However, it can be assumed that sulfide precipitates soon with metal ions in solution, e.g. Pb, Zn. By means of hydrogeochemical modeling with PhreeqC [Parkhurst & Appelo (1999)] the oversaturation of PbS and ZnS can

be observed. Another hypothesis is that sulfate is in equilibrium with gypsum sources inside the mine and therefore, sulfide concentrations will not decrease because of sulfide formation.

Table 1
Measurement results of pH, redox potential, Fe (II) conc., Fe-total conc., Sulfide conc., Sulfate conc. at different sampling points

	pH value	[- Redox potential	Fe (II) Fe-total	Sulfide	Sulfate	
]	[mV]	[mg/L]	[μg/L]	[mg/L]	
e-1301 PS	6,9	133	102	102	9	860
e-1301 VS	6,8	117	98	94	57	810
e-1306 PS	6,7	165	146	146	5	2300
e-1306 VS	6,5	186	144	152	44	2430
e-1307 PS	7,4	47	22	21	<3	1980
e-1307 VS	7,4	145	15	10	<3	1890
e-1328 PS	6,6	139	108	108	<3	1190
e-1328 VS	6,8	178	12	13	42	630
e-621	6,6	133	168	170	<3	2420
e-721	6,6	108	107	103	33	2300

In order to distinguish between microbial reduction and solid carbonate dissolution/ buffering, ¹³C stable isotope analyses of TIC were carried out at UFZ Leipzig (Dr. Kay Knöller). Results are shown in Tab. 2.

Table 2
Results of ¹³C measurements of TIC in solution (UFZ Leipzig)

	¹³ C – TIC [‰ VPDB]
e-1301 PS	-14,1
e-1301 VS	-13,3
e-1306 PS	-13,8
e-1306 VS	-13,6
e-1307 PS	-16,4
e-1307 VS	-15,4
e-1328 PS	-14,2
e-1328 VS	-11,6
e-621	-13,6
e-721	-12,8

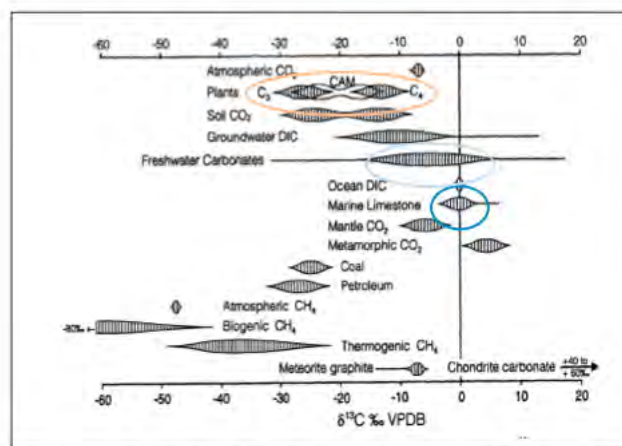


Figure 4. Typical ¹³C isotope signatures of different systems [from Clark & Fritz (1997)]

The results of the ¹³C isotope analysis show a blended signal with a small range of values between -13 ‰ and -16 ‰_{VPDB}. Therefore, there is not only an influence of the dissolution of carbonates (limestone), but also a shifting to more negative values due to microbial reduction (plants). However, the results are not considered without any doubt, so that there is no clear argument for or against microbial reaction processes.

Conclusions

Inside the flooded uranium mine there is not only one dominating process. The combination of microbial reduction, carbonate dissolution and buffering by hydroxides, carbonates and gypsum leads to a very complex description of the behavior and development of the mine water quality. Further investigations are necessary to improve hydrogeological and hydrogeochemical site models, which are important for future prognoses. Investigations inside the flooded mine are difficult because samples need to be representative. Hence, sampling methods need to be optimized.

Acknowledgements

The investigations were carried out as part of a framework agreement between Wismut GmbH and TU Bergakademie Freiberg.

References

- Clark, I. & Fritz, P. (1997) „Environmental Isotopes in Hydrogeology.“ Lewis Publishers. New York, 328 S.
- G.E.O.S. (2014): Abschlussbericht: Analyse der Beschaffenheitsentwicklung des Flutungswassers Grube Ronneburg. G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke, Internal Report.
- Parkhurst, D.L. & Appelo, C.A.J. (1999) User's guide to PHREEQC 2, U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report, 99-4259, Denver-Colorado.
- Younger, P.L., Banwart, S.A. & Hedin, R.S. (2002) Mine water Hydrology, Pollution, Remediation. Kluwer, 422 pp.

AFTEREFFECTS OF COAL MINING ON ECONOMY AND ENVIRONMENT IN MINING AREA

Abstract

In our country, coal is the most important primary energy. Coal resources have played a positive role to ensure the national economic development. But with the expansion of intensity and scale of coal mining, impacts on the regional environment constantly strengthen. Due to the cumulative and irreversible of environmental effects; the current economic benefits would be offset by the long-term environmental effects, thereby leading to the unsustainable economic development. The paper, using time series method taking typical coal mining area as example, study lag relationship between coal mining and the regional economy, and the environmental carrying capacity respectively, the result shows that effects of coal mining on regional economic benefits appear in the short term, but on regional environment are relatively lagging. This paper also explains deep reason that coal mining scale expands unceasingly under the background of economic benefit as the main index, and reveals primary causes of the periodic fluctuation of coal industry.

Keywords: Coal Resources; Economic Benefits; Environmental Effects; Aftereffects

1. Coal mining, environment and economy in mining area

1.1. Effects of coal mining on social economy in mining area

Effects of coal mining on social economy in mining area are twofold and various. At early stage, coal mining play a positive role to change the original industrial structure in mining area and form a new industrial growth point. But with consumption of limited coal resources, if economic structure adjustment is not synchronous and coordinated, it will eventually cause social economic problems and affect the sustainable development in mining area.

Besides direct impacts, it affects social economy because of its disturbance to the ecological environment, of course, social economy also affects coal mining.[1]At early stage of the coal mining, to cultivate new economic growth point and develop regional economy, the coal mining be supported actively; But with the development of the regional economy, environmental awareness of residents improve, given economic interests, their attitudes to coal mining will gradually change, even oppose it, the contradictory between coal enterprises and region gradually highlights.

1.2. Effects of coal mining on environment in mining area

Effects of coal mining mainly perform on the regional land and its attachments, water and atmosphere.

Intuitively, the most serious effects of coal mining are on land. Coal mining causes large area of land subsidence, changes soil structure, and even affects the geological landform.^[3-4] Coal mining and preparation generate much coal gangue, which may lead to heavy metal pollution, and occupy the land. Meanwhile, surface attachments are seriously influenced by land subsidence, which affects its utilization and even causes safety accidents. In the process of coal mining, waste water discharged may causes the surface water pollution, and constitutes a joint pollution with the flow of contaminated water, it affects the survival of crops and aquatic organisms. Meanwhile, coal mining will lead to the decreasing underground water level.^[5]Meanwhile waste wind is discharged to the atmosphere; the main harmful composition of the waste wind is gas; Coal and coal gangue spontaneous combustion will produces the harmful gas. And the mining transport, mineral processing and coal combustion, etc., produce particle pollution.

Effects of coal mining on regional economy and environment have remarkable space and time characteristics, with the expansion of coal mining, and the progress of science and technology, these effects possessing uncertain, cumulative and hysteresis characteristics gradually known by people.

2. Analysis of aftereffects on economy and environment in mining area

2.1. Changes of coal mining scale, the social economy and environmental carrying capacity

Coal mining scale, the social economy and environmental carrying capacity change with time because of coal mining. To ensure the comparability of indicators, the paper selects a typical coal industry development cycle as the research object to ensure consistence of time interval, and put the coal output as the driving factors. 2005-2014, 10 years of coal output is shown as figure 1, GDP, population growth rate in the mining area during the same period are shown as figure 2 and figure 3.

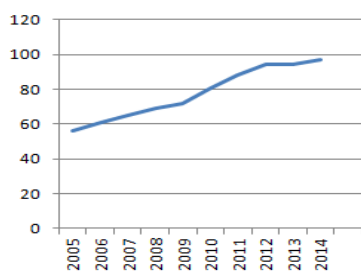


Figure 1. Coal production in mining area (10⁶tons)

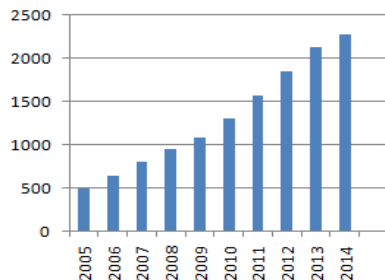


Figure 2. GDP in mining area (10⁶yuan)

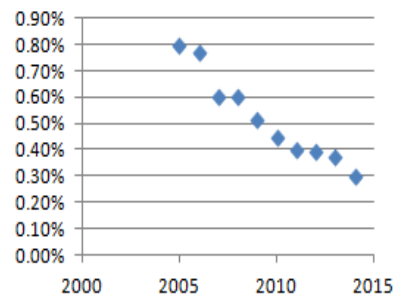


Figure 3. Population growth rate in the mining area (%)

Data source: Statistic yearbook in Shanxi province

2.2. The measurement for aftereffects of coal mining on economy and environment

To test causality between coal output and economy, and environment in mining area, firstly analyze correlation between them (Table 1).

Table 1

Indicators	GDP	population growth rate
Coal output	Positive correlation	Negative correlation
Correlation	0.983	0.965

Obviously, coal production and GDP, and population growth rate are highly correlated. To further verify effects of coal mining on economy and environment in mining area, the paper use SPSS to perform a regression analysis (Table 2).

Table 2

Lag period (year)	Fitting	P value of parametrictest
Current year	0.962	0.000
1year	0.988	0.000
2year	0.984	0.000

So if not considering the lag period, the fitting of coal output and GDP is 0.962; And the fitting of the 1 year lag increases to 0.988, P value of parametric test is the same, 0.000, the lag is not obvious. It illustrates effects of coal mining on economy is at current period, next year also exist, but lag effect weakens with time. Meanwhile, effects on environment are shown as the table 3.

Table 3

Lag period (year)	Fitting	P value of parametrictest
Current year	0.922	0.000
1 year	0.860	0.000
2 year	0.864	0.001
3 year	0.854	0.002
4 year	0.947	0.001
5 year	0.854	0.016

Obviously, effects on environment are different from on economy, after 4-year lag, the fitting reaches the highest, P value of parametric test achieves a high level and far below the significant level 0.05; 5-year lag later, the fitting and P value of parametric test decline obviously. It illustrates that the environmental aftereffect is more significant and presents medium term characteristic.

So it explains the periodic characteristic of coal industry development. The government and enterprise will expand coal mining strength and scale driven by economic benefit. But they do not notice lag effects on the environment, or short-term economic prosperity has disguised tremendous environmental liabilities. On the surface the coal industry develops steady, in fact, its cyclic fluctuation is bigger and bigger.

3. Strategies of coordinated development in mining area

3.1. Follow rules of coal mining and implement collaborative development

When enter stable stage, coal output increases and sources of a certain environmental problem will increase, we should strengthen environmental protection and reduce the disturbance and destruction to the environment; After entering ageing stage, in addition to dealing with environmental problems have appeared as soon as possible, but should also we constantly monitor environment and prevent environmental destruction from appearing, meanwhile govern it timely, and extend the governance time.^[5-6]

3.2. Develop circular economy and pursue the maximum of comprehensive benefit

Developing circular economy is another effective way to promote the coordinated development of coal mining and the economy and environment in mining area. According to characteristics of mine, we should fundamentally change the traditional coal industrial structure, achieve resource recovery, recycle and reduction, and pull the time length of coal mining to economy.^[7] Meanwhile, reduce negative effects of coal mining on social economy and environment and achieve the maximum of the economic benefit, social benefit and ecological benefit.

3.3. Adhere to multi-industry simultaneously and promote the sustainable development

Coal mining will break the traditional industrial structure, but it is easy to form a dominant pattern of one coal industry. Therefore, we should insist on developing multi-industry simultaneously, guide the upstream and downstream industry and realize the joint development. Mean-while, develop other industry instead of coal energeti-

cally to solve the unbalance along coal mining, economy and environment in coal life cycle, and adjust artificially inconsistent effects of coal mining on economy and environment to promote coordinated development in mining area.^[8]

References

1. Fei Wang. Research of economic pattern in Green mining [D]. China University of Geosciences, 2012.
2. Fei Teng. Coal mining and economic growth in developing areas [J]. Journal of Zhejiang Academy of social Sciences, 2009 (7) : 15-24.
3. Shuai Shao. Influences of coal mining on economic growth in Chinese coal-based city[J]. Journal of financial Research, 2010, 4 (3) : 90-101.
4. Fansheng Qiao. Construction and development of green mining [J]. Journal of China mining, 2009 (8) : 4-6.
5. Yan Wang. Effects of coal mining on ecological environment and management countermeasures [J]. Journal of Coal Science and Technology, 2009 (12) : 125-128.
6. Yongfeng Li. Research on the Measurement of the Effect of Coal Resource Development on Resource Environment in Mining Area [M].China University of Mining and Technology Press. 2008.
7. Yueqin Fu. The circular economic model of coal industry and its application research [D]. China University of Geosciences (Beijing), 2013.
8. Dezhong Cui. Thinking for other industry instead of coal and green industry[J]. Journal of Coal Technology, 2011 (3) : 8-9.

YU SHENGCHAO, QIAOLA SONGBAOERBATU
China University of Mining and Technology

STUDY ON THE MOVEMENT LAW OF ABOVE STRATA AND THE TOP-CAVING MINING IN 20-METERS EXTREMELY THICK COAL SEAM AT FULLY MECHANIZED SUB-LEVEL CAVING FACE

Abstract

The sixth coal seam of a certain mine in Inner Mongolia, China, is eight to thirty-three meters thick. To more fully understand the movement rules of above strata and the top-caving mining at this fully mechanized sub-level caving face, according to the thickness of coal seam and contrast experiment, the method of physical analogy simulation is used to deepen understanding the law of fracture and subsidence between inner rock of above strata in thick coal seam and between it and topsoil. The research shows that with the working-face removing, the original state of stress of above strata is damaged, which results in the continue development of the fracture of above strata, which is known as “Three-zones”. Furthermore, after the mining, the fracture of working face tends to be closer to cut hole. After regularly coal-caving in the working face, the main roof delays the entrance into the stage of periodic weighing. The space under the top tray is enlarged and then comes collapse along with mining. During the period of pressure of top tray, it breaks and deflection and its ratio is in the high volume. Not until it touches the waste rock, it will slow down and will not change any more when above strata press on it entirely. Then different data is achieved about caving coal height, first roof weighting pace and periodic length under different circumstance of mining height and caving heigh.

Keywords: extremely thick coal seam, Fully mechanized sub-level caving face, Analogy simulation, Above Strata

Introduction

The sixth coal seam of a certain mine in Inner Mongolia, China, its dip angle of coal seam is three to eight degrees within mining range. During the primary mining range, the buried depth of the sixth mine is 478.82 to 674.00 meters, 575.59 meters in average. The thickness of coal seam is 13.77 to 33.04 meters, 23.41 meters in average. Take the wide range of the sixth mine into consideration, which is also a major signal of mining, with another important mark--ratio between mining and dropt, the method is used to deepen understanding the law of fracture and subsidence between inner rock of above strata in thick coal seam and between it and topsoil. The method of physical analogy simulation is also used to more fully understand the movement rules of above strata and the top-caving mining at this fully mechanized sub-level caving face.

Chapter 1 Project of model design

1.1 Prototype conditions

Due to the limitation of preparation, based on coal seam occurrence conditions of the sixth mine, the thickness is chosen as a signal to analyze through a drilling of 20 meters. By combining the stratums next to the hole, a synthesis column of test is determined. Restricted by the size of model, all formations cannot be simulated. Pressurization is used. The thickness of formation is designed as 150.0 meters. There are 21 layers of “seam floor--seam--roof”. Seam floor is 16.0 meters thick and seam is 20.0 meters and roof is 114.0 meters. Pressure is 60.09Kpa.

1.2 Experimental facility

It required enough stiffness and proper breadth. To keep the model steady, the two dimensions rigid loading strain test device in mining engineering laboratory, CUMT is chosen with

a2.5m×0.2m×2.0m (length×width×height) steel model. The model is partly wrapped with perspex sheet and steel plate in the front and back. Pressure device is HLGY-Y100 plane stress model with servo load system. Monitor of results will be conducted with photogrammetry. Tianyuan stereophotogrammetry will be used and the data will be analyzed by DigiMetric photogrammetry software.

1.3 Similitude condition

According to similar material simulation features, simulation test shall make sure geometric similarity, kinematic similarity, similar conditions of model boundary and proportional physical quantity. Rock deformation characteristic are equal. Major indexed are one-way tensile strength of roof strata, working seam and bottom plate.

$$\text{Geometric similarity ratio } \partial_L = \frac{L_m}{L_p} = 1 : 100 \quad \text{Volume-weight similarity ratio } \partial_\gamma = \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \approx 1.6$$

$$\text{Stress similarity ratio } \sigma_m = * \sigma_p * \sigma_\gamma * \sigma_L \quad \text{Time similarity ratio } \frac{t_p}{t_m} = \partial_t = \sqrt{\partial_L} = 0.1$$

1.4 Similar materials and its mixture ratio

Stresses and strains are main forces which lead to deformation and failure in a way of clipping and snapping. Distortion and breakage of surrounding rock relate to its modulus of elasticity and poisson's ratio. So materials are chosen according to major condition of similarity. Aggregate is ordinary river sand with particle size of sludge smaller than 1.5 millimeter. Cementing material includes lime and plaster. Laminated material is mica to simulate bedding architecture of rock. Hereby matching is determined by tensile strength of overlying rock and compressive strength of coal seam and floor strata. The value of matching and dosage of each material is listed in table 1.

Table1

The matching of materials of the 20 meters coal model								
Sequence number	Lithology	Thickness/cm	Number of plies	Single layer				
				Thickness /cm	Sand/kg	CaCO ₃ /kg	Gypsum /kg	Water
15	Medium-sandstone	14.1	3	4.7	35.25	2.12	4.94	4.70
14	Mudstone	12.3	3	4.1	29.52	3.69	3.69	4.10
13	Medium-sandstone	4.6	2	2.3	17.25	1.04	2.42	2.30
12	Coarse sandstone gravel	7.2	3	2.4	17.28	3.02	1.30	2.40
11	Mudstone	7.5	3	2.5	18.00	2.25	2.25	2.50
10	Coarse sandstone gravel	2.2	1	2.2	15.84	2.77	1.19	2.20
9	Mudstone	11.2	4	2.8	20.16	2.52	2.52	2.80
8	Coarse sandstone gravel	21.0	5	4.2	30.24	5.29	2.27	4.20
7	Medium-sandstone	11.2	4	2.8	21.00	1.26	2.94	2.80
6	Mudstone	5.0	2	2.5	18.00	2.25	2.25	2.50
5	Fine sandstone	10.8	4	2.7	19.44	1.46	3.40	2.70
4	Mudstone	6.9	3	2.3	16.56	2.07	2.07	2.30
3	NO.6 coal	20	11	11.1	87.93	7.58	4.39	11.1
2	Mudstone	3.7	1	3.7	26.64	3.33	3.33	3.70
1	Coarse sandstone gravel	12.3	3	4.1	29.52	5.17	2.21	4.10

1.5 Programs and arrangement of measuring-line

50 centimeters coal pillars are placed around the model to minimize the influence of edge effect.

Program 1 : Mining height is 4 centimeters, which actually corresponds to 4 meters in practice. The rest of the coal seam is recovered in a way of releasing. 2.4 hours and 10 centimeters at a time, which actually corresponds to 10 meters a day. The length of the model recovered is 150 centimeters and that equals to 150 meters totally in practice.

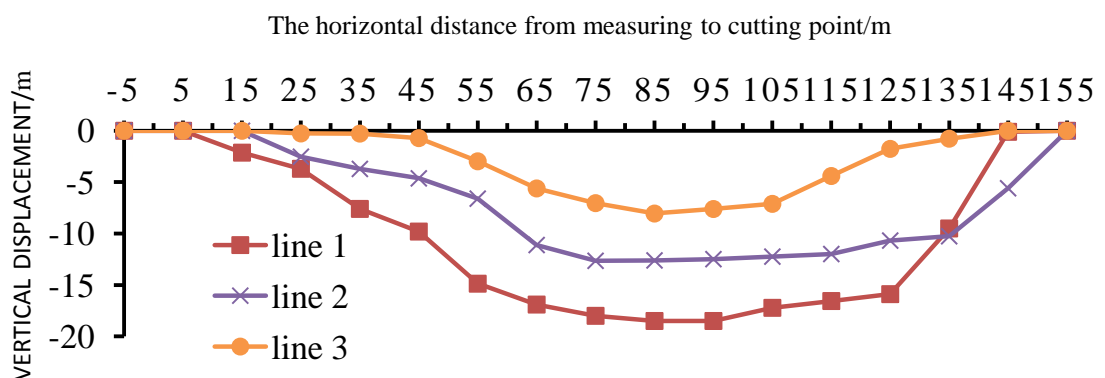
Program 2 : Mining height is 5 centimeters, which actually corresponds to 5 meters in practice. The rest of the coal seam is recovered in a way of releasing. 2.4 hours and 10 centimeters at a time, which actually corresponds to 10 meters a day. The length of the model recovered is 150 centimeters and that equals to 150 meters totally in practice.

To analyze the movement of overlying strata and its relationship with the pushing, measured point is set in roof of coal seam to which reflector plate is attached to and then changes of horizontal and vertical displacements of rock layers in working face will be detected during the mining. Measured point is set from the top seam. The first layer is 45 centimeters away from the bottom of the model and the second is 60 centimeters and the third is 75 centimeters, with 17 measured points in each layer along the major strike. Spacing is 10 centimeters and 51 measured points in total.

Chapter 2 An analysis of the simulation test

2.1 Displacement variation of the above strata

After mining of each working face in both programs, the final vertical displacements change of each survey point on the third testing line is shown in table 4. It is clear that the first testing line is fixed up 9 meters away from the top seam, where is the caving zone. In both setups, the largest deflection is 18.3 meters and 18.6 meters. The second testing line is fixed up 14 meters away from the top seam, where is still the caving zone. In both setups, the largest deflection is 12.2 meters and 12.7 meters. The third testing line is fixed up 44 meters away from the top seam, still in the caving zone. The largest deflection is 7.8 meters and 8.1 meters because of the expansion of rock after the caving.



In the view of displacement curve of subsidence, the movement of the above strata of the sixth mine is accord with the general movement rule, but this is the result without coal-caving in the beginning. When it comes to the normal stage, Vertical displacement curve is symmetric. The maximum subsidence is located around a central point. The deflection of different reflection layer is also varied. The higher the reflection layer, the lower the deflection.

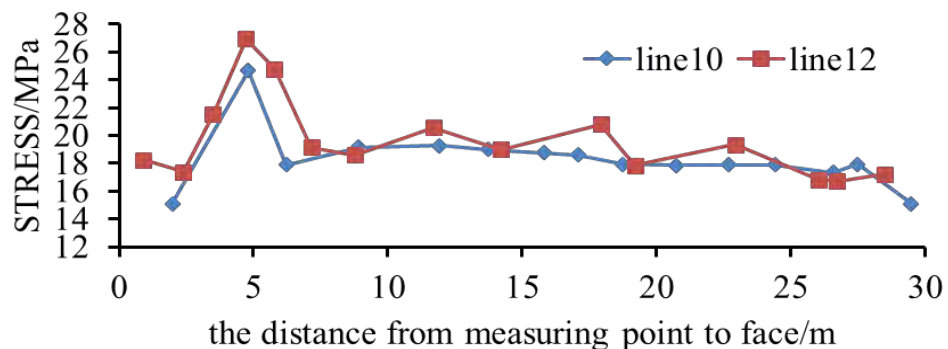
2.2 Distribution characteristics of abutment pressure of the working face

The result of abutment pressure distribution is shown in table 5, which is tested at observation point 10 and 12 in program.

We can see from the table that convergence coefficient of abutment stress of coal seam roof is 1.87 in average and peak point is 5.4 meters away from the coal wall in average.

2.3 Growth characteristics of the “Three-zones”

Because the movement of above strata is slower than the mining of working face, the fracture of working face tends to be closer to cut hole.



Chapter 3 Conclusion

According to a physical similar simulation model and geological conditions of the mine, the features of the above strata are analyzed and the conclusions are as follows.

1) The cavability of the sixth coal seam is good. Collapse is along with the mining. The falling roof coal is crushing, mostly small. If the height of mechanical plucking of the working face is 4 meters, the height of coal-caving is 11.68 meters in average, the later is 2.92 times of the former. If mechanical plucking of the working face is 5 meters in height, then the height of coal-caving is 14.44 meters in average. It is 2.89 times of the former.

2) If the height of mechanical plucking of the working face is 4 meters and the working force moves forward 50 meters, basic roof breaks for the first time and first roof weighting pace is 50 meters. During which mining is normally conducted. When the first periodic weighting length is 20 meters, the basic roof happens to be collapse along with the mining. Periodic length is 10 meters. If the height of mechanical plucking of the working face is 5 meters and the working force moves forward 40 meters, basic roof breaks for the first time and first roof weighting pace is 40 meters. Similarly, mining is normally conducted. The first periodic weighting length is 20 meters, the basic roof happens to be collapse along with the mining. Periodic length is 10 meters.

3) With the working-face removing, the original state of stress of above strata is damaged, which results in the continue development of the fracture of above strata. That is to say, it forms caving zone, fissure zone and bending zone. It is tested that the caving zone is 61.11 to 67.01 meters in height, which is 3.06 to 3.53 times of mining height. The fissure zone is 106.52 to 111.23 meters high and continues to develop after the test.

References

1. WANG Jiachen, ZHONG Shuheng, The present status and the key issues to be resolved of thick seam mining technique in china [J]. Sciencepaper Online, 2008,11(6):826-834
2. TU Min, Study on the growth height of separation fracture of mining rock in Panxie area [J]. Journal of China Coal Society, 2004,29(6):1994-2011
3. CHEN Yanguang, QIAN Minggao, Strata control around coal face in china [M]. Xuzhou :China Mining Press,1994.
4. LI Xiaohong, LU Yiyu, KANG Yong, etc. Rock mechanics experiment simulation technology [M], Beijing: Science Press, 2001.
5. ZHAI Xinxian, Simulation testing study on roof strata displacement of top-coal caving face [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2002, 21(11):1667-1671.
6. LIU Tianquan. Mining response on rock masses and control engineering and their application [J]. Science and Technology Review, 1994, 12(23):183-186.

LUCIE ZODEROVÁ, KAREL CIAHOTNÝ
University of Chemistry and Technology, Prague

HYDROTHERMAL GASIFICATION OF ORGANIC MATERIALS

Introduction

The principle of hydrothermal gasification is known since the mid-70s. However this process has been considered for waste and biomass energy evaluation only in the last decade. Increasing interest in this technology is associated to the rising price of fossil fuels and efforts in rational management of natural resources and waste during the last decade has been seriously considered. Worldwide research on this topic is mainly focused on laboratory or pilot unit scales. On the development of hydrothermal gasification among others are currently working Forschungszentrum Karlsruhe, Germany; University and National Institute of Advanced Science and Technology in Hiroshima, Japan; Natural Energy Institute in Hawaii, USA; Pacific Northwest National Laboratory, Richland, USA; ETH Zurich, Switzerland; University of Leeds, UK; University of Twente, the Netherlands¹. However, currently still no commercial unit is operating.

Hydrothermal gasification (SCWG), unlike a conventional “dry” gasification, takes place in an aqueous environment. In this process water is both solvent and reaction medium. When applying SCWG is possible to process biomass, waste with high water content and aqueous solutions of various organic compounds. Moreover SCWG is suitable for removing toxic and persistent pollutants from water. Under specific conditions SCWG produces gas which is rich in methane, hydrogen, carbon dioxide and low molecular weight hydrocarbons. Another advantage of SCWG is that the produced gas is already compressed and generally does not contain undesirable purities, thus eliminating the need to implement a gas purification step².

For SCWG gasifying medium is water in its supercritical state. Supercritical water state is achieved by heating water above its critical temperature (374 °C) and maintaining it at pressure greater than the critical one (22.1 MPa). Supercritical water dramatically changes its properties. Under normal conditions water is a polar solvent whose polarity with increasing temperature decreases. Supercritical water on the contrary is a nonpolar solvent which can dissolve organic substances and gases. Ion-soluble compounds, such as salts, are not saleable in supercritical water. Among other changes in properties are included a lower density, very small ion product, low viscosity and low surface tension. Supercritical water due to its properties is an excellent gasifying medium³.

Laboratory apparatus

Currently experiments on the laboratory apparatus which was set up in 2015 are being performed. The apparatus consists of a continuously operating vertical reactor heated by three furnaces. Furnace temperature can be

adjusted to 700 °C, which roughly corresponds to a temperature of 650 °C inside the reactor. In Fig. 1 a scheme of the laboratory apparatus is depicted.

Experiments with model substrates

The vertical laboratory apparatus was first tested with model substrates and afterwards real samples. Measurements under different reaction conditions were performed. As model substrates were used isopropyl alcohol (IPA) and glycerol. During the experiments with IPA and glycerol was investigated the influence of different reaction conditions on the actual gasification process.

The higher conversion rate was achieved at higher temperatures (550 °C – 620 °C). When measurements with IPA were carried out was necessary to heat the apparatus up to 620 °C since at lower temperatures no gaseous product was formed. Moreover was tested the influence of organic compounds concentration in the feed solution. For instance under the same conditions but using 50 g/l IPA substrate and 75 g/l IPA substrate gas efficiency (GE) was 19 % and 33.5 % respectively.

Experiments at different feed flow rates in the range of 0.5 – 2 ml/min were carried out. At flow rate 0.5 ml/min GE was 43 % while at flow rate 1 ml/min GE was 69 %. The highest conversion of organic compounds was reached when applying the lowest flow rate. This difference in GE depending on the flow rate is attributed to the fact that at lower flow rate residence time of the substrate in the reactor is higher.

Moreover it was also studied the influence of catalyst presence. Potassium carbonate at concentrations in the range of 0.5 – 5 wt. % was used as catalyst. From the performed experiments it was found that the higher organic material conversion was achieved when using 2 wt. % catalyst.

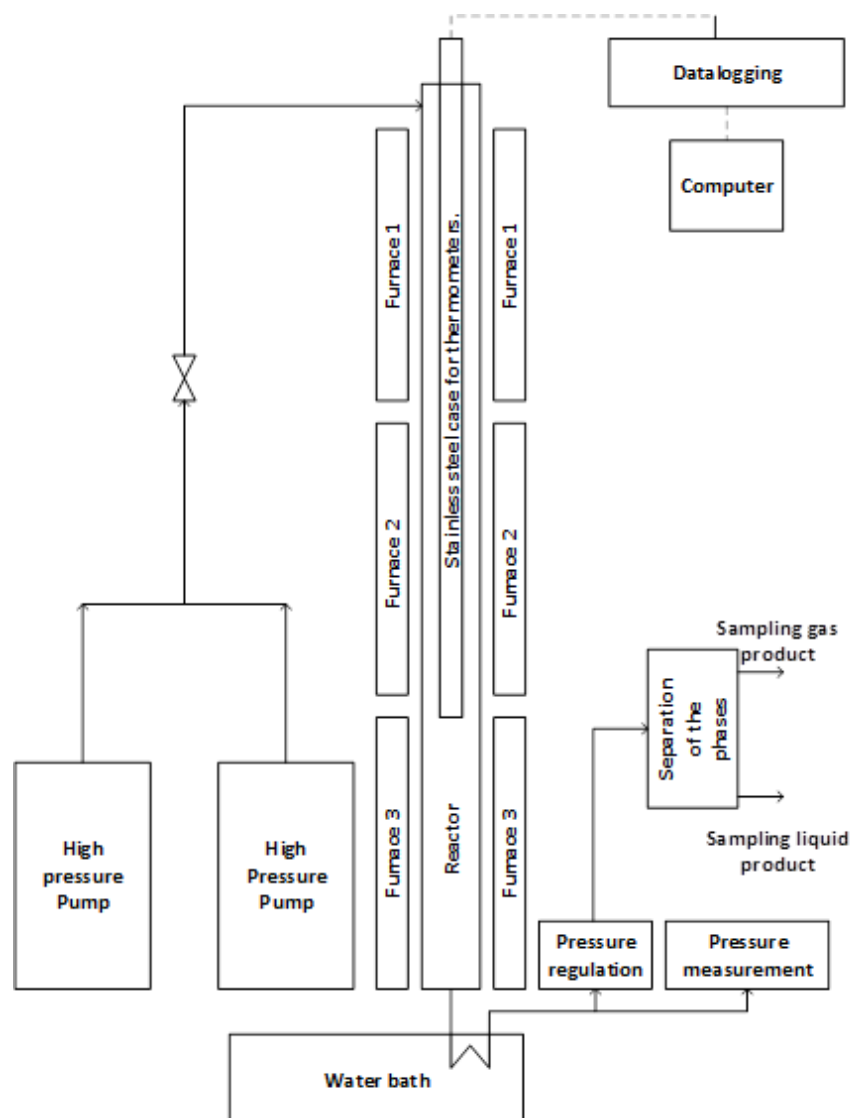


Figure 1. Schema of the vertical laboratory apparatus for hydrothermal gasification

Experiments with real substrates

The next set of experiments was carried out using real substrates. The substrates were waste from paper production namely black liquor and tall oil soap. Black liquor contains mainly lignin and is created when cooking

wood chips in a concentrated sodium hydroxide solution. Tall soap is formed by thickening black liquor in evaporating chambers and contains mostly organic and inorganic salts, phytosterols, alcohols, fatty acid esters and waxes.

During the experiments with tall soap high-pressure pump failure happened due to the presence of fine particles. The experimental results showed that organic material removal from the substrate occurred since a decrease from 25 g/l to 6 g/l of organic carbon in the liquid phase was observed. However, gas production was very low. It was found out that such behaviour was attributed to the production of a second liquid phase in the bottom of the apparatus near the end of the experiment. The second liquid phase was tar to which most of the carbon was transformed.

When performing experiments with black liquor was observed that this substrate also had a problematic behaviour. During the performed experiments it caused reactor fouling even when changing the reaction conditions (lower concentration, flow rate, presence of catalyst). Apparatus clogging occurred probably due to higher lignin content. Lignin due to its big molecular size has the predisposition to form tar. When the reactor clogged was necessary to terminate the experiment and wait until the laboratory apparatus cooled. Reactor cooling led to re-dissolution in water of undissolved particles and as a result the substrate could get through again. Otherwise the laboratory apparatus would have to be partially disassembled and then thoroughly cleaned.

Conclusions

Experiments with model solutions of organic substrates showed that hydrothermal gasification process appears to be a suitable method for waste material with high water content recovery. It was observed that during experiments with real waste material a series of complications can be faced. These complications are high-pressure pump malfunction due to the presence of fine particles or apparatus clogging due to the formation of tar deposits. Regardless of the problems faced during the experiments a series of real substrates were successfully converted. Even though carbon conversion rate into the gaseous product is low (for tall soap 11 % and for black liquor 24 %) valuable experience in the field of organic material conversion was gained. From the acquired data it is evident that further experiments in this field should be carried out so that SCWG technology could in the future be applied in the commercial sector.

References

1. Technologie hydrotermální konverze. Česká asociace pro pyrolýzu a zplyňování. <http://www.cpga.cz/veda-a-vyzkum/institute-vscht>.
2. Hydrothermal gasification of organic waste, EcoTopia Science; Yusman, M., Ed.; 2007.
3. Zach, B. Supercritical water gasification. Mater thesis, Institute of chemical technology, 2014.

Е.В. БЛИННИКОВА, Т.И. РАХМАНОВА, Ф.М. ГОЛУБЕВ

Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ), Донецк

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДОНБАССА

В настоящее время большое количество зданий, сооружений, железных дорог и трубопроводных коммуникаций городов Донбасса получили значительные повреждения от ведения боевых действий и требуют восстановления, которое необходимо выполнять с учетом предстоящего влияния горных выработок при отработке запасов угля.

Институт РАНИМИ имеет многолетний опыт защиты зданий и сооружений от влияния горных выработок действующих и ликвидируемых шахт, является автором многочисленных нормативных документов, регламентирующих защиту зданий и сооружений от вредного влияния горных выработок, таких как Отраслевой стандарт «Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом»; «Методические указания по прогнозу допустимых и предельных деформаций земной поверхности при многократной подработке зданий и сооружений»; строительные нормы «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. ДБН В.1.1-5-2000. Часть 1 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях»; руководящий документ «Ликвидация угольных шахт. Защита земной поверхности от затопления горных выработок».

Только за последние годы институтом РАНИМИ выполнены такие крупные работы: «Выбор оптимальной площадки для строительства нового стадиона «Донбасс Арена»; «Определение допустимых деформаций зданий и сооружений на территории КП «Международный аэропорт Донецк» и разработка рекомендаций по их защите от влияния горных подработок»; рекомендации по обеспечению нормальной эксплуатации объектов поверхности в пределах горных отводов ликвидируемых шахт № 9 «Капитальная» и № 6 «Красная Звезда» ГП «Донецкуголь»; шахт им. С.Тюленина, «Донецкая» ПАО «Краснодонуголь», «Брянковская», «Замковская», им. Ильича, «Центральная-Ирмино» ГП «Стахановуголь»; шахт Центрального района Донбасса»; многочисленные проекты подработки жилых домов, общественных зданий, железных дорог, магистральных газопроводов и водоводов горными работами шахт ДНР, ЛНР и Украины.

Кроме того, выполнен анализ деформированного состояния и разработаны рекомендации по обеспечению дальнейшей безопасной эксплуатации объектов в городе Донецке: одно- и многоэтажных жилых домов, общеобразовательных школ, школ-интернатов, детских садов, ПТУ, Донецкой торгово-промышленной палаты, зданий и сооружений Донецкого металлопрокатного завода (рис. 1), резервуара питьевой воды Северного водопроводного узла, а также водоводов, стальных газопроводов и железных дорог.

В угольных пластах Донбасса залегают свыше 1 млрд. тонн промышленных запасов угля. При выемке угля будет происходить деформирование земной поверхности, что неминуемо приведет к образованию повреждений в расположенных на ней жилых и общественных зданиях, промышленных сооружениях, если проектирование и строительство их будет выполнено без учета влияния подработки (рис. 2). Поэтому восстановление и реконструкция разрушенных военными действиями зданий и сооружений, аналогично как и строительству новых, должна предшествовать разработке горно-геологических обоснований, включающая расчет деформаций земной поверхности от влияния всех намеченных к отработке угольных пластов, в том числе и с учетом влияния тектонических нарушений, а также назначение конструктивных мер защиты восстанавливаемых и реконструируемых объектов, обеспечивающих сохранение их эксплуатационной пригодности в процессе предстоящих подработок.

Затопление горных выработок после закрытия угольных шахт и восстановление исходного гидрогеологического баланса при "мокрой консервации" неизбежно ведут к размоканию многих горных пород и последующей потере ими значительной доли своих прочностных качеств. Это, в свою очередь, приводит к повторной активизации процесса сдвижения земной поверхности и может вызвать неприемлемые деформации расположенных на этой территории зданий, сооружений, коммуникаций и природных объектов (рис. 3). Поэтому объекты на территории, попадающей в зону повторной активизации сдвижений земной поверхности, должны быть включены в перечень объектов обязательного геомеханического мониторинга.

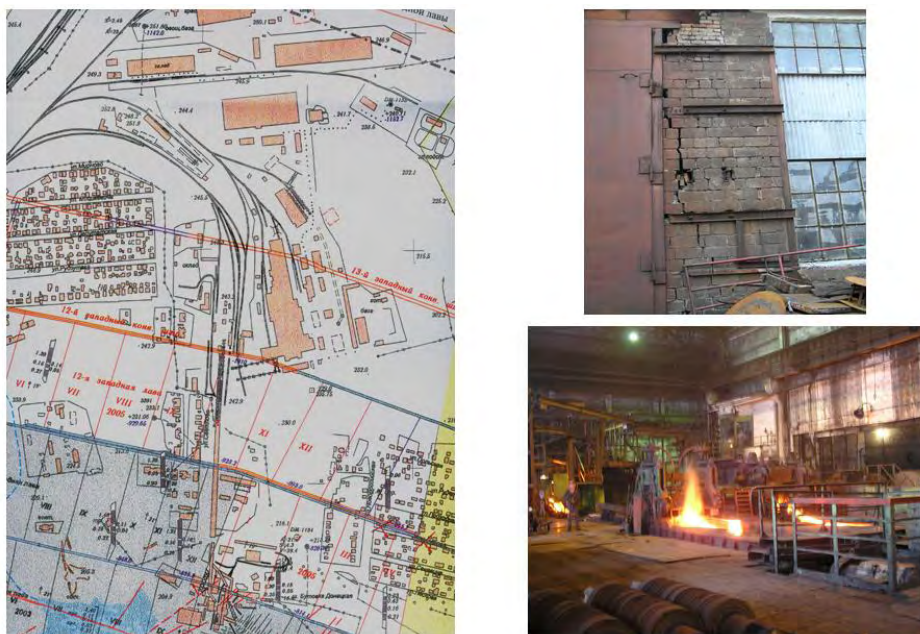


Рис. 1. Многократная подработка Донецкого металлопрокатного завода без остановки производства



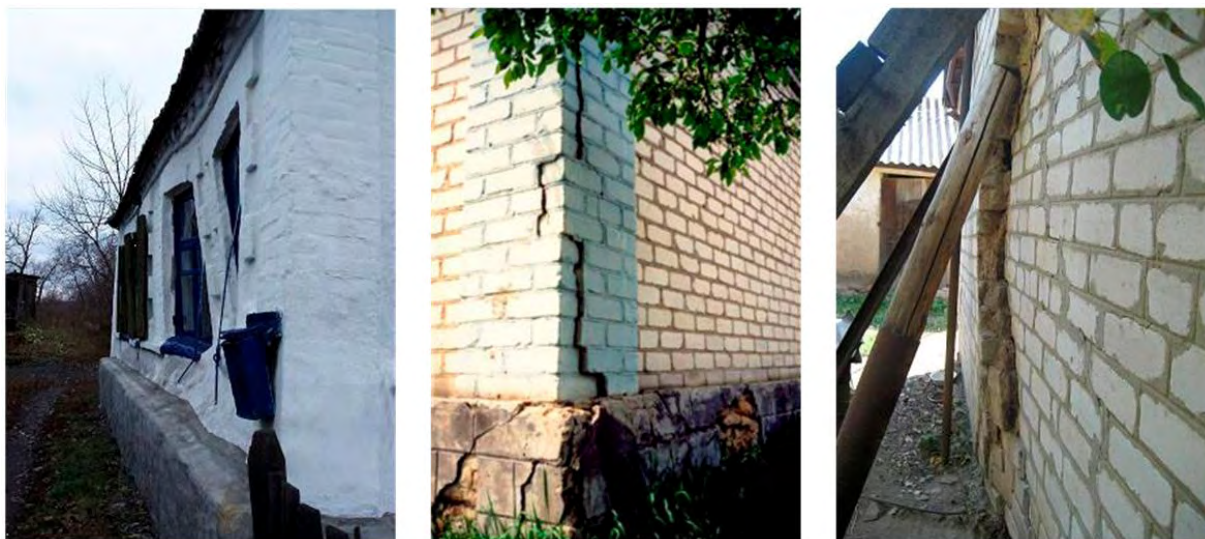
г. Донецк, школа № 58

г. Кировское, жилой дом по ул. Матросова, 18

г. Горловка, жилой дом по ул. Свердлова, 21

Рис. 2. Влияние горных работ на объекты поверхности

В процессе ликвидации нерентабельных угольных шахт происходит активизация процессов сдвижения земной поверхности от затопления горных выработок, что приводит к деформированию зданий и сооружений. Главной задачей минимизации негативного влияния ликвидируемых шахт является обеспечение безопасности существующей застройки. Именно эта задача в первую очередь беспокоит общественность рассматриваемых территорий, так как здания и сооружения на поверхности в период работы шахт были многократно подработаны, но в последние годы перед закрытием шахт ремонтно-восстановительные работы не проводились, поэтому многие объекты исчерпали свой деформационный ресурс и находятся в неудовлетворительном, предаварийном и аварийном состояниях.



по ул. Колхозной, 18

по ул. Павлова, 67

по ул. Речной, 13

Рис. 3. Влияние подтопления на жилые дома г. Краснодона вследствие ликвидации шахт

Большой ошибкой существующей практики защиты территорий в зонах влияния ликвидируемых шахт является то, что на стадии составления проектов ликвидации шахт не предусматривается обследование объектов поверхности с оценкой их технического состояния. Поэтому все последующие наблюдения и оценки негативного влияния ликвидируемых шахт без фиксации исходного состояния недостаточно убедительны: организации, осуществляющие закрытие шахт, объясняют плохое состояние объектов поверхности влиянием подработки, а жители - влиянием ликвидируемых шахт. Кроме того, оценка технического состояния объектов поверхности перед ликвидацией шахт необходима для прогноза условий их эксплуатации в последующий период возможного подтопления и активизации процесса сдвижения.

Необходимо, чтобы проекты ликвидации шахт содержали обоснование мониторинга состояния существующей застройки исходя из результатов обследования и определения остаточного деформационного ресурса зданий и сооружений. В тех случаях, когда мониторинг необходим, проект должен содержать программу его проведения. По всем ликвидируемым шахтам, по которым ранее составлены обоснования проведения мониторинга, необходимо в короткие сроки выполнить обследование существующей застройки с целью выявления объектов (в первую очередь жилых и общественных зданий), состояние которых представляет угрозу для эксплуатации, и принять меры, исключающие риск аварии на этих объектах.

Обеспечение работы всего жилищно-хозяйственного комплекса на подрабатываемых территориях является актуальной задачей настоящего времени. Для этого необходимо выполнять регулярный прогноз сдвижений и деформаций земной поверхности от влияния горных выработок и активизации процесса сдвижения, вызванного подтоплением территории при закрытии шахт, а также проводить мониторинг состояния зданий и сооружений.

Е.В. БЛИННИКОВА, Т.И. РАХМАНОВА, С.С. СТЕЛЬМАХ

Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела, Донецк

Е.Н. ГРИЩЕНКОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ УСЛОВИЙ ПОДРАБОТКИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В последние годы проблема эксплуатации подземных сооружений в угольных регионах значительно обострилась из-за ненадежности существующих методов прогноза их технического состояния при деформациях земной поверхности от влияния горных выработок, длительной эксплуатации и отсутствия ремонтно-

восстановительных работ. Поскольку за короткое время осуществить защиту всех деформированных объектов практически невозможно, то особую актуальность приобретает научное обоснование возможности их дальнейшей эксплуатации. С учетом установленных закономерностей деформаций зданий и сооружений на подрабатываемых территориях разработан метод определения допустимых условий их эксплуатации на основании деформационного ресурса.

При добыче угля подземным способом на пластовых месторождениях в Восточном и Западном Донбассе, а также Львовско-Волынском бассейне земная поверхность претерпевает сдвигения и деформации, которые через окружающий грунт оказывают влияние на объекты существующей застройки.

Так как подземные трубопроводы непосредственно соприкасаются с грунтом всей своей поверхностью и являются протяженными сооружениями, длина которых во много раз превышает их поперечные размеры, то решающее воздействие на них в зонах влияния горных выработок оказывают горизонтальные перемещения окружающего грунта и в меньшей степени – кривизна земной поверхности.

В настоящее время существует два основных подхода к оценке условий эксплуатации подземных стальных трубопроводов на подрабатываемых территориях: по допустимым горизонтальным деформациям земной поверхности для трубопровода от влияния горных выработок согласно «Правилам подработки» [1] и по результатам расчета трубопровода на прочность с учетом совместного влияния внутреннего давления транспортируемого продукта, перепада температуры, а также – горизонтального сдвига и кривизны земной поверхности вдоль трубопровода от влияния горных выработок [2].

Первый подход: допустимые горизонтальные деформации земной поверхности для подземных стальных трубопроводов установлены по результатам натурных наблюдений,

проводимых длительное время, с учетом прочностных характеристик стали и вида грунта.

Допустимые условия подработки подземных трубопроводов согласно [1] определяют путем сравнения расчетных горизонтальных деформаций земной поверхности под трубопроводом от предстоящего влияния подработки с допустимыми горизонтальными деформациями земной поверхности для этого трубопровода.

Расчетный показатель горизонтальных деформаций ε , определяем по формуле:

$$\varepsilon = m_\varepsilon \varepsilon_{\max} \mu_n, \quad (1)$$

где m_ε – коэффициент условий работы трубопроводов, равный 1; ε_{\max} – максимальные по абсолютной величине расчетные горизонтальные деформации от одной лавы или суммарные на различных стадиях отработки лав; μ_n – коэффициент приспособления трубопроводов к деформационным воздействиям.

Допустимый показатель горизонтальных деформаций для трубопроводов определяют по формуле:

$$[\varepsilon] = [\varepsilon]_n k_p, \quad (2)$$

где $[\varepsilon]_n$ – нормативные допустимые горизонтальные деформации земной поверхности для трубопровода; k_p – коэффициент остаточного деформационного ресурса трубопровода, определяемый по формуле:

$$k_p = ([\varepsilon]_n - [\varepsilon_0]) / [\varepsilon]_n, \quad (3)$$

где ε_0 – расчетный показатель горизонтальных деформаций земной поверхности для трубопровода от прошлых подработок, определяемый с учетом коэффициента приспособления трубопровода к деформационным воздействиям от прошлых подработок.

Второй подход: расчет трубопровода на прочность $\sigma_{пр}$ с учетом совместного влияния внутреннего давления транспортируемого продукта σ_p , перепада температуры σ_t , а также горизонтального сдвига σ_ε и кривизны земной поверхности вдоль трубопровода σ_k от влияния горных выработок выполняется согласно [2] с учетом требований [1] и опыта института по защите подземных трубопроводов по формуле:

$$\sigma_{пр} \leq m R_y, \quad (4)$$

где $\sigma_{пр}$ – максимальное продольное растягивающее напряжение в газопроводе от воздействия внутреннего давления, температурных воздействий и воздействий от подработки, МПа; R_y – расчетное сопротивление материала труб и соединительных деталей по пределу текучести, МПа; m – коэффициент условий работы, учитывающий влияние подработки.

Устойчивость подземных стальных трубопроводов диаметром до 500 мм в зоне сжатия проверяют по условию:

$$\sum \sigma_{сж} \leq \pi E A_0 / 2 \cdot (\pi A_0 / 2 l_y^2 - 0,85 \sqrt{Q_0 / E \delta l_y}) \quad (5)$$

где $\sum \sigma_{сж}$ – абсолютная величина суммы сжимающих напряжений от положительного перепада температуры и горизонтального сдвига в сжатой зоне; A_0 и l_y – стрела выгиба и длина участка выпучивания трубопровода при потере устойчивости, определяемым по графикам [2] в зависимости от наружного диаметра труб D_n и поперечной нагрузки q_0 .

Если значения расчетных показателей горизонтальных деформаций превышают значения допустимых показателей или условие прочности трубопровода при подработке не удовлетворяется, то подработка такого трубопровода возможна только при условии применения мер защиты.

В последние годы институт успешно решает вопросы допустимых условий подработки магистрального газопровода-отвода к г. Терновка Днепропетровской области от магистрального газопровода Шебелинка-Днепропетровск-Одесса, проходящего по горным отводам шахт ПАО «Павлоградуголь».

В качестве мер защиты при подработке газопровода-отвода применяется его вскрытие на участках максимальных горизонтальных деформаций. Кроме назначения мер защиты определяется время начала их применения, например, в «Проекте подработки магистрального газопровода-отвода высокого давления 1158-й лавой пласта c_{11} шахты имени Героев космоса ПСП «ШАХТОУПРАВЛЕНИЕ ИМЕНИ ГЕРОЕВ КОСМОСА» ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ».

Магистральный газопровод-отвод, построенный в 1982 г. из сварных труб диаметром 325 мм, толщиной стенки 6 мм из стали Ст20 с временным сопротивлением стали разрыву 420 МПа и пределом текучести – 245 МПа, расположен в зоне влияния 1158-й длинной вкрест простирания 1390 м, по простиранию 250 м; вынимаемой мощностью 1,1 м; со средним углом падения пласта 4^0 ; средней глубиной подработки 265 м (рис. 1). Максимальные горизонтальные деформации растяжения составляют $4,39 \cdot 10^{-3}$, деформации сжатия $4,58 \cdot 10^{-3}$.



Рис. 1. Подработка магистрального газопровода 1158-й лавой пласта c_{11}

На основании анализа горно-геологических условий, результатов расчета деформаций земной поверхности в зоне влияния 1158-й лавы пласта c_{11} на участок магистрального газопровода-отвода, обоснования рациональной подработки по допустимым деформациям земной поверхности для газопроводов и расчету газопровода-отвода на прочность с учетом влияния подработки сделан вывод, что выемка запасов угля в 1158-й лаве пласта c_{11} должна производиться с применением мер защиты и под контролем инструментальных наблюдений за деформациями земной поверхности.

В качестве меры защиты рекомендовано вскрытие газопровода-отвода на двух участках длиной по 100 м. Вскрытие газопровода с обнажением трубы выполнить при подходе забоя непосредственно под газопровод, что соответствует подвиганию лавы, равному 1080 м, при условии непрерывного движения очистного забоя со скоростью 114 м/мес. Обратная засыпка осуществляется вынутым грунтом.

Подработка магистрального газопровода-отвода высокого давления должна предусматривать возможность применения оперативных мер защиты по результатам инструментальных наблюдений [3]. С этой целью необходимо произвести закладку наблюдательной станции на подрабатываемом участке вдоль трассы газопровода-отвода.

Технология инструментальных наблюдений заключается в периодическом проведении нивелирования реперов профильных линий и измерении расстояний между реперами с помощью стальных рулеток. Указанная классическая методика наблюдений дополняется и модернизируется путем интеграции современных методов съемки в производственный процесс. В частности, на этапах закладки и привязки наблюдательных станций, а также в процессе измерений непосредственно на станциях используются технологии электронной тахеометрии и спутниковых наблюдений. Для обработки результатов съемок применяется специализированное программное обеспечение целевой разработки, позволяющее проводить расчеты в соответствии с указанным набором технического оборудования, его точностными характеристиками и конфигурацией наблюдательной станции.

Литература

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом. – К., 2004. – 128 с.
2. Руководство по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. Часть III. Башенные, транспортные и заглубленные сооружения, трубопроводы / Донецкий Промстroiинипроект, НИИСК Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 225 с.
3. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях / МУП СССР. – М.: Недра, 1989. – 96 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ КРАСНОЯРСКОГО И САЯНОГОРСКОГО АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ НА ПОЧВЫ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Предприятия алюминиевой промышленности, являются источником поступления в ландшафты загрязняющих веществ. В ходе работы выявлены характер и степень загрязнения территорий, особенности геохимической миграции фторидов, бенз(а)пирена и ряда тяжелых металлов.

Ландшафты района воздействия Саяногорского алюминиевого завода формируют мелкодерновинные каменистые разнотравно-злаковые, крупнопольно-злаковые степи с участками с разнотравной и осоковой растительностью. Почвы представлены: черноземами маломощными щебнистыми, приуроченными к равнинным участкам древних надпойменных террас р. Енисей, пологим склонам; луговыми черноземовидными и аллювиальными почвам поймы р. Енисей; солончаками в депрессиях, занятых солеными озерами. Почвенный покров территории района воздействия Красноярского алюминиевого завода в условиях экспозиционной лесостепи представлен выщелоченными черноземами под мелкодерновинно разнотравно-злаковой растительностью, серыми лесными почвами под березово-лиственничными лесами на склонах и вершинах возвышенностей. Техногенно-трансформированные почвы формируются на участках рекультивации, на отвалах, на местах хвостохранилищ, растущих древесными мелколиственными породами, представляя собой техноземы и маломощные буроземы.

Загрязнение почв в районах воздействия Саяногорского и Красноярского алюминиевых заводов происходит в основном в результате аэрогенного поступления загрязняющих веществ вместе с выбросами предприятий. Основными источниками загрязнения территории являются: промышленные трубы предприятий, производство электродов на алюминиевых заводах, котельные коммунально-бытового хозяйства, печное отопление частного сектора, автотранспорт.

Фтористые соединения входят в состав используемого сырья для производства алюминия – криолита (Na_3AlF_6). Твердые и газообразные формы фторидов поступают в атмосферу с выбросами предприятия и затем либо оседают на поверхности почвы и растительности, либо переносятся на большие расстояния. Для оценки степени загрязнения почв фтором необходимо знать его фоновое содержание, которое характеризует его исходное количество в почве и является естественным уровнем. В почвах санитарно-гигиенические нормативы водорастворимых форм фтора регламентируются предельно допустимой концентрацией, которая составляет для 10 мг/кг. Фоновое содержание водорастворимых форм фтора для исследуемой территории в районе воздействия Саяногорского алюминиевого завода составляет 1,5 мг/кг. Для Красноярского участка фоновое содержание водорастворимых форм фтора достигает 2,8 мг/кг. В районе воздействия Саяногорского алюминиевого завода максимальные концентрации фтора – 10-11,8 мг/кг в почвах, отмечены на расстоянии 0,5-1,5 км от предприятия в северном и северо-восточном направлениях (с. Очуры, с. Новомихайловка, с. Новоенисейка). Но в большинстве точек отбора проб концентрация фтора в почвах находится в пределах фоновых величин (1,5-7 мг/кг). Самые высокие концентрации фтора в почве наблюдаются в северо-восточном и восточном направлении от Красноярского алюминиевого завода. Максимальные значения содержания фтора в почвах достигают 15 мг/кг на расстоянии в 1,5 км от Красноярского алюминиевого завода, что превышает ПДК в 1,5 раза. По южному и западному направлению от завода содержание фтора в почвах в пределах ПДК. Минимальное содержание фторидов в почве отмечается за пределами города Красноярска в Емельяновском районе в 25 км в северо-западном направлении от Красноярского алюминиевого завода. Этот район является фоновым для исследуемой территории.

Бенз(а)пирен – представитель полициклических ароматических углеводородов. Бенз(а)пирен активно выносится за пределы промышленных площадок и городов с атмосферными потоками масс углеводородов, но также и активно осажается в ландшафтах. Фоновый показатель содержания бенз(а)пирена на рассматриваемой территории < 0,001 мг/кг. Максимально высокое содержание бенз(а)пирена в почвах (0,177 мг/кг) наблюдается в 1,5 - 2,5 км в северо-восточном направлении от Саяногорского алюминиевого завода. На остальной исследуемой территории содержание бенз(а)пирена в почвах в пределах ПДК и ниже < 0,02 мг/кг. Максимальные значения достигают 17,5 мг/кг в 2-3 км к западу от Красноярского алюминиевого завода. Это в десятки раз превышает ПДК. Минимальные значения содержания бенз(а)пирена составляют < 0,001 мг/кг и наблюдаются на фоновых участках в Емельяновском районе в 25 км в западном направлении от завода. Содержание бенз(а)пирена в почвах г. Красноярска значительно выше, чем в почвах в районе воздействия Саяногорского алюминиевого завода. Вклад в поставку бенз(а)пирена также вносят прочие металлургические заводы, предприятия топливной энергетики и автотранспорт.

При проведении аналитической химической работы выявлен ряд тяжелых металлов – специфических загрязнителей для данных территорий. Это такие элементы, как цинк, свинец, кобальт и никель. В районе воздействия Саяногорского алюминиевого завода фоновые валовые содержания цинка составляют 100 мг/кг. Максимальные концентрации достигают 270 мг/кг, средние – 118 мг/кг. Максимальные значения со-

держания подвижных форм цинка - 33,9 мг/кг наблюдаются в двухкилометровой зоне к западу от предприятия. В районе воздействия Красноярского алюминиевого завода фоновые содержания цинка составляют 120 мг/кг. Распределение цинка в почвах района достаточно дифференцировано, но уровень максимальной концентрации валовых форм не превышает 440 мг/кг, при среднем содержании – 270 мг/кг. Максимальное содержание (69 - 86 мг/кг) подвижных форм цинка в почвах г. Красноярска отмечается в 0,5 – 4 км от Красноярского алюминиевого завода в северо-восточной части города.

Пространственное распределение свинца в пределах исследуемой территории достаточно дифференцируемо. Для Саяногорского района исследований средние концентрации свинца колеблются от 30 до 40 мг/кг, фоновые – 35 мг/кг. Наибольшая концентрация валовых форм отмечается в непосредственной близости от предприятия и достигает 80 мг/кг. Максимальные значения содержания подвижных форм свинца составляют 1,5 мг/кг. В зоне воздействия Красноярского алюминиевого завода фоновые валовые содержания свинца составляют 58 мг/кг. Максимальные концентрации достигают 170 мг/кг, средние – 90 мг/кг. Максимальные значения содержания подвижных форм свинца 15 – 22 мг/кг отмечаются в 0-4 км зоне от алюминиевого завода.

В зоне воздействия Саяногорского алюминиевого завода максимальные концентрации никеля достигают 140 мг/кг (0-2 км зона от предприятия), средние значения – 80 мг/кг. Фоновые значения концентраций валовых форм никеля 60 мг/кг. Максимальные значения содержания подвижных форм этого элемента достигают 1 мг/кг. В Красноярском районе исследований средние концентрации составляют 80-100 мг/кг. Максимальные концентрации валовых форм никеля 150 мг/кг отмечаются в 0-2 км зоне от алюминиевого завода. Фоновые значения концентраций 60 мг/кг (Емельяновский район). Максимальные значения содержания подвижных форм никеля в почвах достигают 14 мг/кг.

В зоне воздействия Саяногорского алюминиевого завода средние значения концентраций валовых форм кобальта составляют 30-40 мг/кг. Местный фон кобальта составляет 18 мг/кг. Максимальные значения концентраций валовых форм достигают 50 мг/кг. Максимальные значения содержания подвижных форм этого элемента достигает 2,4 мг/кг. Для территории Красноярского района исследований максимальные значения концентраций валовых форм кобальта достигают 60 мг/кг, средние концентрации – 30-35 мг/кг. Фоновое значение концентрации – 17 мг/кг. Максимальные значения содержания подвижных форм кобальта в почвах достигают 13 мг/кг.

Главенствующую роль в пространственном распределении загрязняющих веществ для рассматриваемых территорий играет климатический фактор – направление и скорость ветра, количество дней с температурными инверсиями. По распределению содержания фторидов, бенз(а)пирена и ряда тяжелых металлов (Zn, Pb, Co, Ni) в почве следует выделить 3 зоны: 0-3 км, 3-7 км и 7-25 км от предприятий. В первой трехкилометровой зоне отмечается максимальное накопление загрязнителей и превышение концентраций в почве над ПДК (3-4 ПДК). Во второй зоне также происходит накопление загрязнителя в почве и отмечаются повышенные значения концентраций. В третьей зоне накопления поллютантов в почве не происходит, значения близки к фоновым значениям. Характер распределения загрязнителей связан с осаждением твердых частиц выбросов вблизи от предприятия. В то время как газообразные формы загрязняющих веществ мигрируют на более дальние расстояния от заводов. Максимальные концентрации водорастворимых форм фторидов, бенз(а)пирена и тяжелых металлов в почвах в исследуемых районах отмечаются по направлениям господствующих ветров.

На степень загрязнения на рассматриваемых территориях также влияет антропогенный фактор – дополнительные промышленные производства, количество автотранспорта. Формируются разные уровни загрязнения почв. В Красноярском районе исследований уровень загрязнения фторидами, бенз(а)пиреном и тяжелыми металлами (Zn, Pb, Co, Ni) выше (3-4 ПДК), чем на Саяногорском участке (1,5-2 ПДК). Это отмечается более высокими значениями абсолютных показателей – концентраций загрязнителей в почвах, а также появлением неспецифических загрязнителей - кобальта и никеля. Промышленное производство в г. Красноярске разнообразней, количество автотранспорта значительно больше, чем в г. Саяногорске. Красноярский алюминиевый завод располагается в черте города в промышленном районе, что препятствует выносу загрязняющих веществ за пределы территории и способствует их накоплению в почвах. Саяногорский алюминиевый завод располагается за пределами городской черты, в 10 км от города. Загрязняющие вещества выносятся атмосферной миграцией по направлению господствующих ветров. В профильном распределении фторидов и тяжелых металлов наблюдается аккумуляция загрязнителей в верхних горизонтах природных и антропогенно-трансформированных почв. Это объясняется наличием биогеохимического барьера в верхнем гумусовом горизонте почв. Закрепление происходит в результате образования солей тяжелых металлов с органическими кислотами, адсорбции ионов на поверхности органических коллоидных систем или образования комплексных соединений. Миграционные свойства загрязнителей существенно понижаются. При движении вниз по профилю почв концентрации водорастворимых форм фторидов и тяжелых металлов понижаются и достигают фоновых значений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Актуальность

Сдвиги и деформации земной поверхности вследствие подземной разработки угольных месторождений наносят ущерб объекту социальной и производственной инфраструктуры на подрабатываемых территориях. Особенно значительному ущербу подвергаются линейные объекты (железные дороги, газопроводы, водоводы и т.п.). В результате подработки имеют место деформации и разрывы трубопроводных коммуникаций, деформирование полотна железнодорожных путей и т.д. Только на территории Донецкой области подрабатываются около 1,5 тыс. км подземных газопроводов [1] и многие сотни километров железных дорог различных категорий.

Во многих случаях выбор и применение мер защиты таких объектов требует точного прогноза динамики нарастания деформаций земной поверхности. Так, распространённой практикой охраны магистральных газопроводов является отрывка их локальных участков при достижении в них относительных деформаций некоторых пороговых величин (например, 70% от допустимых значений), в результате чего происходит полная разгрузка массива грунта, окружающего трубопровод. Поэтому разработка методов прогноза динамики нарастания деформаций земной поверхности на подрабатываемой территории является актуальной научно-технической задачей.

Методика проведения эксперимента

Существующие "Правила подработки..." [2] устанавливают длительность и величину оседания для каждой стадии процесса сдвижения (рис. 1). Полученная ломаная линия напоминает график логистической кривой, называемой также сигмоидальной (S-образной) кривой [3]. Целесообразность использования логистической функции для прогноза динамики нарастания деформаций достаточно обоснована в работе [4].

С другой стороны, характер нарастания деформаций земной поверхности при подработке может быть получен по данным измерений на маркшейдерских наблюдательных станциях. Для каждого репера этих станций можно построить график деформаций, откладывая по оси абсцисс время с начала процесса сдвижения, а по оси ординат – величины деформаций на определённые даты измерений (рис. 2).

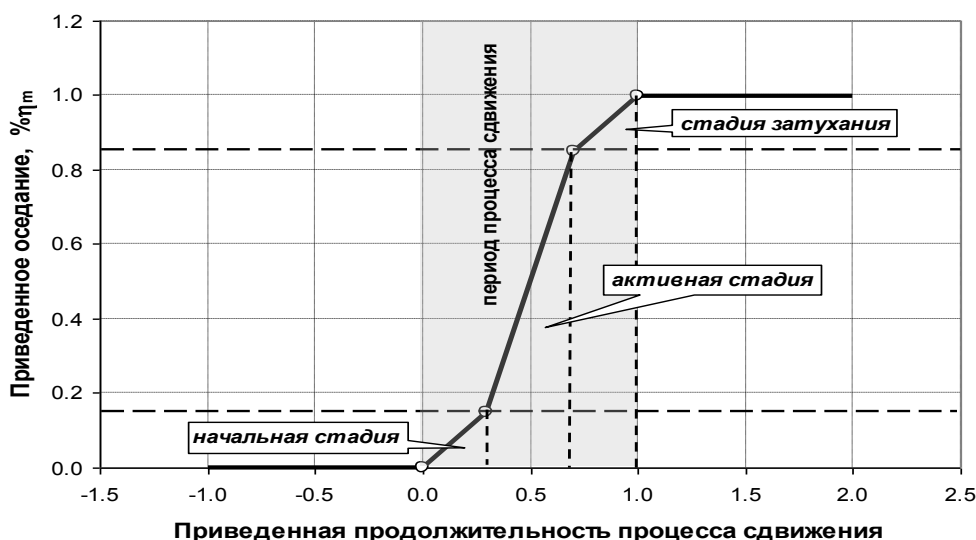


Рис. 1. Динамика оседаний согласно "Правилам подработки" [1]

Так, анализ графиков динамики оседания по реперам, находящимся в различных частях мульды, показал сходство полученной кривой динамики оседаний с линией на рис. 1 и относительное постоянство формы этой кривой в пределах мульды сдвижения.

Исходными данными для построения графиков и их дальнейшего анализа являются результаты инструментальных измерений на наблюдательных станциях.

Для моделирования динамики оседаний использовалась модель Ферхюльста:

$$F = \frac{a_0}{(1 + e^{(-c*(t-S_0)})})}, \quad (1)$$

где переменная F характеризует значение оседания; a_0 – конечная величина оседания репера; c – коэффициент логистической функции; t – приведенное значение времени; S_0 – величина смещения графика.

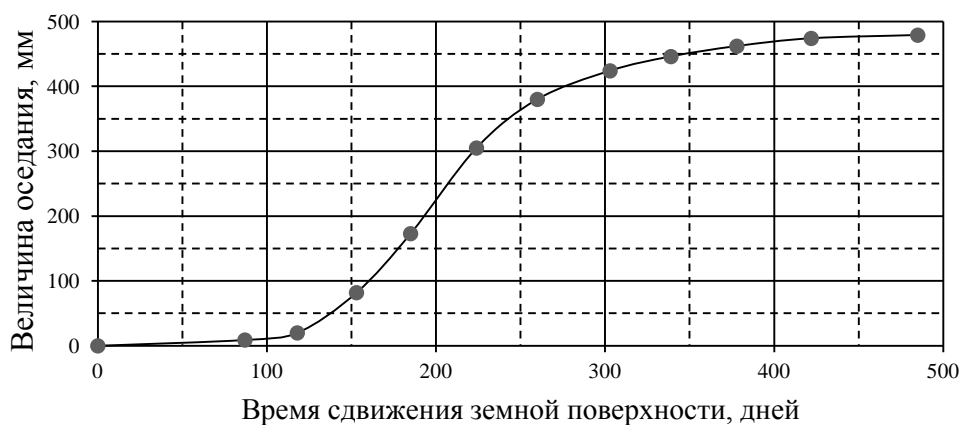


Рис. 2. Динамика оседания полученная по данным натуральных наблюдений

Изменяя параметры, задающие вид логистической кривой, можно добиться наиболее точной аппроксимации результатов инструментальных измерений.

Из-за большого количества анализируемых наблюдательных станций было принято решение об автоматизации цикла построения графиков. Для их анализа и моделирования динамики была написана программа на языке VisualBasic, обеспечивающая минимальное вмешательство оператора в вычислительный процесс.

Алгоритм работы программы следующий:

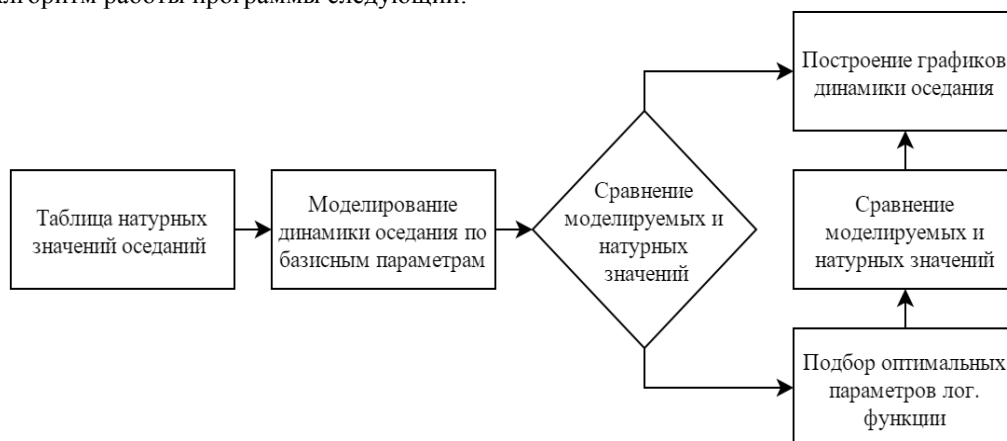


Рис.3. Блок-схема работы программного модуля

Из представленной диаграммы следует уточнить, что базисными параметрами являются такие, при которых логистическая кривая будет максимально совпадать с ломаной линией, представленной на рис. 1. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что для достижения такого подобия значения коэффициента $c = 0.722$, а $S_0 = 4.95$. Сравнение моделируемых значений с натурными выполняется при помощи расчета коэффициента детерминации и среднеквадратического отклонения. Подбор оптимальных значений параметров логистической функции выполняется при помощи метода обобщенного приведенного градиента (ОПГ), который является встроенным в таблицы Excel и заложен в модуле «Поиск решения».

Визуализация полученных результатов представляется в виде графиков:

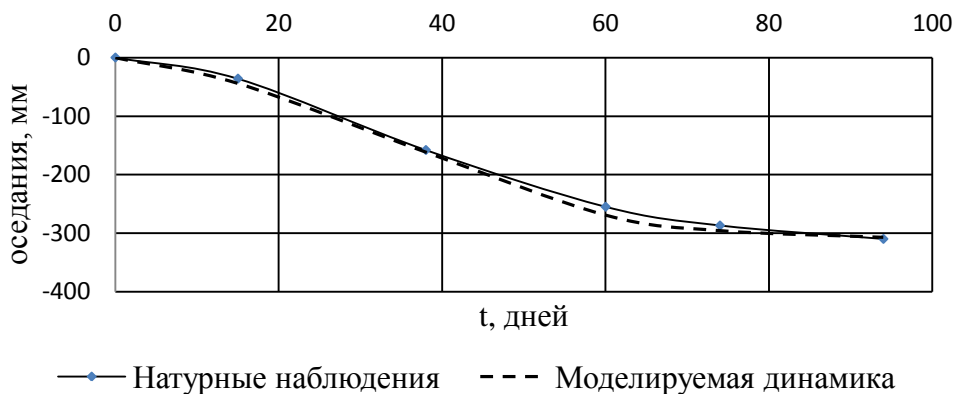


Рис. 4. Графическое представление моделируемой динамики оседания

Выводы

1. Установлено, что использование логистической кривой для описания динамики оседания земной поверхности при её подработке подземными горными работами является обоснованным и целесообразным.
2. При небольшом количестве задающих параметров возможно моделировать динамику оседаний земной поверхности на весь период продолжительности процесса сдвижения.
3. Полученные модели динамики оседания земной поверхности по шкале Чеддока имеют весьма высокую тесноту связи с исходными данными. Полученные значения (прогнозные) оседания имеют относительно небольшие расхождения с натурными наблюдениями. Эти расхождения во многом обусловлены изменением горно-геологических условий. При этом характер моделируемой кривой по реперам, находящимся по всей профильной линии, схож с характером действительных оседаний.
4. При наличии на подрабатываемой местности данных о имеющихся ранее подработках представляется возможность корректировать значения базисных параметров логистической функции, что существенно увеличивает точность прогноза динамики нарастания оседаний земной поверхности. Применительно к динамике других видов деформаций это позволит обеспечить правильный выбор мер охраны подрабатываемых объектов и своевременность их принятия.

Литература

1. Газопроводы – ОАО "Донецкоблгаз" [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://oblgaz.donetsk.ua/main.php?page=41>. – Название с экрана.
2. ГСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. – На заміну "Правил охраны..." (М.: Недра, 1981. –288с); Введ. 01.01.04. – К., 2004. – 128 с.
3. Логистическая функция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Логистическая функция](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Логистическая_функция). – Название с экрана.
4. Грищенко Н.Н. Обоснование поэтапного применения мер защиты линейных инженерных коммуникаций на подрабатываемых участках // Научные труды ДонНТУ. Серия «Горно-геологическая». – Вып. 16(206). – 2012. С. 3-11.

Д.А.КОЗЫРЬ, В.К. КОСТЕНКО

Донецкий национальный технический университет, Украина

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ГОРЕНИЯ И САМОНАГРЕВАНИЯ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

В Донбассе за год образуется приблизительно 30 - 38 млн. т отходов, при этом основная доля в общем объеме отходов приходится на отходы угольной промышленности. Под промышленными отходами занято более 2% территории Донбасса. В настоящее время в Донецком регионе насчитывается более 600 породных отвалов, из них около 140 горящих [1]. Горящие породные отвалы являются основным источником загрязнения атмосферы, ежегодно они выделяют в атмосферу около 300000 тонн загрязняющих веществ. По данным Американской ассоциации содействия развитию науки, современный уровень загрязнения воздуха ежегодно приводит к преждевременной смерти 5,5 млн человек.

С целью выявления очагов самонагревания и своевременного принятия мер по предупреждению самовозгорания пород, должен проводиться мониторинг теплового состояния отвалов (регулярная температурная съемка). Результаты измерения температуры используют для определения объема горящей массы, необходимого для разработки проектов тушения и установления объемов выбросов вредных веществ.

Нормативным документом, которым регламентировано процесс контроля теплового состояния породных отвалов, является «Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов».

Требования к средствам для выполнения температурной съемки в этом документе не оговорены. В настоящее время температурная съемка, чаще всего, проводится с помощью контактных термометров и забитых в отвальную массу на глубины от 0,5 до 2,5 м термопар. Процесс съемки трудоемкий, длительный, опасный и дорогой.

Существующая методика проведения температурной съемки породных отвалов имеет ряд существенных недостатков - часть очагов тепловыделений размерами менее 10 м, особенно без явных признаков горения, попадает между точками измерения температур и не фиксируется; в очагах горения, из-за их недоступности, невозможно провести измерения температуры контактным способом.

Более перспективными методами контроля температуры является методы теплового неразрушающего контроля. Компьютерная термография позволяет обеспечить безопасные условия температурной съемки поверхности породных отвалов, повысить точность и достоверность полученных результатов, обеспечить необходимую периодичность контроля, снизить затраты на выполнение этих работ.

Для широкого применения дистанционных средств и способов температурного контроля в настоящее время отсутствуют законодательно утвержденные методики, которые позволяют учитывать условия съемки и влияние внешних факторов на результаты тепловизионной съемки.

К основным внешним факторам относятся поглощение инфракрасного излучения газами, входящими в состав атмосферы, ослабление инфракрасного излучения из-за рассеяния на частицах присутствующих в атмосфере и турбулентность.

Для исследования температурного состояния объекта и выявления зависимостей между внешними факторами (турбулентность воздуха и пропускание инфракрасного излучения атмосферой), дистанцией температурной съемки и показателями температурной съемки при дистанционном способе контроля температуры были проведены лабораторные, а затем экспериментальные исследования. Лабораторные и экспериментальные исследования проводились в соответствии с утвержденной методикой.

Лабораторные исследования проводились с помощью тепловизора Land Cyclops Ti-814 в помещении, где на высоте от уровня пола 0,5 м, устанавливали вертикально нагревательный элемент. Для получения равномерно нагретой поверхности большей площади к нему вплотную прикреплялся лист жести. Тепловизионная съемка объекта тепловыделения проводилась с увеличением дистанции съемки от 3 до 27 м с шагом 3 м, с изменением скорости воздуха: 0,4, 0,5 и 1,4 м/с (рисунок 1-а). Изменяли также ракурсы съемки: 30°, 60°, 90° [2].

Экспериментальные исследования теплового состояния породных отвалов были проведены с помощью тепловизора Fluke Ti-125 на породных отвалах шахт Донбасса: шахта им. М. И. Калинина, шахта Октябрьский рудник, шахта им. Ленина, шахта им. Кирова и шахта 13-бис (рисунок 1-б).

При подготовке к тепловизионной съемке породного отвала определялись коэффициенты излучения и отражения инфракрасного излучения. Для оценки влияния внешних факторов на результаты температурного контроля измерялась относительная влажность воздуха, температура окружающего воздуха и проводилось измерение скорости ветра.

Тепловизионная съемка породного отвала проводилась с хвостовой, лобной и торцевых сторон. В случае больших размеров породного отвала или наличия посторонних объектов, мешающих съемке, отвал снимался по частям. Дополнительно на породном отвале осматривались горизонтальные площадки, не попавшие в объектив тепловизора. При анализе полученных данных тепловой съемки, выявлялись участки с аномальной температурой.

Анализ результатов тепловизионной съемки проводился при помощи величины температурного контраста (ΔT), характеризующего влияние внешних факторов на инфракрасное излучение и равного отношению температуры, полученной в результате контактных измерений ($T(x)$) к температуре, полученной в результате тепловизионной съемки ($T(x+r)$).

Исходя из проведенных экспериментальных исследований и расчета влияния внешних факторов на инфракрасное излучение, можно сделать вывод, что величина температурного контраста при увеличении дистанции тепловизионной съемки увеличивается по степенному закону $\Delta T_{\Delta} = 1,194x^{0,098}$, с величиной достоверности аппроксимации: $R^2 = 0,854$.

Величина влияния внешних факторов, полученная в лабораторных исследованиях, с увеличением дистанции съемки, увеличивается по степенному закону $\Delta T_{\Delta} = 1,449x^{0,081}$, с величиной достоверности аппроксимации: $R^2 = 0,614$.

Расхождение между лабораторными и экспериментальными исследованиями не превысило 15%, что дает возможность утверждать о достаточной сходимости достоверности закономерностей, которые могут быть положены в основу методики измерения температуры источников самонагрева и горения (рисунок 2).

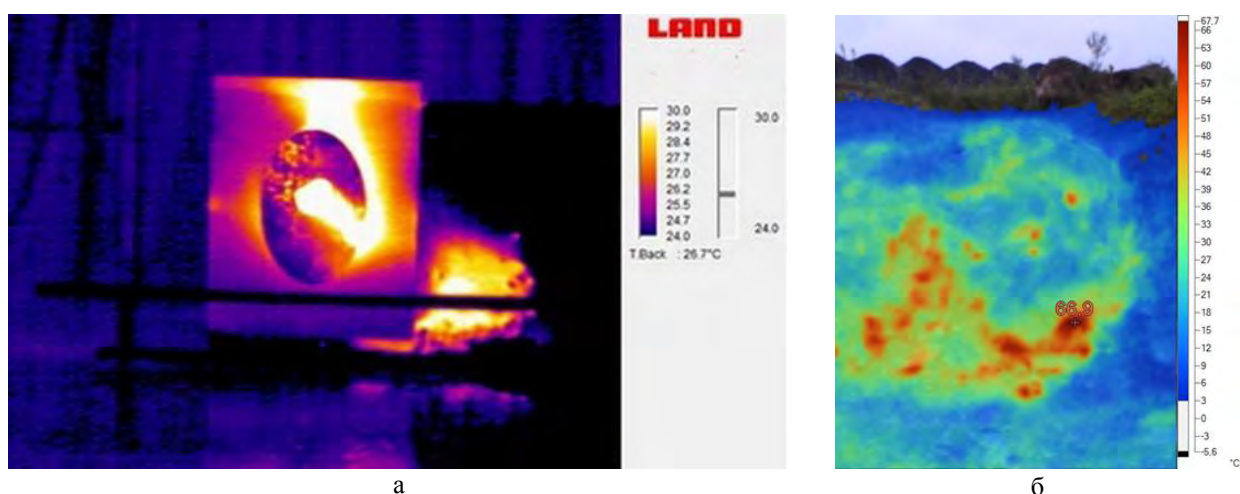


Рис. 1. Лабораторные исследования объекта тепловыделения при ракурсе 90° и расстоянии 9 м (а) и экспериментальные исследования очага самонагрева с температурой 66,9°С в северо-восточной части породного отвала шахты им. М.И. Калинина (б)

При анализе данных экспериментальных исследований установлено:

- Проведенные экспериментальные исследования качественно и, с достаточной точностью, количественно совпадают с результатами лабораторных исследований. При увеличении дистанции тепловизионной съемки значение величины температурного контраста увеличивается по степенному закону, а температура, которую регистрирует тепловизор - уменьшается.

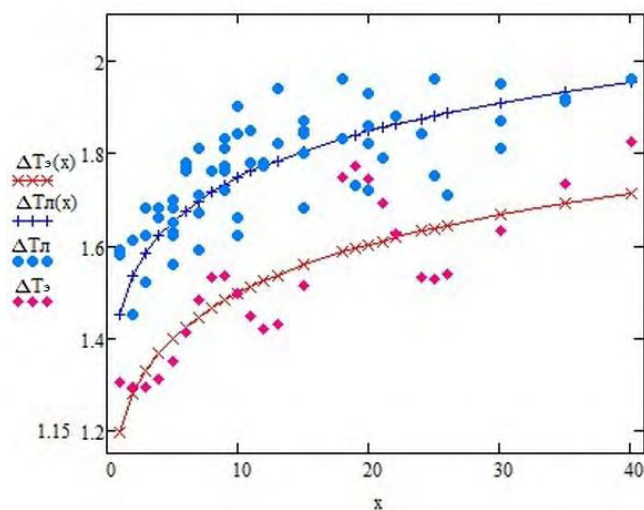


Рис.2. Зависимость изменения температурного контраста от дистанции съемки (x , м) при экспериментальных ($\Delta T_{\text{э}}$) и лабораторных исследованиях ($\Delta T_{\text{л}}$) и законы их распределения $\Delta T_{\text{э}}(x)$ и $\Delta T_{\text{л}}(x)$ соответственно

- Анализ экспериментальных данных подтверждает верность положенных в основу разрабатываемой методики теоретических предпосылок о влиянии внешних факторов на параметры тепловизионной съемки. Подтверждено, что необходимо учесть влияние турбулентности воздуха в приземном слое атмосферы и влияние пропускания инфракрасного излучения.

- Теоретически обоснованные и экспериментально подтвержденные зависимости изменения температурного контраста от дистанции тепловизионной съемки позволяют разработать методику оценки теплового состояния породных отвалов с помощью дистанционных средств контроля.

Литература

1. Третьяков С. В., Аверин Г. В. Земля тревоги нашей. По материалам Доклада о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2009 году/ С. В. Третьяков, Г. В. Аверин - Донецк, 2010 -114 с.

2. Костенко В.К., Завьялова Е.Л., Козырь Д.А., Бандурян Б.Б. Анализ влияния внешних факторов на результаты тепловизионного контроля очагов горения на породных отвалах / Журнал "Науковий вісник українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки" – Київ: УкрНДІЦЗ, 2013. - №2(28). – с 194-202.

В.К. КОСТЕНКО, Е.Л. ЗАВЬЯЛОВА, О.П. ЧЕПАК
Донецкий национальный технический университет, Украина

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ВЫРАБОТАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ КАРЬЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Определены основные параметры технологии восстановления биологического разнообразия в выработанном пространстве карьеров на основе установленных закономерностей теплообмена между породным массивом и водной средой при использовании геотермальных теплообменников в биоочистном сооружении. Проведена оценка эколого-экономической эффективности предложенных технических решений.

На большинстве предприятий цементной промышленности используют открытый способ разработки полезных ископаемых. При этом остающиеся после выемки исходного сырья, например, мела или мергеля, выработанные пространства представляют собой «лунный» безжизненный пейзаж – лишённые плодородного почвенного слоя впадины со склонными к эрозионному разрушению бортами. Самопроизвольное восстановление флоры и фауны на этих территориях занимает сотни лет, а иногда остается невозможным. Поэтому необходима тех-

нология интенсивного восстановления, а возможно улучшения по сравнению с первоначальным состоянием биологического разнообразия на остающихся после выемки полезного ископаемого территориях.

Для ускоренного восстановления биологического разнообразия в выработанном пространстве карьеров и очистки загрязнённых вод предложено усовершенствовать способ биологической очистки карьерных вод растениями с увеличением длины маршрута и продолжительности очистки путем стабилизации температуры, протекающей по руслу воды, за счет использования геотермальной энергии [1].

Для стабилизации температурного режима в карьере предложено пробурить скважины и разместить в них геотермальный теплообменник - вертикальный скважинный коллектор «труба в трубе». В результате управления теплотой потоков карьерных вод удастся достичь их стабильного круглогодичного температурного режима. В холодный период вода будет иметь положительную температуру, в жаркий – охлаждаться. Это обеспечит создание благоприятных условий для жизни гидробионтов.

Целью работы является выбор и обоснование параметров технологий интенсивного восстановления биологического разнообразия в выработанных пространствах карьеров на основании раскрытия закономерностей теплообмена между породным массивом и водной средой при использовании геотермальных теплообменников в биоочистном сооружении.

На основании химического анализа проб воды карьера «Балка Мокрая» Амвросиевского цементного завода [2], можно сделать вывод, о необходимости удаления из воды взвешенных веществ и принятия мер по снижению жесткости и солесодержания. Для этого целесообразно использовать такие растения как камыш, тростник, рогоз, водный гиацинт, поскольку именно эти растение хорошо очищают воду и имеют низкую стоимость.

Чтобы избежать снижения эффективности очистки воды в зимний период, необходимо поддержание температуры воды в очистном сооружении на уровне 10...12°C. Анализ температурного режима на дневной поверхности и в глубине грунтовой толщи в условиях Донбасса показал, что глубина нейтральной зоны для условий Донбасса составляет 10 - 15 м, что определяет необходимость частичной теплоизоляции стального кожуха скважинного коллектора.

Для определения основных параметров технологии восстановления биологического разнообразия был проведен тепловой расчет геотермального теплообменника [3]. Для этого была выбрана схема теплообмена и приняты допущения. В результате теплового расчета получено уравнение зависимости температуры воды по глубине скважины.

$$T = T_{z_0} + \frac{\text{grad}T_{\Gamma}}{A} (Az - 1) + \left(T_1 - T_{z_0} \frac{\text{grad}T_{\Gamma}}{A} (Az_1 - 1) \right) e^{-A(z_1 - z)},$$

где $T=T(z)$ – текущая температура воды, K ; T_{z_0} – температура поверхности земли, K ; $\text{grad}T_{\Gamma}$ – температурный градиент грунта, $K/м$; z – расстояние от поверхности земли, $м$; $z > z_1$ – глубина, до которой температура грунта остается постоянной (для условий Донбасса $z_1=15 м$; $T_{\Gamma}=T_{z_0}$); $A = \frac{\pi Dk}{Mc}$ – комплекс, где k

– коэффициент теплопередачи, $Вт/(м^2 \cdot K)$; $T=T(z)$ - текущая температура воды, K ; M –расход воды, $кг/с$; c - удельная теплоемкость воды, $Дж/(кг \cdot K)$; D - диаметр скважины, $м$.

Результаты расчета показали, что изменение температуры воды в геотермальной системе отбора тепла на 1°C обеспечит скважина глубиной 26 м. Для увеличения температуры воды от $T_1 = 7^\circ C$ до $T_2 = 12^\circ C$ необходимая глубина скважины составит 130 м.

Установлено, что для обеспечения наилучшей теплопередачи из глубины массива к скаженному коллектору необходимо максимально снизить негативное влияние техногенной трещиноватости горных пород вблизи поверхности труб геотермального теплообменника. Для этого целесообразно заполнить эти пустоты твердеющим составом на основе недорогого вещества, например глины, с добавлением теплопроводящего наполнителя, в качестве которого целесообразно использовать порошок графита [4]. Экспериментальные исследования теплопроводных свойств глино-графитной смеси позволили установить оптимальное содержание порошка графита в глино-графитной смеси, обеспечивающее максимальную теплопроводность смеси, которое составило 50 % (масс.).

Результаты теплового расчета геотермального теплообменника с учетом использования глино-графитной смеси показал, что для нагревания воды до той же температуры при использовании глинографитной смеси в качестве заполнителя пространства за трубами требуется скважина длиной в 1,7 раза меньше, чем в случае непосредственного контакта стального кожуха с вмещающими породами (рис. 1).

Установленные закономерности теплообмена между породным массивом и водной средой при использовании геотермальных теплообменников в биоочистном сооружении позволили определить его основные параметры (количество скважин и их глубину) для поддержания температуры +10 °C в зимний период.

В связи с техническими трудностями и большими затратами при организации подачи воды в скважину насосом, было решено организовать её работу в режиме самотека. Для этого был произведен гидравлический расчет, который показал, что для организации движения воды в режиме самотека карьер необходимо спроектировать с уклоном 3,5°.

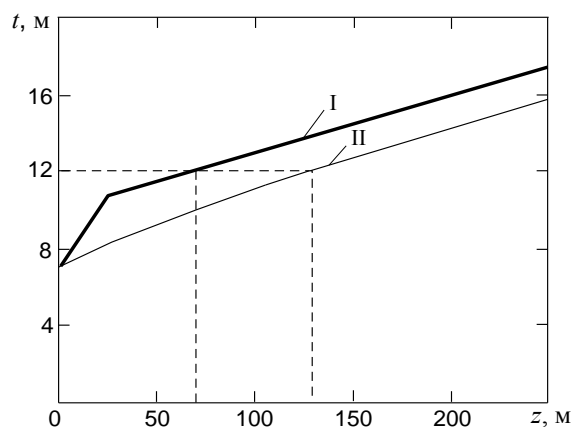


Рис. 1. Изменение температуры воды по глубине скважины с использованием глинографитной смеси (I) и без ее использования (II)

Таким образом, реализация технологии восстановления биологического разнообразия в выработанном пространстве карьеров с использованием геотермальной энергии включает в себя следующие этапы (рис. 2).

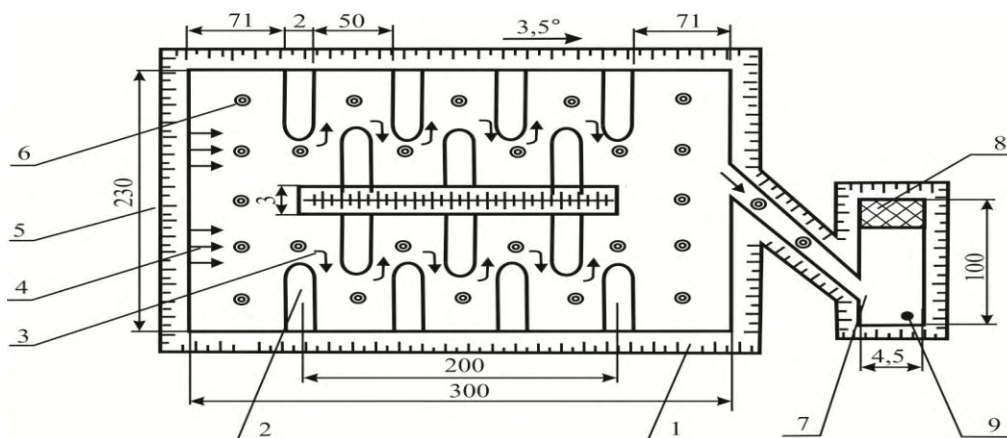


Рис. 2. Конструкция сооружения для очистки воды карьера с использованием геотермальной энергии: 1 – борт карьера; 2 – вспомогательные дамбы; 3 – русло; 4 – водоприток; 5 – основная дамба; 6 – вертикальный скважинный коллектор «труба в трубе»; 7 – водосборник; 8 – высшие водные растения; 9 – насос

С помощью бульдозеров и грейдеров, проводится переформирование дна карьера для придания ему уклона $3,5^\circ$. В центре выработанного пространства располагается основная дамба 5, длиной 200 м, шириной 3 м, высотой 1 м, сооружаемая из не склонных к размоканию материалов – кусков песчаника, известняка. Для увеличения длительности прохождения воды через карьер, тем самым увеличения степени очистки воды, созданы вспомогательные дамбы, расположенные в шахматном порядке в 4 ряда по 4 дамбы в каждом ряду.

Для поддержания в зимний период температуры воды $10 \dots 12^\circ\text{C}$ по руслу водотока необходимо пробурить 24 геотермальных скважины 6 диаметром 200 мм и длиной 76 м. Скважины располагаются в 4 ряда по 6 штук, расстояние между которыми 50 м. Самоочистка скважин от взвеси будет происходить за счет турбулентного режима движения воды в призабойной части теплообменника.

В пробуренные скважины помещаются коаксиальные теплообменники, представляющие собой цилиндрический кожух из стали 4Х13 с толщиной стенки 20 мм, закрытый снизу. Коаксиально с ним размещается пластиковая труба диаметром 50 мм и длиной 75 м. Пространство между кожухом и массивом на участке от 10 до 75 м заполняют глино-графитной смесью с массовой долей графита 50 %. На глубину 15 м от поверхности грунта теплообменники оснащаются теплоизоляцией из пеностекла толщиной 20 мм.

В нижней части карьера создается водосборник 7, откуда вода в дальнейшем будет подаваться насосами 9 на полив или для других технических нужд. Водосборник будет служить для дополнительной доочистки воды, поэтому часть его будет засажена высшими водными растениями. Для биологической очистки воды в водосборнике будет применяться водный гиацинт 8.

Поддержание необходимой температуры воды в биоочистителе позволит создать комфортные условия для жизнедеятельности гидробионтов круглогодично. Эффективность биологической очистки воды с помощью высших водных растений составит: для взвешенных веществ – 95,2 %; для сульфатов – 57%; нитратов – 96 %; гидрокарбонатов – 81 %; хлоридов – 62 %. Все это вместе взятое будет способствовать восстановлению биологического разнообразия в выработанных пространствах карьеров.

Ожидаемый экономический эффект от использования геотермальной энергии для восстановления биоразнообразия в выработанных пространствах карьеров составит 1038737 грн/год.

Литература

1. Костенко В.К. Восстановление биологического разнообразия в выработанных пространствах карьеров / В.К. Костенко, Е.Л. Завьялова, О.П. Чепак // Проблемы недропользования: междунар. форум-конкурс молодых ученых, 23-25 апреля 2014 г.: сборник науч. тр. Часть II. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 131 – 133.

2. Костенко В.К. Использование геотермальной энергии для повышения эффективности биоочистки сточных вод цементного предприятия / В.К. Костенко, Е.Л. Завьялова, О.П. Чепак // Проблемы недропользования: междунар. форум-конкурс молодых ученых, 22-24 апреля 2015 г.: сборник науч. тр. Часть II. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 32 – 35.

3. Завьялова Е.Л. Параметры технологии восстановления биологического разнообразия в карьерах / Е.Л. Завьялова, О.П. Чепак // Научный вестник НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2015. – Вып. 52. – С. 30-40.

4. Патент на корисну модель № 91730 Україна, МПК F24J3/08. Спосіб видобування геотермального тепла / В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, І.В.Скринецька, О.С. Шипика, О. П. Чепак, Ю. І. Філатов; заявник і власник ДонНТУ. – № u201402110; заявл. 03.03.2014; опубл. 10.07.2014, Бюл. №13.

И.А. ЧЕРНЫХ

ЗАО «Золото Северного Урала»

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО РУДНОГО ШТАБЕЛЯ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Цели работы:

1. Изучение возможности применения биологической очистки цианосодержащих растворов на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания;
2. Изучение жизнеспособности высших водных растений в агрессивной среде щелочных растворов на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания;
3. Разработка принципиальной схемы по очистке маточных растворов на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания.

На сегодняшний день очистка цианосодержащих растворов на различных объектах производится разными способами. Среди них такие как хлорирование, озонирование.

Применение данных технологий связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами и не всегда обеспечивает очистку от всех загрязняющих веществ, а также вторично загрязняют, в случае метода хлорирования. Мною был рассмотрен вариант использования влияния ряда факторов окружающей среды, таких как ультрафиолетовый спектр солнечного излучения, протекание процесса естественного гидролиза в растворах, вкупе с применением технологии аэрации растворов, частичного испарения из аэрозоля и биологический метод очистки с применением высших водных растений.

В настоящее время все более важную роль в процессах обезвреживания отвалных стоков приобретает биологический метод, в основе которого лежат биохимические процессы окисления, фильтрования, поглощения, накопления органических и неорганических веществ. Биологические методы позволяют с помощью высших водных растений, которые первыми принимают на себя воздействие ядов, оценить степень токсичности водной среды. Способность высших водных растений к накоплению, утилизации, трансформации многих веществ сточных вод делает их незаменимыми в общем процессе самоочищения водоемов. К числу таких растений относится ряска малая - высшее растение-индикатор, обладающее повышенной чувствительностью и способностью к быстрой реакции на вредные вещества. Ряска малая (*Lemnaminor*) – многолетнее свободноплавающее на поверхности воды травянистое растение. Каждый индивид ряски представляет собой округлую или продолговатую листовидную пластинку темно-зеленого цвета размером до 4 мм. Растения не закрепляются корнем на грунте, свободно плавают в воде и находятся на поверхности водоемов, что предопределяет легкое выделение ряски из очищаемой воды. Ряска обладает способностью легко приспосабливаться к новой среде, энергично поглощая углекислоту и выделяя кислород.

Для того, чтобы определить способность ряски к осуществлению процессов жизнедеятельности в условиях агрессивных сред слабощелочных растворов фабрики кучного выщелачивания и сравнить процесс естественного гидролиза и эффективность обезвреживания растворов методом разложения цианидов путем их сорбции из растворов на поверхность тела гидрофитного растения семейства рясковых, был проведен опыт в полевых условиях на территории площадки кучного выщелачивания ЗАО «Золото Северного Урала».

Ряска малая была отобрана из природного водоема, который находится в 7 км от промплощадки ЗАО «Золото Северного Урала». Предварительно была подготовлена ёмкость, объемом 0,8 м³, на основании рудного поля №42 золотоизвлекательной фабрики кучного выщелачивания.

После этого она была заполнена цианосодержащими растворами из системы орошения, и на поверхность растворов добавлена ряска малая и азотно-фосфорное удобрение аммофос в незначительном количестве, для обеспечения процессов жизнедеятельности живых организмов. Также была подготовлена вторая ёмкость, с раствором, без каких-либо добавок, для сравнения с естественным гидролизом. В течение всего эксперимента отбира-

лись пробы, которые направлялись в лабораторию для химического анализа, на содержание цианида и определение уровня водородного показателя pH в растворах. На начальной стадии эксперимента растворы опробованы на содержание таких элементов, как железо, медь, цинк и марганец. В процессе работы изучали влияние добавок ряски и аммофоса на скорость бактериальной регенерации. Опыты показали, что окисление цианидов при обработке их бактериальным раствором с ряской протекает успешно в виде сорбции токсикантов на ряску и, в сравнении с процессом естественного гидролиза, более интенсивно.

В результате исследований и анализа полученных данных установлено следующее. Ряска обладает повышенной поглотительной способностью по отношению к цианидам, способна осуществлять свою жизнедеятельность в условиях агрессивных щелочных сред. Также отмечена способность организмов к сорбции других компонентов из растворов. Результаты опробования контрольной пробы, отобранной на заключительной стадии эксперимента, показали снижение концентраций содержания таких элементов, как железо, медь, цинк и марганец. Искусственное добавление фосфора и азота в виде аммофоса в отвальные стоки кучного выщелачивания интенсифицирует очищение воды ряской от цианидов и подпитывает микрофлору. Способность ряски интенсивно разрушать цианиды в растворах с их повышенной концентрацией позволяет применять это растение в начальных стадиях очистки стоков с высокой концентрацией токсикантов для удаления их основной массы из раствора.

Предложена технология рекультивации рудных штабелей с применением методов аэрации, испарения и биологической очистки цианосодержащих растворов. Операция обезвреживания отработанного рудного штабеля может проводиться на площадке выщелачивания методом промывки водой, прошедшей стадию биохимической очистки, с использованием существующей системы орошения и сбора растворов из штабеля.

В период разработки технологии реабилитации территорий установок кучного выщелачивания на основе биохимического метода обезвреживания, мобилизующего потенциальное плодородие земель и способствующего накоплению в них органического вещества и элементов питания в доступной для растений форме, определились основные этапы реабилитации нарушенных земель при переработке руд методом кучного выщелачивания. Разработанная технология реабилитации территорий установок кучного выщелачивания позволит повысить интенсивность процессов очистки.

Применение метода на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания (ЗИФ КВ) выглядит следующим образом. На рудном штабеле КВ располагается пруд для разведения культуры ряски малой, биопруд с обезметалленными цианосодержащими растворами и ряской, а также яма для сброса отмершей ряски, которая, в дальнейшем, будет использована для формирования первоначального плодородно-растительного слоя на поверхности рудных штабелей. Из пруда-накопителя маточные растворы с помощью насоса поступают через трубопровод в биопруд с предварительным добавлением азотно-фосфорного удобрения 50 мг/м^3 . Из биопруда с ряской растворы через воблеры-распылители попадают на поверхность рудного штабеля и частично в биопруд с ряской, увеличивая содержание кислорода в растворах за счет аэрации. Растворами, подаваемыми на поверхность штабеля, производится его промывка. После прохождения через рудный штабель, растворы по существующей системе самотечных коллекторов попадают обратно в прудок-накопитель, где производится отбор проб для контроля концентрации вредного вещества. Если уровень достиг требуемой концентрации, то для проведения доочистки растворы перекачиваются по трубопроводу на существующие очистные сооружения предприятия. Если же уровень концентрации вредных веществ не позволяет обеспечить доочистку на очистных сооружениях, то растворы подаются обратно в биопруд с ряской и проходят повторный цикл очистки.

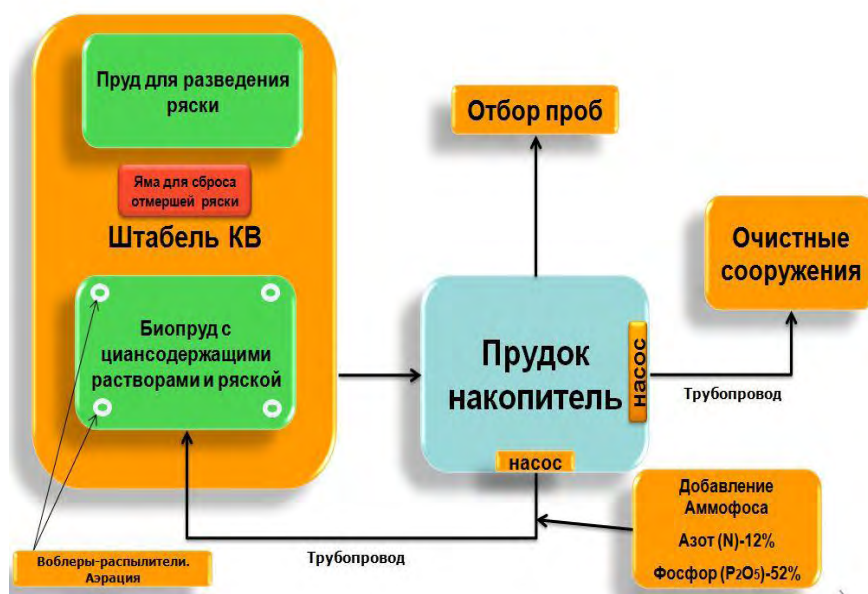


Рис. Применение метода на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания

Стоимость очистки одного кубометра растворов с применением технологии биологической очистки значительно дешевле, в сравнении с другими, альтернативными методами. При этом эффективность метода не уступает аналогам и обеспечивает очистку от ряда других загрязняющих веществ. Данный метод весьма перспективен для дальнейшего применения в составе комплекса работ по рекультивации рудных штабелей на золотоизвлекательной фабрике кучного выщелачивания.

Его внедрение не потребует значительных капитальных и эксплуатационных затрат, так как для реализации процесса будет использовано существующее оборудование и гидротехнические сооружения золотоизвлекательной фабрики. Также технология перспективна для применения с целью снижения объёма оборотных растворов золотоизвлекательной фабрики кучного выщелачивания.

М.А. ЕГОРОВА

*Санкт-Петербургский горный университет,
ООО «СПб-Гипрошахт»*

ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «СЫЗРАНСКИЙ НПЗ» ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Цель работы: снижение негативного воздействия нефтеперерабатывающего предприятия на окружающую природную среду за счёт внедрения мембранного биореактора на станции биологической очистки сточных вод.

ОАО «Сызранский НПЗ» – нефтеперерабатывающее предприятие, работающее по топливной схеме с наличием отдельных нефтехимических производств. Завод перерабатывает западносибирскую нефть, а также нефть, добываемую в Самарской области. Выпускаемая продукция – бензины, дизельное, реактивное и котельное топливо, нефтебитум, сжиженные газы. Объем переработки нефти по заводу в целом составляет 6,6 млн. т/год.

Одна из основных проблем на нефтеперерабатывающих предприятиях – образование большого объёма сточных вод. На станцию биологической очистки сточных (БОС) вод ОАО «СНПЗ» помимо производственных стоков завода, прошедших механическую и физико-химическую очистку, поступают механически очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды ближайших жилых районов г. Сызрани. БОС Сызранского НПЗ морально и физически устарели и требуют реконструкции.

В настоящее время на заводе реализована двухступенчатая технология биологической очистки сточных вод «аэротенк-отстойник» с образованием большого количества избыточного активного ила (800т/год). Избыточный активный ил относится к категории биологически опасных отходов и требует утилизации. Атмосферными осадками происходит размывание иловых карт, загрязняющие вещества и патогенная микрофлора попадают в почву, в грунтовые воды и поверхностные водные объекты. В процессе сушки на иловых картах продолжают процессы гниения, в результате в атмосферный воздух выделяется большое количество сероводорода, метана и аммиака.

В связи с этим, предлагается на этапе реконструкции БОС завода усовершенствовать технологию биологической очистки сточных вод. Для этого предлагается замена классической схемы «аэротенк-отстойник» на мембранный биологический реактор.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

I. NIKOLOV, A. ANGELOV

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Bulgaria

A. LOUKANOV

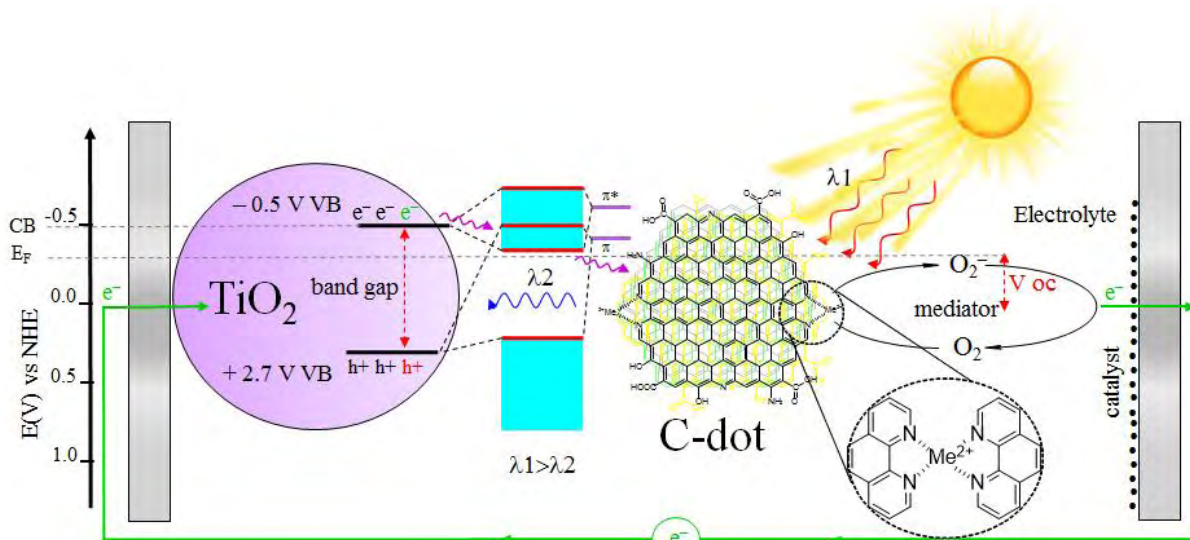
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Bulgaria

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan

PHOTOSENSITIZER-CONJUGATED CARBON QUANTUM DOTS FOR NANOCRYSTALLINE TITANIUM DIOXIDE SOLAR CELLS

Abstract

This report presents a new strategy for exploration and utilization of the N-doped carbon quantum dots (C-dots), conjugated with photosensitizer moiety in the nanocrystalline TiO₂-based solar cell technology. A novel synergistic photosensitized mechanism is proposed for the obtained hybrid C-dots/TiO₂ energy conversion system. It is based on a design of new generation C-dots with higher corrosion stability, charge transportation and controlled photocatalytic properties for oxygen reduction reaction, especially in terms of band gap energy, chemical composition and surface modification. The advantages of C-dots as a promising alternative of the expensive and unsustainable Ru-complex sensitizers are enhanced power conversion efficiency, good photoinduced electron transfer ability, environmental friendliness and lower cost of fabrication.



Figure

In our experiments the C-dots were synthesized by microwave assisted pyrolysis and elemental nitrogen was introduced to enhance the photocatalytic activities of the energy conversion system. These C-dots were treated with various salts to produce microporous carbon-supported metal-based catalyst with active sites, which contain metal cations (Co²⁺, Ni²⁺, Fe²⁺, etc.) coordinated by diazo-nitrogen and hydroxyl-groups on nanoparticles surface. Such prepared C-dots display a broad absorption throughout the UV and visible region. Oxygen based electrolyte is used as alternative to triiodide/iodide, because I₃⁻/I⁻ electrolyte has been reported as being corrosive to a number of sensitizers (including C-dots) and thus decrease the photocurrent. Regardless of our synthetic strategy, C-dots contain a distribution of different emissive trap sites, which are likely acting as recombination centers for the photogenerated excitons, and contributing to the low current density. Maximizing the TiO₂ surface coverage could also potentially be improved by size-selection of smaller C-dots or functionalization of TiO₂ with bifunctional linker molecules. The proposed mechanism for incident photon-to-electrical conversion is demonstrated on the figure below. Firstly, C-dots are loaded on TiO₂ (rutile) surface and form the "dyade" structure, providing access to photo-induced charge transfer transition under visible light irradiation. Secondly, upon illumination of TiO₂/C-dots nanocomposite, C-dots shell absorb longer wavelength visible light, and then emit shorter wavelength light (325 to 425 nm) *via* up conversion, which in turn excites TiO₂ to form electron/hole (e⁻/h⁺) pairs. Thirdly, C-dots can act as an electron reservoir to trap the electrons injected from excited TiO₂. The relative position of C-dots band edges permit transfer of electrical charges, which can be shuttled freely along the conducting network of C-dots sp²-

graphitic cores. Fourthly, the oxygen radicals (O_2^-) would form from the combination of electrons with O_2 adsorbed on the surfaces of C-dots by photocatalytic reaction. The injected electrons travel through the electrolyte to reach the collector electrode to pass through the external circuit and finally regenerate again TiO_2 .

D.G. PETROV

The University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Bulgaria

POSSIBILITIES OF THE LASER "RAMAN" SPECTROSCOPY TO STUDY THE ZONAL, POLYMORPHIC AND WITH ELEMENTS-IMPURITIES ORE MINERALS

Abstract

The laser "Raman" spectroscopy is a suitable method for qualitative determination of mineral species and has considerable advantages as a method for diagnosis of ore minerals. The zonal, polymorphic and with elements-impurities minerals (pyrite-marcasite, enargite-luzonite, rutile-anatase, sphalerite-wurtzite) from the gold-copper deposit "Chelopech", Bulgaria are analysed using a "Raman" spectroscopy. In addition to qualitative diagnosis of polymorphic modifications of minerals, the method could also be used for characterization of minerals with high content of elements-impurities or ones with very fine mineral inclusions.

Introduction

The laser "Raman" spectroscopy is a suitable method for qualitative determination of mineral species. The main advantages of spectroscopic methods are successful chemical and structural characteristics of a sample in sizes less than 1 μm in diameter, as well as easily and proper identification of minerals and ores. The considerable advantages of the "Raman" spectroscopy as a method for diagnosis of ore and gangue minerals from the gold-copper deposit "Chelopech" (anglesite and cubanite) are firstly discussed in Petrov (2014).

The aim of the present studies is to analyse possibilities of the laser "Raman" spectroscopy to study the zonal, polymorphic and with elements-impurities ore and gangue minerals (pyrite-marcasite, enargite-luzonite, rutile-anatase, sphalerite-wurtzite), whose establishment with optical microscopy and microprobe quantitative analyses is difficult.

Materials and methods

Studies are performed on 20 polished sections, prepared from 60 representative samples for conducting the mineralogical studies of ore bodies of block № 149 from sector "West" in the gold-copper deposit "Chelopech". Polished sections are observed through microscope for polarizing light Meiji 9430 supplied by photo camera Meidji DK 1000. Reflected light microscopy is used for establishing the optical and textural characteristics of ore minerals. The laser "Raman" micro-spectroscopy is carried out at room temperature in the Laboratory of fluid inclusions of the University of Leoben (Austria). A "Raman" micro-spectrometer Horiba Jobin-Yvon, a laser with a nominal power of 100 mW and a wavelength of 532 nm are used. The "Raman" device includes a microscope Olympus BX60, camera CCD CV-252, connected to a monitor for direct observation, computer system and specialized software LabSpec. The subsequent interpretation and analysis of spectral data is accomplished with the software product CrystalSleuth, which provides an opportunity to compare the obtained spectra with the database RRUFF. The database RRUFF is internet based, freely accessible and maintain a full range of high quality spectral data from well characterized minerals (Downs, 2006).

Results and discussion

Using a reflected light microscopy and a laser "Raman" spectroscopy the optical, textural and qualitative characteristics of the minerals pyrite-marcasite, enargite-luzonite, rutile-anatase, and sphalerite-wurtzite are established. Microphotographs of these polymorphic modifications of minerals or those with very similar chemical composition from the gold-copper deposit "Chelopech" observed under a microscope in reflected light are presented in Figure 1. The "Raman" micro spectroscopy clearly separates the observed in Figure 1a. pyrite and marcasite. On the spectra presented in Figure 2 A establishes, that the peak of 428 cm^{-1} of the wave spectrum of pyrite mark characteristic difference in the analysis of both minerals.

The analyses of the enargite and a lower temperature mineral variation of the group Cu-As-S – luzonite, represented in Figure 2 C and D shows that can be made a fast and accurate diagnosis of a pair of minerals with the same chemical composition. The differences in the spectra of both minerals are marked by peaks at 566 and 578 cm^{-1} of the wave spectrum of luzonite, which are missing in the spectrum of enargite. This clear distinction of both minerals is shown by the characteristic of enargite spectral peaks at 337 and 382 cm^{-1} .

The serious advantages of the "Raman" spectroscopy for qualitative diagnosis of polymorphic modifications of minerals in establishing the exact mineral variation, composed of TiO_2 , namely rutile or anatase is demonstrated on Figure 3 A and B. The substantial differences in the positions of the peaks of comparable spectra proved that the needle-like aggregates (Fig. 1c.), filling the fully corroded gangue mineral (probably apatite) are represented by anatase.

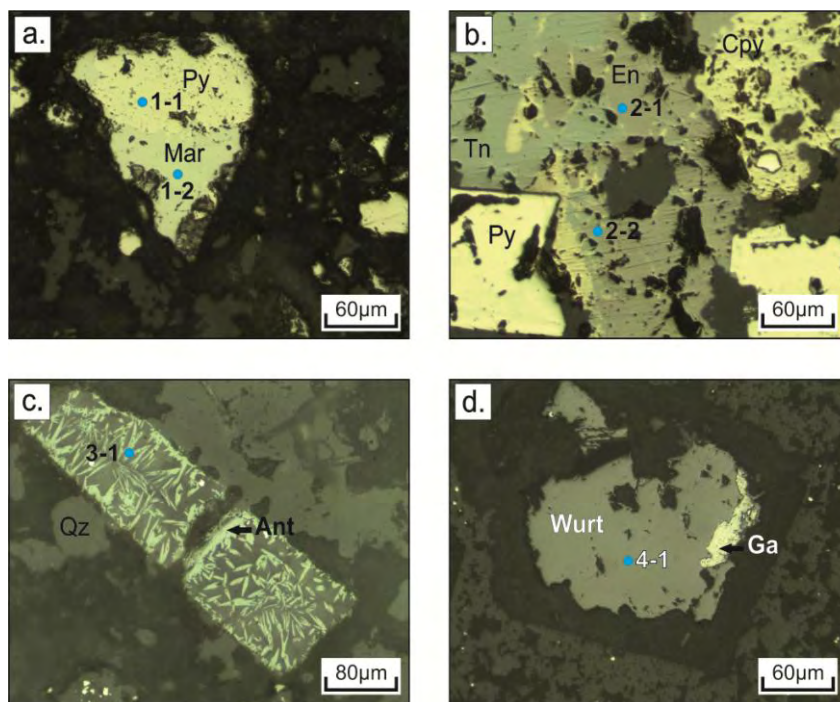


Figure 1. Microphotos of ore minerals in polished sections from the gold-copper deposit "Chelopech", shot on the microscope with reflected light

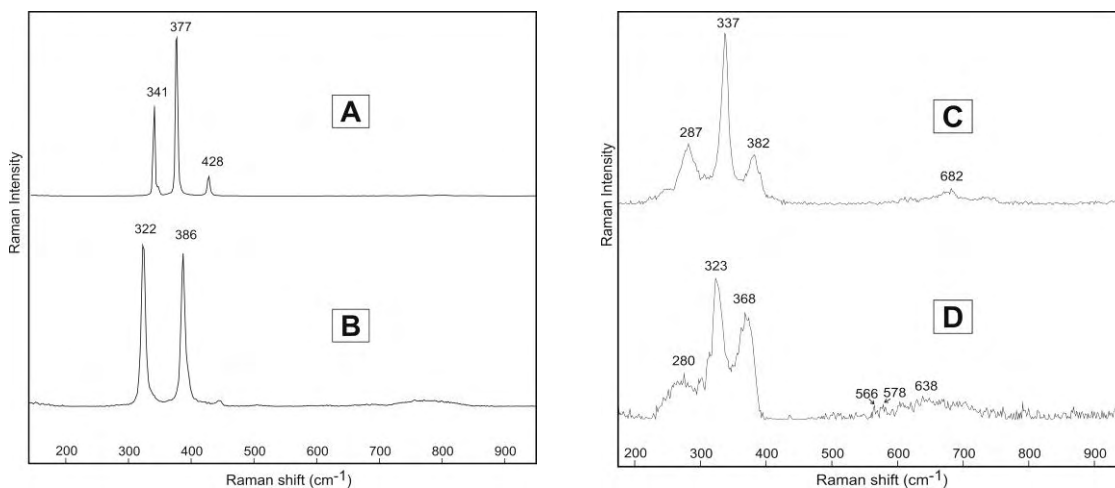


Figure 2. "Raman" spectra of pyrite (A), marcasite (B) enargite (C) and luzonite (D) from the gold-copper deposit "Chelopech" at 532 nm wave length

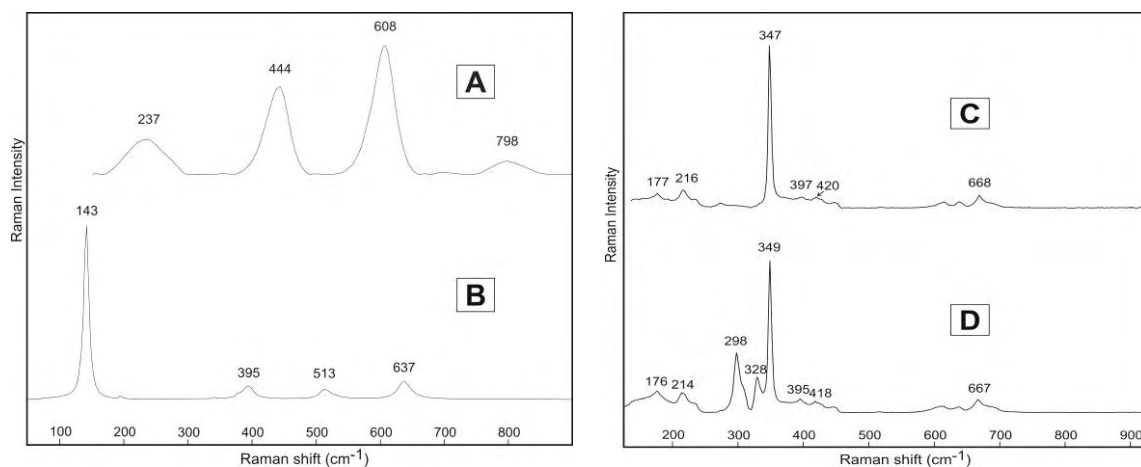


Figure 3. "Raman" spectra of rutile (A), anatase (B), sphalerite (C) and wurtzite (D) from the gold-copper deposit "Chelopech" at 532 nm wave length

a. - Pyrite (Py) partially replaced by marcasite (Mar), among gangue minerals (black); b. - A xenomorphic aggregates of enargite (En) and tennantite (Tn), are cut by chalcopyrite (Cpy). Very fine single grains of luzonite (An. 2-2) are established. Pyrite (Py) crystal with idiomorphic shape, in the lower left corner of the visible field and irregular aggregate of chalcopyrite (Cpy) in top right are observed. c. - An idiomorphic gangue mineral (apatite?), fully corroded by quartz (Qz) and anatase (Ant) are observed. d. - Among gangue mineral mass a relict matrix of idiomorphic mineral, filled mostly by wurtzite (Wurt) and irregular aggregate of galena (Ga), with gangue minerals in the periphery are observed. Note: The "Raman" analyses are marked with blue spots.

In the polished sections from the gold-copper deposit "Chelopech", under the microscope a mineral grain is observed, whose optical properties suggest to be a sphalerite (Fig. 1d). A spectral "Raman" analysis established that the studied grain is wurtzite (Fig. 3 D).

Conclusions

The laser "Raman" spectroscopy provides an easy opportunity for a qualitative characteristic of the zonal, polymorphic and impure ore and gangue minerals.

The vast differences in the shift of the spectrum, or the presence of additional, well-defined peaks, could be due to mineral inclusions within the studied sample, elements-impurities and/or interference in the environment during the process of analysing. In a more precise analysis, except the type of mineral it could be inferred the nature of the mineral inclusions and the trace elements in the structure of the studied sample.

References

1. Downs, R. T. 2006. The RRUFF Project: an integrated study of the chemistry, crystallography, Raman and infrared spectroscopy of minerals. - In: Proceedings of the 19th general meeting of the IMA, Kobe, Japan, 3 - 13.

Petrov, D. 2014. Laser "Raman" spectroscopy of anglesite and cubanite from deposit "Chelopech". - Ann. Univ. Min. Geol., Sofia, v. 57, 1, 77-82.

D. POPUGAEVA

The University of Western Ontario, Canada

Al(III) REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTION

Abstract

One of the promising water treatment processes – an adsorption has been studied in a set of laboratory experiments. Particularly, the effectiveness of titanium dioxide TiO_2 Degussa P25 and zinc oxide ZnO nanopowders towards the adsorption of Al(III) ions as a function of initial concentration of adsorbents and pH has been analyzed. The adsorption performance of TiO_2 at pH 9.0 showed a removal up to 78% of Al(III) ions within 23 min. The Langmuir and Freundlich isotherms have been used to describe the nature of Al(III) adsorption onto TiO_2 surface.

The adsorption performance of ZnO in laboratory experiments was relatively low and did not exceed 32%.

Introduction

The natural water containing high Al(III) concentrations has both explicit and implicit impacts on flora and fauna [6]. In the beginning of 2000's the guideline for Al(III) in drinking water in Russia has been reduced to 0.2 mg/L [5]. Epidemiological studies cite that concentrations of Al(III) above this guideline can promote a neurological disorder and related dementia [6]. The problem of high Al(III) concentration in fresh water sources has an international scale. The fraction of current interests of many researchers is monomeric inorganic forms of Al(III) and particularly the most toxic form Al^{3+} [6].

Both inorganic and organic adsorbents can be applied to remove Al(III) ions from water. The efficiency can achieve up to 80% removal with certain parameters in control, especially pH [3]. Titanium dioxide Degussa P25 is a nanopowder with 21 nm primary particle size. It is one of inorganic adsorbents and has a negative surface charge at $\text{pH} > 6.9$ (the point of zero charge, PZC) [2]. Recent studies within the CBE Department (UWO) showed that TiO_2 particles have an ability to effectively adsorb positively charged metal ions such as cadmium and zinc [1, 4]. The goal of current project is to design and describe an effective adsorption process to remove positively charged

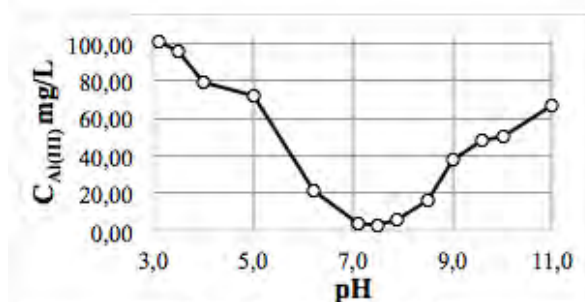


Figure 1. Al(III) solubility

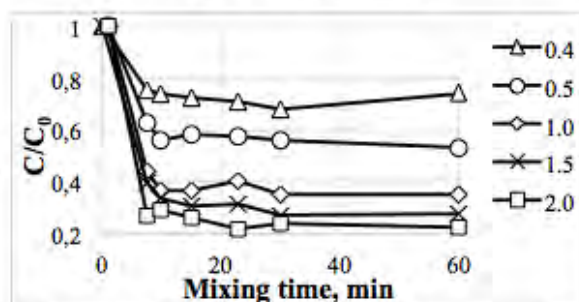


Figure 2. Adsorption of Al(III) on TiO_2 (experimental conditions: pH 9.0, TiO_2 loading 0.4-2.0 g/L). C_0 and C – an initial and current concentrations of Al(III) respectively

Al(III) ions from water for water reuse by using nanomaterials.

Materials and Method

Al(NO₃)₃·9H₂O salt, NaOH, TiO₂ Degussa P25 and ZnO nanoparticles are chemicals used in laboratory experiments. The Al(III) concentration of 17.0 ± 1.0 mg/L was prepared by dissolving a required amount of Al(NO₃)₃·9H₂O in ultra pure water obtained with a Milli-Q water purification system. In order to get a certain value of pH a 0.2M NaOH solution was added. These steps were followed by the filtration (pore size 0.2 μm) to remove insoluble Al(III) - Al(OH)₃. Then, filtered water was distributed to flasks and a certain amount of TiO₂ (0.4÷2.0 g/L) was added to each of them. The flasks were put to stirrer (170 rpm), where they were mixing from 7.5 to 60 min at room temperature (298 K). After the appropriate time interval, stirring was stopped and 10 mL of solution was pipetted and gone through syringe filter to remove saturated TiO₂ particles. The concentration of Al(III) before and after adding TiO₂ was measured by Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) with wavelength 309.2 nm [6].

3. Results and Discussion

Adsorption of Al(III) ions depends on their ability to reduce a surface tension of selected adsorbents. The condition of pH > p*H*_{pzc} provides a more effective adsorption of Al(III) [2]. Laboratory studies showed the minimum solubility of Al(III) at pH 7.5, when the dominant form of Al(III) is insoluble Al(OH)₃ (Fig. 1). By adjusting the pH to > 7.9 it was found a significant rise in soluble Al(III) concentration. This result agrees with the most of existing data on Al(III) solubility [6].

In laboratory experiments with TiO₂ it was observed that it adsorbs Al(III) on its surface very effectively. The removal reaches up to 78% (Fig. 2). The concentration of Al(III) decreases in 3 to 5 times within initial 7.5 min of experiments where TiO₂ loading ≥ 1.0 g/L. The saturation of TiO₂ with Al(III) ions after 23 min changes insignificantly.

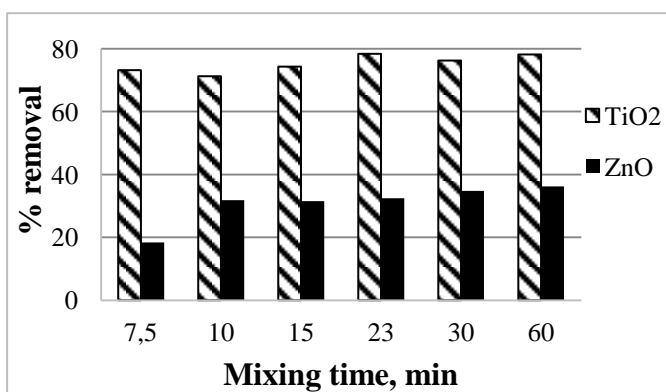


Figure 3. TiO₂ and ZnO adsorption capacities (experimental conditions: pH 9.0, adsorbents loading 2.0 g/L)

This can be explained by nonporous TiO₂ particles where only intermolecular diffusion adsorption processes occur. It makes conditions which require less time to reach equilibrium [2]. Adsorption experiments conducted at pH 3.0÷4.0 showed a lower Al(III) removal. This result deals with the reduction of TiO₂ surface tension under repulsion forces [7]. For example, at pH 4.0 with 1.0 g/L of TiO₂ loading the removal reached 29 %.

ZnO nanopowder (30 nm particle size) has been chosen as an alternative adsorbent in our experiments. The procedure was identical to the experiments with TiO₂. The amount of 2.0 g/L of ZnO and TiO₂ removed approximately 32% and 78% of Al(III) respectively within 23 min of mixing (Fig. 3).

Mathematical description of adsorption equilibrium data has been performed based on Langmuir and Freundlich theories. The Langmuir isotherm equation has been used to analyze the Al(III) data:

$$C_e/q_e = 1/QK_L + C_e/Q \quad (1)$$

where q_e – an amount of solute adsorbed at equilibrium (mg/g), C_e – an equilibrium concentration of solute (mg/L), Q – an adsorption capacity (mg/g), K_L – a Langmuir constant (L/mg). It was calculated by using the results of laboratory experiments that $Q = 28.90$ mg/g and $K_L = 0.08$ L/mg for TiO₂. For the Langmuir plot $R^2 = 0.71$ (Fig. 4). The Freundlich isotherm has been expressed as following:

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (2)$$

where K_F – a relative indicator of adsorption capacity, $1/n$ – a reaction intensity. For the Freundlich isotherm $K_F = 2.35$; $1/n = 0.73$ and $R^2 = 0.94$ (Fig. 5).

4. Conclusions and Future Works

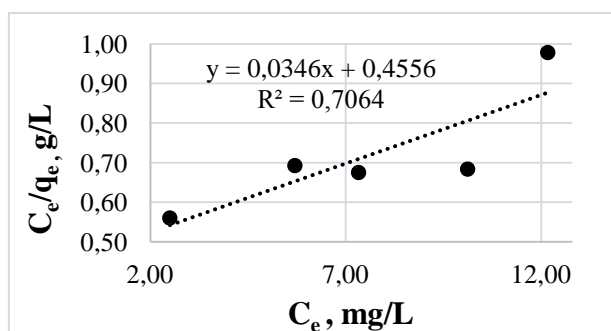


Figure 4. Langmuir isotherm (experimental conditions: pH 9.0, reaction time 23 min)

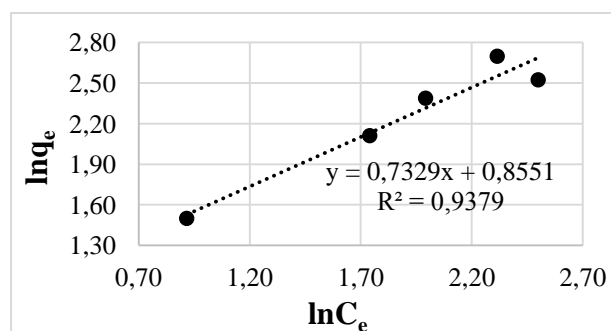


Figure 5. Freundlich isotherm (experimental conditions: pH 9.0, reaction time 23 min)

Adsorption performances of TiO₂ and ZnO nanopowders towards removing Al(III) ions showed favorable results under ambient temperature and pH 9.0. The effectiveness of adsorption on TiO₂ reached up to 78% removal. The study of isotherms showed that the adsorption of Al(III) on TiO₂ follows Freundlich isotherm with R² = 0.94, indicating heterogeneous nature of Al(III) adsorption process onto adsorbent surface.

Because both TiO₂ and ZnO can act as adsorbents as well as catalysts [1, 2] the main direction of future works is to study a photocatalytic reduction of Al(III) onto selected catalysts. It can be a considerable improvement of TiO₂ and ZnO adsorption capacities towards removing Al(III). Mathematical modelling together with laboratory experiments will be applied to design the effective adsorption process decreasing Al(III) in water for water reuse.

References

1. Athapaththu, S. (2013). A comprehensive study of Cd (II) removal from aqueous solution via adsorption and photocatalysis. London: The Department of Chemical & Biochemical Engineering, The University of Western Ontario.
2. Dutta, P., Ray, A., Sharma, V., Millero, F. (2004). Adsorption of arsenate and arsenite on titanium dioxide suspensions. *Colloid and Interface science*, 278, 270-275.
3. Kumari, A., & Ravindhranath, K. (2012). Removal of Aluminum (III) from polluted waters using biosorbents derived from *Achiranthus Aspera* and *Cassia Occidentalis*. *Water Resources and Environmental Sciences*, 1(1), 08-19.
4. Kumordzi, G. (2015). Solar Photocatalytic Reduction of Zn²⁺ Using Graphene-Based TiO₂ Composite Catalyst for Application to CSO Treatment. London: The Department of Chemical & Biochemical Engineering, The University of Western Ontario.
5. Ministry of Justice. (2003). Guidelines for drinking and industrial water quality. The Russian Federation: Onishenko, G.
6. Sposito, G. (1996). *The environmental chemistry of aluminum*. Boca Raton: Lewis Publishers.
7. Worch, E. (2012). Adsorption Technology in Water Treatment. Germany: Hubert & Co.

VIRXHINIA DERVISH SELMANI
Polytechnic University of Tirana, Albania

GEO-ENVIRONMENTAL ECOSYSTEMS ASSESSMENT OF BAY OF DURRËS, ALBANIA

The Albanian coast is an integral part of the Eastern area of the Southern Adriatic and Northern Ionian. It has an overall stretch of about 450 km. The coastal zone represents the most important socio-economic and touristic space for the sustainable development of the Albanian economy. The Albanian coastal area along its entire extent represents two inherent features, clearly distinct from one another: 1) Abrasive Coastal Area (Mountaineous-Rocky marine), Ionian Riviera which is 203 km long, 2) Adriatic Cumulative Coastal Area which is 251 km long.

Our area of study, namely the Bay of Durrës is contoured by the marine space from Cape Pali until Cape Lagji, length about 30 km. In this area we have the presence of ecosystems: hilly, flat, littoral and marine. Coastal line of Durrës bay is partially sandy line and partially rocky line (Figure 1).



Figure 1. Constituent ecosystems of the coastal area of the Bay of Durrës

The study of the coastal areas constitutes one of the basic scientific problems in all countries that have a direct contact with it. The study requires their separation in unities, depending on the characteristics of the area. The coastal area is under constant pressure of the forces of nature, as well as human society. In geomorphologic aspect, coastal line is characterized by areas of abrasion and areas with accumulation. Generally, the Adriatic coastal area is an area with accumulation, but in its particular segments are identified major areas of activity of sea erosion, such as the area under study. This fact is very disturbing because the phenomenon of sea erosion in the bay of Durrës has caught up nowadays about 50% of the coastal area, being associated with erosion and disappearance of sandy beaches (Figure 2), as well as the increased intensity of geodynamic phenomenon of sliding rocky masses of hilly ecosystems, that build the region's coastal areas.



Figure 2. View from above of the coastal line

The phenomenon of sea erosion is conditioned both by natural effects, as well as the indiscriminate interventions of human activities in coastal areas, through the construction of dams with stone blocks or circumstantial objects, causing in most cases negative environmental effects. (Figure 2).

The chaotic, unstudied construction of groins perpendicularly interrupting the coast line has prevented sediment movement parallel to the coast line, causing sedimentation on one side, and erosion on the other. (Figure 3a,b). Moreover, numerous buildings have also reduced the green surface significantly, drastically reducing the ability of soil to resist erosion (Figure 2).



Figure 3. a) Groin which prevent the movement of sediment and on one side have sedimentation and on the other side have erosion, b) Sea erosion of the coastal line

Clearly, this chaotic urbanization has brought negative consequences to the environment, transforming it from an area much frequented by tourists in one of the most problematic of the Albanian coast.

G. SEMMLER, H. SCHAEBEN
TU Bergakademie Freiberg, Germany

DISTRIBUTED STORAGE OF BIG, DYNAMIC, REGULAR 3D GRID MODELS

Abstract

Historically there are two common representations of two-dimensional spatially referenced data: vector and pixel mode. Both representations can be generalized as vector and voxel mode in three dimensions. The decision for

one or the other mode depends on the problem to be solved. For example, the common approach to solve differential equations is to use the vector mode.

Current developments in geophysical and laboratory measurements and moreover geological classification of rock properties lead to an increasing spatial resolution of subsurface models. This enables statistical analysis and prediction on those models in voxel mode. Usually the actual modeling is done in vector mode, which demands a geometrical algorithm for the conversion into voxel mode (Wieczoreck et al. [2015]). To apply big data analysis to these models, like the prediction of mineral deposit locations, an efficient on-disk representation and organization of those grids is needed to handle the large amount of data.

With this contribution a database like system is introduced to store, manipulate and work with big regular three dimensional grids. The system was developed to be integrated in existing workflows and allows to interact with various software packages like gOcad, GST, or our tool to voxelize vector models.

References

1. B. Wieczoreck, G. Semmler, J. Gietzel, and H. Schaeben. Converting corrupted 3d geomodels into voxel mode. IAMG, 2015.

B. WIECZORECK, H. SCHAEBEN
TU Bergakademie Freiberg, Germany

CONVERTING CORRUPTED 3D GEOMODELS INTO VOXEL MODE

Voxels, solids partitioned in regular hexahedrons called voxels, have a wide range of applications in geosciences such as visualization, numerical process simulation or geostatistical analysis. They are usually generated from geological models consisting of triangulated surfaces (in this specific case “layercake models”) in an additional conversion process. While this process of “voxelization” is straight forward and well described for input models of high quality, today’s tools struggle to provide a desirable solution for the majority of explicitly constructed geological models - models that possess small errors and inaccuracies in form of gaps or holes in-between surfaces. To avoid fixing all of these small errors by hand to retrieve a result, this contribution presents a new algorithm that is able to convert corrupted 3d geomodels, always returns a result and supports the user to achieve the highest possible output quality.

Problems with current solutions – Why we need a new method

With today’s variety of geo-modeling software, there are plenty of tools to convert a constructed geomodel into voxel mode. Most programs come with an included workflow that handles the necessary conversions. In theory, there is no need for a new method, but in practice, current solutions lack a major feature - they are not robust and thus, they require geomodels to be perfect, which means they have to be “watertight” (no gaps, holes in faces/connections etc.). With a bit of skill and experience, smaller models can be constructed to match these preconditions. The larger the models grow, the harder it is to fulfill these strict requirements up to the point where it becomes simply impossible with the tools that we are provided with today. To make a reasonably big model match the prerequisites of currently existing workflows, a modeling geologist would have to invest a huge amount of time to go through the model and fix all problematic parts by hand, which can grow to be frustrating busywork. This problem only applies to the generation of explicitly modeled datasets. For example, Skua allows the user to use an implicit modeling approach to construct perfect models more easily. However, this does not cope with the amount of “corrupted models” that already have been and are going to be constructed at different consulting companies or state offices that do not adapt to newer versions of their modeling software. In order to unlock the potential of this idling data, we introduce a new method that is able to work with corrupted layercake models and returns more than just an error message while maintaining reasonable quality and informing the user about problematic parts of the model.

Explanation of the novel algorithm

Our input data is resembled by so called “layercake” models which consist of multiple triangulated faces representing surfaces, faults or discontinuities. These models provide us with a number of points that belong to a specific face, and how these points are connected to form triangles. We do not expect any additional information about the stratigraphic sequence of the represented horizons, but the points have to be indexed in a certain way to achieve consistent normal vectors for each triangle (this is usually taken care of by modern modelling software). The only information the user has to add, besides the desired number of voxels, concerns the type of the faces. Each face has to be categorized as either a top horizon border, a bottom horizon border or as a fault/discontinuity. Although faults and discontinuities differ greatly in their geological origin and meaning, they can be treated similarly as part of this algorithm.

With this data, we are now able to approach the conversion. Our goal is to assign every voxel to a horizon, which is usually representing a certain rock type. The whole process can be divided into four main parts: voxelization of the faces, column-wise filling of the model, resolving of ambiguities (“shadows”) and analyzing/fixing of occurring flawed sections.

Starting with the voxelization of the faces, we use an algorithm known as “Triangle-Cube Intersection” by Douglas Voorhies. This algorithm tests if a triangle intersects in any way with a unit cube located in the point of origin. It is greatly optimized and allows for a fast conversion of the input model faces. We use this algorithm in the way that we iterate through all the triangles of the model, determine which voxels might be relevant (located inside the bounding box of the triangle) and then proceed to test every voxel individually. Before this approach can be applied, we have to transform these voxels into a unit cube and move them into the point of origin. We then have to apply the same transformations to the triangle itself. After this step, we have an accurate voxelized representation of the input model. It is important to note that each voxel that has been set during this process obtained a normal value (range between -1 and 1, being calculated from the normal vector) that represents the orientation of the triangle, which will be used later on. Top and fault/discontinuity faces are associated with the positive normal value, bottom faces with the negative normal value.

Coming to the next step, we now have to fill the “hollow” horizons in-between the horizon borders. We do this column-wise by starting at the top of each column and traversing the model to the bottom, which resembles a 3d application of the scanline algorithm. Each time we encounter a previously set border voxel, we analyze the face this voxel is associated with as well as the normal value. This allows us to determine the space in-between horizon borders (encountering a top horizon border indicating granite, we expect the space beyond it to be made of granite too etc.). All voxels that can be determined during this phase are very likely to be correct or at least represent the state of the input model. But there is a number of voxels that can not be set directly during this step. We call these sections of uncertainty “shadows” and they appear beyond every fault/discontinuity and around overhanging structures such as salt domes. We are not able to determine them directly because it is unclear which type of horizon lies beyond these structures, which is also the main similarity that allows us to treat faults and discontinuities in the same way. These shadow areas are resolved in the next step.

While we have been traversing the model vertically in the previous step, we now have a look at horizontal voxel neighborhoods. In order to resolve the previously mentioned shadow areas, we first have to determine which voxels form such a shadow before we can proceed. To get connected voxels that form one shadow, a flood filling algorithm is applied that allows us to fill a volume of voxels that fit certain criteria. For example, a simple flood filling algorithm is used for the Microsoft Paint “Bucket” tool that allows to fill in a closed section with a color. The same principle is applied, only with multiple criteria and within three dimensions. After we know which voxels are connected, we are able to analyze them as one unit and determine one solution for the whole shadow. We loop over all voxels, take note of the different neighboring horizons that appear and assign the whole shadow to the horizon that appeared the most. Usually, there should only be one horizon that has a dominant appearance around the shadow. If there are a lot of equally distributed neighboring horizons, something has possibly gone wrong.

Until this point, we have not discussed the fact that we also work with corrupted input models. While a certain type of error might be vanishing due to the resolution of the output voxel (for example a gap is smaller than a voxel), others could persist and cause a number of voxels to be assigned erroneously. To quantify output model quality and inform the user about the state of the input model, we run multiple checks of intermediate models during this process to ensure model integrity. The criterion for these checks can be broken down into the following: each neighbor of a voxel should be part of the same horizon if it is not a border voxel. We can only switch between horizons if we pass a horizon border. If we encounter voxels that violate this criterion, we tag them as erroneous. The number of erroneous voxels does not indicate the absolute error of the model, but rather indicates the existence of flawed sections. The real number of erroneous voxels might be larger. It is important to inform the user about erroneous sections because this might influence a following analysis. If the user is interested in a completely different part of the model, it might be sufficient to work with the errors. If an interesting area is part of an erroneous section, either the algorithm is able to resolve it automatically or the user has to go back and fix the most severe problems of the input model, but not all the problems by any means. Although the project is to some extent a heavy work in progress, we are already able to automatically fix smaller gaps and holes in horizon surfaces as well as indicate for the user where these errors are coming from. This is very helpful for resolving small errors automatically and supporting the user in verifying the input model as well as achieving a higher output model quality. These erroneous sections are resolved similarly to shadow areas as previously discussed, but with differently applied criteria. This part of the algorithm still needs to be improved and tested in the future.

Conclusion

Today’s conversion tools and workflows to generate a voxel model from a geomodel do often not apply. They require perfect input models, which are hardly available if an explicit modeling approach was chosen. In the future, this might not be such a huge problem with the help of implicit modeling, but today, there is a large number of explicitly constructed models (layercake models) that either already exist, or are being constructed.

In order to analyze these models with e.g. numerical methods, a novel method seems largely desirable to efficiently convert geomodels into voxel mode. Our new approach tries to improve this process. The user should be able to generate a voxel model with as little additional effort as possible to define the controlling parameters, while the quality of the model should be transparently communicated.

This can be achieved by first ignoring problematic parts of the input model and working with the input data that we assume is correct. After the conversion of faults/discontinuities and horizon faces into voxel mode, the model gets filled column by column. Possibly occurring “shadows” are resolved by analyzing voxel neighborhoods. In

the end, the model is checked for discrepancies and erroneous parts are tagged (and resolved as much as possible). The user is then able to judge the quality of the result and decides to either use the voxel model or improve the worst parts of the initial model to accomplish sufficient model quality. Even though this algorithm tries its best to make the most out of the provided data the result may not be correct in some way if the quality of the initial model is too poor or if crucial objects are missing.

А.А. КРЫГИН, Н.Н. ГРИЩЕНКОВ

Донецкий национальный технический университет, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) уже достаточно длительное время являются неотъемлемой частью маркшейдерско-геодезических работ на поверхности. Задачи, решаемые таким способом, отличаются скоростью выполнения, меньшими трудозатратами относительно традиционных и тахеометрических съёмок, а также высокой точностью измерений.

Для создания высокоточных маркшейдерско-геодезических сетей точность измерений должна быть в пределах 3-5 мм. Однако стоимость приборов, обеспечивающих такую точность, является довольно высокой и неприемлемой для многих потребителей. Вместе с тем существует широкий класс приёмников ГНСС субсантиметровой точности, которые можно использовать для создания маркшейдерско-геодезических сетей при соблюдении ряда условий. Одним из главных условий является повышение точности определения координат пунктов за счёт уточнения атмосферных параметров, текущего местоположения используемых спутников, условий съёмки. Решение этой актуальной научно-технической задачи позволит сформировать более экономичный подход к работе с ГНСС и расширить сферу применения ГНСС в маркшейдерской практике.

При использовании спутниковой системы позиционирования весь процесс обработки результатов измерений разбивают на две основные части:

- предварительная стадия (производимая в приёмнике обработка);
- заключительная стадия («пост-обработка»), производимая в камеральных условиях (на базе полевой партии или в вычислительных центрах).

Рассмотрим схему обработки спутниковых данных на заключительной стадии, т. е. в процессе пост-обработки.

Следует заметить, что характерная для спутниковых измерений завершающая стадия обработки является многовариантной и зависит, прежде всего, от конечной цели поставленной задачи. В частности, на практике весьма часто используются следующие стратегии вычислительных процессов:

1. Определение отдельных базисных линий и последующее их объединение в сети.
2. Вычисление односеансных результатов, полученных одновременно для многих станций.
3. Совместная обработка данных, характерных для нескольких сеансов наблюдений.

При решении навигационной задачи исходными являются накопленные приёмником данные файлов в формате RINEX (независимый от приёмника формат обмена данными). Результаты измерений располагаются по эпохам. Каждой эпохе наблюдения соответствует особая структура. Два основных навигационных файла создаются в процессе каждого сеанса наблюдений на определяемых пунктах сети. В процессе пост-обработки определение координат определяемого пункта производится с использованием фирменного программного обеспечения с закрытым кодом, следовательно, внести изменения непосредственно в программу пост-обработки невозможно. Однако, если произвести расшифровку навигационных файлов в RINEX-формате и использовать содержащиеся в них данные, можно разработать собственную программу пост-обработки, в которую можно вносить собственные дополнительные функции уточнённой обработки атмосферных параметров, например, параметров ионосферной и тропосферной задержки прохождения сигнала.

Поэтому на первом этапе данной работы была произведена программная расшифровка навигационных файлов в RINEX-формате. Для этого были написаны программные модули в среде VBA для Excel, а сами файлы и результаты их расшифровки записывались в соответствующих рабочих книгах Excel.

Следующим этапом стала разработка программы пост-обработки по известным в открытой печати алгоритмам. При этом вычисления координат искусственных спутников Земли производятся при помощи эфемеридных данных, передаваемых с борта спутников [1]. Контролем правильности разработанной программы служили результаты сравнения координат определяемых пунктов, полученных в процессе пост-

обработки с помощью фирменного программного обеспечения и с помощью разработанной программы пост-обработки.

Основными источниками ошибок при прохождении сигнала через атмосферу Земли являются ионосферная и тропосферная задержки [2]. В данных слоях сигнал подвергается воздействию среды, что вызывает отклонение от первоначального направления. Чтобы компенсировать его в псевдодальности должна быть внесена поправка за каждую задержку. Для этого были разработаны модели учёта ионосферной и тропосферной задержек сигнала и программные модули для их реализации. Эти программные модули были встроены в разработанную программу пост-обработки сигнала по данным расшифровки навигационных файлов. Для вычисления координат определяемого пункта была применена пространственная линейная засечка и относительный метод определения координат [3].

В качестве практической части исследования был проведен эксперимент. Он состоял в проведении полевых измерений и тестировании созданной программы пост-обработки путём сравнения полученных результатов с результатами пост-обработки с помощью фирменного программного обеспечения, а также специализированного геодезического оборудования. Чтобы выявить влияние атмосферных параметров на результаты измерений ГНСС местоположение вычислялось без внесения поправок за ионосферную и тропосферную задержки, а также с их учетом.

Для проведения эксперимента было выбрано пересечение улиц Челюскинцев и Молодых шахтеров Киевского района города Донецка, где обеспечивалась хорошая видимость на достаточно большие расстояния. Была поставлена задача не только выявить влияние ионосферы и тропосферы, но и оценить его зависимость от расстояний между пунктами. В связи с этим были заложены три пункта. Первый пункт был узловым, а второй и третий закладывались относительно него на расстояния, отличающиеся по величине примерно втрое.

Предварительно все расстояния между наблюдаемыми пунктами были многократно измерены двумя высокоточными лазерными дальномерами. Затем были проведены сеансы определения координат пунктов двумя приёмниками ГНСС. Первый из них – TopconGB500, второй приёмник – TrimbleR3. Оба приёмника обеспечивали точность определения координат пунктов при выполнении съёмки в статическом и быстростатическом режимах $5\text{мм}+0,5\text{мм/км}$ в плане и $5\text{ мм}+1\text{мм/км}$ по высоте и в кинематическом режиме $10\text{мм}+1\text{мм/км}$ в плане и $20\text{мм}+1\text{мм/км}$ по высоте.

Высокоточные определения координат пунктов производились дифференциальным методом, в котором использовалось не менее двух приёмников. Один из приёмников (опорная станция) постоянно установлен в пункте с известным положением в общеземной системе координат WGS-84. Второй приёмник находился на определяемом пункте. Суть дифференциального метода сводится к тому, что приёмник опорной станции, используя точные координаты фазового центра своей антенны, определяет из наблюдений спутников поправки для координат или псевдодальностей (или для фаз), которыми приёмник мобильной станции исправляет свои соответствующие параметры и в результате получает точные координаты [4].

Анализ результатов проведённого эксперимента привёл к следующим заключениям. Во-первых, расшифровка навигационных сигналов в RINEX-формате позволила разработать собственную программу пост-обработки результатов ГНСС-съёмки. Это, в свою очередь, позволило создать новые функции учёта атмосферных параметров.

Во-вторых, разработанная программа пост-обработки с учётом влияния ионосферной и тропосферной задержек сигнала позволила повысить точность определения координат пунктов (примерно на 10-15%).

В-третьих, установлено, что с увеличением расстояния между пунктами увеличивается влияние ионосферы и тропосферы на определение псевдодальностей.

В-четвёртых, полученные результаты убедительно свидетельствуют в пользу применения относительно недорогих приёмников типа TrimbleR3 для создания маркшейдерско-геодезических сетей на поверхности.

Литература

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Картгеоцентр, 2004 г. – 354 с.
2. Антонович К.М., Использование СРНС в геодезии. Том 1 / Антонович К.М., – Москва: ФГУП Картгеоцентр, 2005 г. – 340 с.
3. Л.В. Огородова, П.А. Шилкин, Определение геодезических координат из пространственной линейной засечки: учебное пособие. 2-е изд. — М.: МИИГАиК, 2015 – 28 с.
- Антонович К.М., Использование СРНС в геодезии. Том 2 / Антонович К.М., – Москва: ФГУП Картгеоцентр, 2005 г. – 311 с.

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Актуальность работы. Сопоставление проектного плана развития горных работ и фактической работы шахты свидетельствует о том, что при составлении плана работы предприятия в долгосрочной перспективе (как правило, это на 10-15 лет и более) невозможно оценить и проанализировать изменяющиеся параметры. Так, для угольной шахты различные параметры имеют различный «срок годности» по тем или иным научно-технологическим, производственным и другим признакам. Поэтому, во время работы угольного предприятия возникают «узкие места», не позволяющие обеспечить рациональное использование всех ресурсов производственной системы.

Для исключения негативных последствий проявления «узких мест» в технологической схеме угольной шахты необходим гибкий пересмотр проектных и плановых решений. Это может достигаться:

- с помощью компьютерного моделирования угольной шахты, которое имеет под собой основу динамичного пересмотра проектных решений;

- обеспечением гибкости проектных решений на основе компьютерного моделирования угольных шахт.

Целью данной работы является анализ и обоснование возможных подходов к моделированию развития горных работ на угольной шахте.

Существует несколько подходов к моделированию угольных шахт. Выделяют визуальное (пространственное) моделирование и моделирование подсистем и звеньев угольной шахты с целью расчета показателей вариантов развития горных работ.

Принципиальные подходы к построению модели шахты как совокупности подсистем и звеньев представлены в работах А.С. Бурчакова, А.С. Малкина, М.И. Устинова, В.М. Еремеева, Е.Я. Диколенко, К.К. Кузнецова, А.Г. Саламатина, Л.А. Пучкова, Е.И. Рогова, В.П. Федорова, В.А. Харченко, Л.Д. Шевякова и др.

В настоящее время уделяется большое внимание совершенствованию проектирования угольных шахт на основе информационных технологий [1, 2].

Модель развития угольной шахты в общем случае представляется как совокупность изменяющихся во времени качественных и количественных параметров шахты в соответствии с изменяющейся пространственной конфигурацией сети горных выработок, отработанного пространства и оставшихся запасов полезного ископаемого.

При таком подходе сценарии развития горных работ на шахте формируются исходя из технически осуществимых технологических вариантов, моделируется их развитие в пространстве и времени и оцениваются требуемые ресурсы.

Для выбора наиболее подходящего варианта развития горных работ необходимо производить ситуационный анализ функционирования шахты. При анализе сложных систем обычно применяется метод декомпозиции системы на отдельные составные части. Данный метод предполагает разложение сложной системы на составные части до тех пор, пока это не приведет к простым компонентам.

Комплексный подход к моделированию развития горных работ предполагает моделирование, во-первых, изменения пространственной конфигурации сети горных выработок, во вторых – динамичный расчет параметров и показателей шахты.

Рассмотрим применение объектно-ориентированного подхода на примере декомпозиции схемы транспорта угольной шахты (рис. 1).



Рис. 1. Иерархическая структура схемы транспорта

В основе построения такой иерархической схемы лежит принцип наследования. Класс элементов «Средства транспортировки» является базовым типом для производных от него элементов «Конвейерный транспорт» и «Откаточный транспорт». В данном случае, базовый (родительский) класс определяет основу для представления об объектах системы транспортирования в технологической схеме шахты. В свою очередь, производные (унаследованные) 1-го уровня имеют свои дополнительные характеристики и черты поведения.

На следующем этапе, каждый из производных 1-го уровня может являться базовым (родительским) классом для 2-го уровня, задавая таким образом, общие черты и поведение производным (унаследованным) от него классам.

В качестве примера можно рассмотреть транспорт горной массы из добычного участка 3-й западной лавы пласта h61 «Смоляниновский» шахты «имени А.А. Скочинского».

Для наглядности будет использован элемент модели шахты, выполненной в программном комплексе «Шахта-3D» (рис.2).

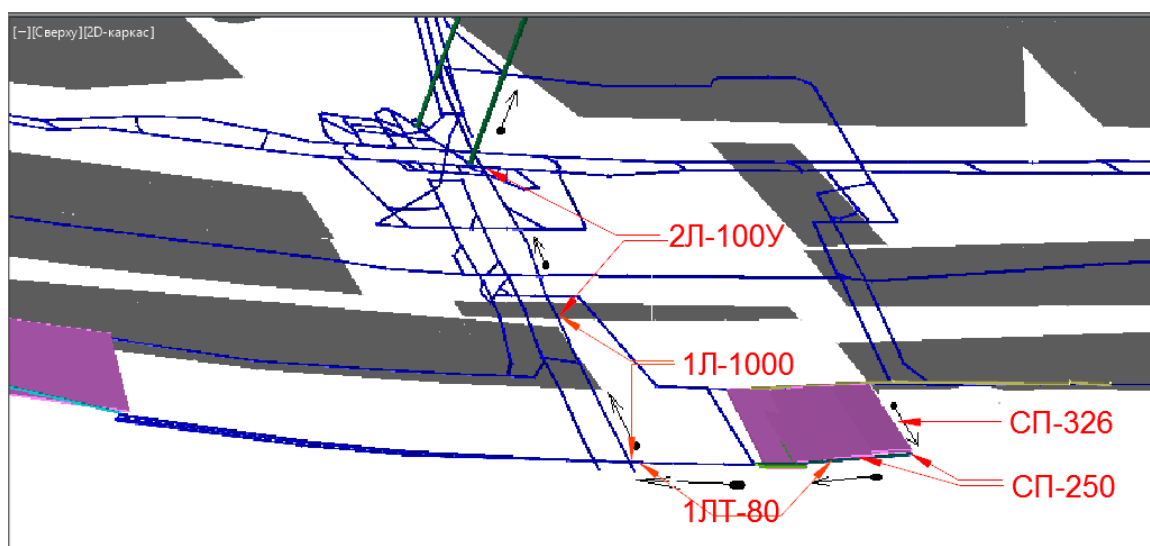


Рис. 2. Схема транспорта 3-й западной лавы УП ЦП «шахты им. А.А. Скочинского»

Из рис. 2 видно, что схема транспорта представляет собой сеть взаимосвязанных элементов – набором конвейеров различного типа. Декомпозиция элементов транспортной сети представлена в таблице 1.

Таблица 1

Иерархическая декомпозиция транспортной сети

I уровень	II уровень	III уровень
КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ	Скребоквые конвейера	СП-326
		СП-250
	Ленточные конвейера	1ЛТ-80
		1Л-1000
		2Л-100У

Аналогично представленной декомпозиции транспорта горной массы из добычного участка существует возможность провести декомпозицию всей технологической системы угольной шахты.

Таким образом, упорядоченные с использованием объектно-ориентированного подхода объекты шахты и пространственная модель составляют основу для комплексного моделирования развития горных работ. Такая модель позволит имитировать варианты развития, анализировать их технологическую приемлемость и выбрать наиболее эффективный.

Литература

1. Кузнецов Ю.Н., Стадник Д.А. Концепция проектирования и управления отработкой запасов выемочных участков на базе информационных технологий. – М.: Издво МГГУ, ГИАБ, №4, 2009. с. 279-285.

Капутин Ю.А. Опыт применения результатов компьютерного моделирования месторождений Горловского угольного бассейна для стратегического и оперативного планирования / Ю.Е.Капутин, С.Б.Никишичев, А.А.Твердов. // Уголь. — 2012. — №1. — С. 60–63.

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ- КОНКУРСА СТУДЕНТОВ ВЫПУСКНОГО КУРСА

Д.Р. ГАНИЕВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

РАЗВИТИЕ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Реализация программы импортозамещения позволяет предприятиям снизить себестоимость выпускаемой продукции, увеличить объем производства продукции (услуг) и прибыль.

На сегодняшний день, факторами, доказывающими необходимость развития стратегии импортозамещения являются: снижение цен на нефть, повышение курса доллара, обесценение рубля, а также снижение поступлений в бюджет от экспорта нефти. Импортозамещение выступает в качестве переходного этапа к экспортной ориентации экономики и целью его является – укрепление научно-технической базы отечественного нефтегазового комплекса.

Комплексный анализ финансовой деятельности предприятия показал, что за анализируемый период себестоимость оказываемых услуг увеличивается и оказывает негативное влияние на финансовые результаты предприятия. Восполнением потерь могло бы служить приобретение отечественных материалов вместо импортных.

В работе рассмотрено 2 мероприятия по импортозамещению:

- замена надувных элементов пакеров производства компании TAM International на отечественные аналоги;
- замена добавок к цементам производства компании Chevron Phillips на добавки отечественного производителя.

Источником экономической эффективности является снижение эксплуатационных и капитальных затрат. В заключении проведен анализ влияния мероприятий на показатели деятельности предприятия: происходит сокращение себестоимости капитального ремонта 1 скважины, увеличение прибыли и рентабельности предприятия. Следовательно, развитие стратегии импортозамещения материальных ресурсов позволит в дальнейшем снижать затраты предприятия на инновационное развитие за счет уменьшения доли оборудования и материалов зарубежных компаний.

Научный руководитель: к.э.н., доцент Ч.С. Закирова

Н.Р. КАШАФУТДИНОВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ АО «АЛЬМЕТЬЕВСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»)

В работе предлагается многофакторная модель оценки эффективности деятельности предприятия, использующая инструменты бережливого производства (рис.1), апробированная на примере АО «Альметьевский трубный завод» (АТЗ).

Модель создана на основе показателей, их диапазонов изменения, объединенных в четыре группы факторов: производственные, экономические, финансовые и организационно-управленческие, характеризующие степень освоения инструментов бережливого производства. Они позволяют провести объективный анализ эффективности деятельности компании, использующая ЛИН-технологии. Зона пересечения в центральном квадрате отражает результирующую оценку по трем состояниям: весьма благоприятное (ВБС), умеренное (УС) и неблагоприятное (ВНС).

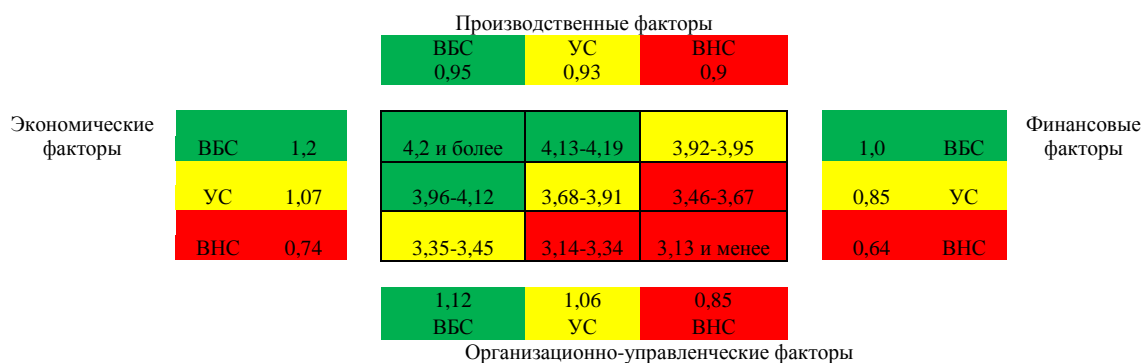


Рис.1. Многофакторная модель оценки эффективности деятельности компании, использующая инструменты бережливого производства

Диапазоны изменения по каждому показателю оценки разработаны с учетом специфики производства на основе экспертных оценок, что подтверждает подвижность модели, учитывая отраслевую специфику. Модель апробирована на примере АО «АТЗ». Интегральное значение уровня эффективности деятельности компании в 2013-2014 гг. составляет 3,67, что соответствует умеренному состоянию.

Научный руководитель: к.э.н., доцент О.В. Антипова

М.А. КУДЕРОВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СКВАЖИН СОБСТВЕННЫМИ СИЛАМИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Для восстановления нормальной работоспособности объектов основных фондов после длительного использования проводится капитальный ремонт скважин. Капитальный ремонт – это наиболее важный и трудоемкий вид ремонта.

Одной из важнейших задач ремонтной службы предприятия является обеспечение неуклонного снижения себестоимости капитального ремонта.

В данной работе представлен анализ проведения отдельной номенклатуры работ капитального ремонта скважин силами текущего или капитального ремонта НГДУ с целью уменьшения эксплуатационных затрат.

В настоящее время выполнение в НГДУ «Елховнефть» КРС и текущих ремонтов скважин с элементами КРС, производится силами бригад ООО «ТаграС-РемСервис», но до 2009 г. данные бригады ТРС входили в состав НГДУ и текущие ремонты выполнялись собственными силами бригад ПРС. Техническая оснащённость бригад ПРС и квалификация работников позволяет производить ремонты с несложными элементами КРС собственными силами.

Произвели сравнительный анализ стоимости выполнения ремонтов бригадами ООО «ТаграС-РемСервис» и бригадами ПРС НГДУ «Елховнефть»

На основании проведенного анализа проекта экономической целесообразности проведения того или иного ремонта силами текущего (ПРС) или капитального ремонта (КРС), можно сделать вывод что проведение ремонтов собственными силами НГДУ – КРС (легкие), согласно выделенных классификаторов, экономически выгодно.

Научный руководитель: к.т.н, доцент Е.А.Каптелина

А.Ш. ФАРХУТДИНОВА

Альметьевский государственный нефтяной институт

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАКАЧКЕ СТОЧНОЙ ВОДЫ(НА ПРИМЕРЕ НОВО-ЕЛХОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Проблема обводнения месторождений является одной из самых важных проблем в нефтяной отрасли. Так, в процессе разработки нефтяных месторождений увеличивается отношение объемов закачиваемой

воды к добываемой нефти, что и вызывает увеличение обводненности продукции скважин. В связи с этим возрастают объемы утилизируемых пластовых и сточных вод и соотношение объемов закачиваемых сточных вод и общего объема закачки.

Актуальной задачей в условиях роста обводненности скважин является сокращение объемов пресной воды для системы поддержания пластового давления, за счет использования сточной воды. Это позволит сократить затраты на покупку пресной воды, утилизировать избыток сточной воды, и, в целом, повысить эффективность разработки.

Применение описанной в научной статье технологии позволит более эффективно организовать систему поддержания пластового давления, что, в конечном счете, приведет к росту объемов добываемой продукции. Показателями, характеризующими эффективность мероприятия послужили такие значения, как экономия от отказа покупки пресной воды, сокращение потребления электроэнергии, ожидаемый прирост дебита нефти.

Целью анализа эффективности инвестиционного проекта является определение влияния рисков и неопределенности на технологию по техническому перевооружению групповой установки предварительного сброса пластовых вод, перевода кустовой насосной станции под закачку сточной воды. В научной статье проведена серьезная работа по исследованию эффективности внедрения данного мероприятия, а также представлены результаты научного анализа, сделан вывод об устойчивости мероприятия к возможным изменениям технико-экономических показателей.

Научный руководитель: к.э.н. Нурийахметова Светлана Мазгутовна

Л.Д. БАТЫРОВА

Башкирский государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ К СКВАЖИНЕ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ КОЛЛЕКТОРА

Карбонатные коллектора характеризуются сложным и изменчивым строением пустотного пространства. Ввиду большой распространенности карбонатных пластов и значительного содержания в них запасов нефти, исследование фильтрации в таких коллекторах является важной задачей. При фильтрации в трещиноватых пластах на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов может влиять поровое давление. В частности, при снижении порового давления может происходить смыкание сети трещин.

В данной работе моделируется приток жидкости к скважине с учётом зависимости фильтрационно-емкостных свойств коллектора от порового давления. Для описания процесса фильтрации упругой жидкости используется уравнение пьезопроводности для случая плоскорадиального потока. Система уравнений с краевыми условиями решалась конечно-разностным методом по итерационной схеме Ньютона. Вычисления проводились на неравномерной разностной сетке с распределенными узлами. При этом неравномерная сетка строилась со сгущениями около скважины и границы пласта.

В результате математического моделирования исследовано влияние коэффициента сжимаемости трещин на проницаемость. С помощью индикаторных диаграмм изучено влияние перепада давления между скважиной и пластом на величину дебита. Установлено, что с увеличением коэффициента сжимаемости трещин, проницаемость пласта уменьшается сильнее, что приводит к ухудшению фильтрации в околоскважинной области. С увеличением отбора жидкости усиливаются эффекты влияния порового давления на коэффициенты проницаемости и пористости. Построенные индикаторные диаграммы имеют нелинейный вид, свидетельствуя о том, что в процессе фильтрации пустотное пространство коллектора деформируется.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент А. Я. Давлетбаев

С.В. БУХМАСТОВА

Башкирский государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РЕЗЕРВУАРЫ С НЕФТЯНЫМ ШЛАМОМ

Нефтяные шламы образуются как побочный продукт в различных технологических процессах при добыче, транспортировке и переработке нефти. Нефтяной шлам необходимо перерабатывать и утилизировать, однако зачастую он просто сливается рядом с месторождением нефти и попадает в почву и воду, негативно влияя на окружающую среду. Основная проблема при транспортировке нефтяного шлама к местам утилизации – это его высокая вязкость. Существуют различные методы для снижения вязкости шлама: применение растворителей, обработка нагретым теплоносителем, индукционный нагрев и т.п. Одним из пер-

спективных и экономически выгодным методом по уменьшению вязкости нефтяного шлама является электромагнитный нагрев. В данной работе с помощью численной модели рассматривается тепловое воздействие высокочастотного электромагнитного поля на резервуары с нефтяным шламом.

Физическая модель представляет собой металлическую цилиндрическую емкость, в центре которой располагается металлический стержень – излучатель электромагнитной энергии. Боковая поверхность и торцы емкости теплоизолированы. Математическая модель состоит из уравнения теплопроводности, записанного в цилиндрической системе координат. Воздействие электромагнитного излучения учитывается введением источников члена, описывающего плотность распределенных источников тепла в нефтешламе. Влияние конвективного переноса тепла учитывается путем введения в математическую модель эффективно-го коэффициента теплопроводности. Задача решается численно методом контрольного объема по неявной схеме. Тестирование программного кода показало хорошее совпадение численных результатов с известными аналитическими решениями.

В результате численного моделирования построены зависимости пространственного распределения температуры в различные моменты времени и получено хорошее совпадение с экспериментальными данными.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент А.А. Мусин

А.М. ВАЛИУЛЛИНА

Башкирский государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ ТЕСТОВ ПЕРЕД ГИДРОРАЗРЫВОМ ПЛАСТА

В настоящее время существует проблема выбора недорогого и достоверного способа получения информации о пластовом давлении в зонах бурения новых скважин при разработке низкопроницаемых коллекторов. Определение пластового давления в зонах бурения новых скважин возможно с помощью гидродинамического каротажа, а также по интерпретации данных давления/расхода жидкости при нагнетательных тестах перед проведением гидроразрыва пласта. Однако первый метод имеет высокую стоимость и имеет ограничение по применимости в сверхнизкопроницаемых коллекторах. Более эффективным представляется метод интерпретации нагнетательных тестов по данным глубинного или устьевого манометра перед гидроразрывом пласта.

В рамках данной работы выполнены интерпретации и сравнения пластовых давлений во вновь пробуренных скважинах по гидродинамическому каротажу и по интерпретации данных с глубинного и устьевого манометров при нагнетательных тестах перед проведением ГРП. Показана возможность корректного определения пластового давления по устьевым данным при нагнетательных тестах, а также ограничения, достоинства и недостатки рассмотренных методов.

Научные руководители: к.ф.-м.н., доцент А.Я. Давлетбаев, ведущий инженер Н.А. Махота

В.Ю. МИРОШНИЧЕНКО

Башкирский государственный университет

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТРУБОПРОВОДЕ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ НАГРЕВАТЕЛЕМ

Трубопроводный транспорт является одним из основных способов транспортировки углеводородного сырья. По сравнению с железнодорожным или морским способами транспортировки, перекачка углеводородов по трубопроводу оказывается на порядок дешевле. Тем не менее существует ряд проблем, связанных с режимами перекачки углеводородного сырья. Для перекачки высоковязкой нефти, необходимо создавать большой перепад давления в трубопроводе, что сопровождается повышенным износом насосного оборудования. Для снижения вязкости перекачиваемого сырья, используются разные термические методы обработки нефти, которые делятся на попутный подогрев, электронагрев и нагрев с использованием специальных станций. Также распространение получили электромагнитные методы подогрева. В данной работе приведены результаты численного моделирования воздействия электромагнитного поля на углеводородную жидкость в трубопроводе.

Рассматривается ламинарное течение высоковязкой углеводородной жидкости на участке трубопровода. Для обеспечения оптимального температурного режима работы нефтепровода, на некотором расстоянии от начала участка установлен электромагнитный нагреватель. За основу математической модели взята система уравнений Навье-Стокса, а также уравнение конвективной теплопроводности. Влияние электромагнитного поля учитывается введением источников члена, описывающего плотность мощности объемного

тепловыделения. На внешних стенках трубы задается условие теплообмена с окружающей средой. Задача решалась численно, методом контрольного объема с использованием алгоритма SIMPLE.

В результате численного моделирования получено распределение температуры нефти в трубопроводе в различные моменты времени. Исследована эффективность электромагнитного нагрева в зависимости от интенсивности теплообмена с окружающей средой и мощности источника.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент А.А. Мусин

Е.В. СЕЛЬТИКОВА

Башкирский государственный университет

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭФФЕКТОВ В НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ И ДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНАХ

Одним из методов контроля за разработкой нефтяных месторождений является гидродинамическое исследование скважин, однако оно не дает полной информации о состоянии призабойной зоны пласта. Учет динамики температуры в действующей или остановленной скважине поможет расширить число определяемых параметров. В связи с этим трехмерное численное моделирование термодинамических процессов, проявляющихся в скважине и пласте, является актуальной задачей.

В данной работе проведено численное исследование температурных эффектов в нагнетательных и добывающих скважинах. Рассматривается трехмерная математическая модель, описывающая процессы изменения давления и температуры в скважине и в пласте с учетом конвективного, кондуктивного теплопереноса, а также адиабатического эффекта и эффекта Джоуля - Томсона.

На основе численного моделирования проведен сравнительный анализ распределения температуры и давления в пласте и скважине при наличии и отсутствии трещины гидроразрыва. Эффекты, оказывающие влияние на температуру в нагнетательной скважине, существенно отличаются от температурных эффектов, проявляющихся в добывающих скважинах. В добывающих скважинах наблюдается дроссельный разогрев жидкости на границах скважина-пласт и трещина-пласт. В нагнетательных скважинах при холодной закачке происходит быстрое охлаждение продуктивного пласта за счет конвективной теплопроводности и постепенное охлаждение окружающих пород за счет кондуктивной теплопроводности. Показано, что динамика температуры в скважине и в призабойной зоне пласта существенно отличается.

Результаты численного моделирования полезны при планировании геолого-технических мероприятий, а также при внедрении новых технологий, например, оптоволоконных систем.

Научные руководители: к.ф.-м.н. Ю.А. Питюк, к.ф.-м.н., доцент А.А. Мусин

А.А. ХИСАМОВ

Башкирский государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВОКРУГ СКВАЖИНЫ С ТРЕЩИНОЙ ГИДРОРАЗРЫВА ПРИ ЗАКАЧКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В настоящее время из-за истощения месторождений с «легкими» запасами нефтей все большее внимание уделяется разработке трудноизвлекаемых нефтей. Наиболее перспективной технологией разработки данных видов нефтей являются термические методы добычи нефти. При закачке теплоносителя в нефтяной пласт происходит заметное увеличение температуры пласта и насыщающего флюида, что приводит к снижению вязкости нефти и увеличению ее подвижности. Интенсивность теплового воздействия на пласт зависит от удельного расхода жидкости, разности температур теплоносителя и пласта, продолжительности закачки, пористости пласта и теплообмена пласта с горными породами.

Целью данной работы является моделирование распределения температуры в пласте в процессе закачки теплоносителя через трещину гидроразрыва, пронизывающую скважину.

Рассматривается пласт, насыщенный высоковязкой неподвижной нефтью, в подошвенной части которого создается горизонтальная трещина гидроразрыва, связанная со скважиной. Через эту трещину производится закачка теплоносителя в течение промежутка времени, достаточного для создания в пласте прогретой зоны определенной ширины. Математическая постановка задачи включает в себя одномерное (по радиальной координате r) уравнение теплопроводности в трещине и двумерное (по координатам r и z) в пласте с соответствующими краевыми условиями. Решение задачи построено методом преобразований Лапласа.

Полученное решение позволяет оценивать распределение температуры в трещине и в пласте, в период закачки теплоносителя и время закачки теплоносителя, необходимого для создания в пласте прогретой зоны заданной мощности. После создания в пласте прогретой зоны и приобретения подвижности нефти в этой зоне, вытеснение нефти осуществляется закачкой воды в прогретую часть пласта.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор И.Л. Хабибуллин

И.И. ШРУБКОВСКИЙ

Башкирский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОДУКЦИЮ НЕФТЕПРОВОДОВ

При эксплуатации нефтепроводов одной из проблем является кристаллизация парафина из-за снижения температуры. Парафин откладывается на стенках нефтепровода тем самым со временем уменьшает его эффективный радиус до полной закупорки. Для решения данной проблемы применяют разные способы, механические скребки, растворители, также применяют индукционный нагрев или прогонку горячей нефти, пара. Эти методы либо недостаточно эффективны, либо требуют больших затрат энергии. Альтернативой решения данной проблемы является применения энергии высокочастотного электромагнитного поля.

В настоящей работе описывается проведение исследований воздействия электромагнитного поля высокой частоты на модель нефтяного трубопровода.

Экспериментальная установка состоит из высокочастотного генератора с частотой излучения 13,56 МГц который коаксиальным кабелем подключается к модели нефтяного трубопровода длиной 1 м. Данная модель с точки зрения электродинамики является цилиндрическим конденсатором которая состоит из самой трубы и изолированной антенны внутри нее. Высоковязкая нефть в модель нефтепровода подается с помощью электрического насоса. Расход жидкости регулируется через ЛАТР и замеряется счетчиком. Высокочастотным генератор по коаксиальной линии подается напряжение на трубу и антенну, низкочастотный и высокопотенциальный электрод соответственно. Высоковязкая нефть, которая находится между электродами, подвергается высокочастотному электромагнитному излучению в следствии чего она поляризуется и нагревается.

В эксперименте исследовалась динамика температуры жидкости как в статическом, так и в динамическом режимах. Исследуемую жидкость удалось нагреть до 90°C, что говорит о перспективности данного нетрадиционного метода.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Р. Зиннатуллин

А.А. ЕРМИЛОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В работе анализируются варианты модернизации методики проведения государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения.

Актуальность данной темы связана с несовершенством методических подходов по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения.

Цель работы состоит в исследовании и совершенствовании комплекса методологических основ кадастровой оценки сельскохозяйственных земель.

Согласно порядку, установленному Методическими указаниями по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения, утвержденных приказом Минэкономразвития России от 30 сентября 2010 года №445, при определении итоговой кадастровой стоимости объекта следует учитывать нормативную (потенциальную) урожайность сельскохозяйственных культур. Данный показатель в ходе земельно-оценочных работ рассчитывается с учетом поправочных коэффициентов, в том числе коэффициента пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания, равного 1,4. При этом указанные поправочные коэффициенты (на содержание гумуса в пахотном слое, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины в пахотном слое и негативные свойства почв), как правило в общей формуле расчета нормативной урожайности фактически имеют понижающее значение, т.к. являются общими для всех регионов, что не позволяет объективно оценить земельный участок с учетом его географического расположения, уровня плодородия почв и агроклиматического потенциала.

Материалами для исследования являлись отчеты о государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения Белгородской области, картографические и теоретические сведения по анализируемому району Белгородской области.

Научный руководитель: к.б.н., доцент Н.С. Кухарук

А.А.ПРОТОПОПОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЙОНАХ С ДЕГРАДАЦИЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА В РЕГИОНЕ КМА

Особое значение организация сельскохозяйственных земель приобретает для территорий, относящихся к горнодобывающим районам. Таким является Белгородский район, расположенный в зоне КМА.

В работе предлагается рассмотрение применения концепции экологического каркаса в организации территории с целью дальнейшего составления проекта экологически сбалансированного землеустройства.

Актуальность вопроса оптимизации землепользования на основе концепции экологического каркаса заключается в сохранении особо ценных земель, расширении их функциональности, а также в ведении экологического землепользования в направлении снижения деградации земель.

Целью работы является создание проекта экологически сбалансированного землеустройства в районах с деградацией сельскохозяйственных земель.

Материалами для исследования являются данные полевых и дистанционных работ, а также картографические и теоретические материалы по изучаемым районам. Экологическая оптимизация деградированных сельскохозяйственных земель обеспечивает устойчивое развитие региона, а также позволяет задействовать земли, выбывшие из оборота, с учетом их количественных и качественных характеристик.

Научный руководитель: д.г.н., доцент П.В. Голусов

С.П. СВИРИДОВ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАПАДНОГО БОРТА МИХАЙЛОВСКОГО КАРЬЕРА КМА

В настоящее время железорудный карьер Михайловского ГОКа обрабатывается до глубины 335 м. Ранее проведенные изыскания ограничивались изучением осадочных песчано-глинистых рудосодержащих пород в зоне карьера. Проектными решениями планируется расширение контура карьера в западном и северном направлениях. Западный борт карьера частично формируется в сланцевом горизонте (стойленская свита), физико-механические свойства которого необходимы для обоснования параметров уступов и элементов борта. Недостаточно изучены также свойства пород девонских отложений. Данные породы относятся к полускальным породам средней крепости. Требуется уточнение структурных особенностей залегания пород в пределах прибортового массива западного борта карьера. Участок карьера, в пределах которого выполняются инженерно-геологические изыскания, составляет по простиранию западного борта 4,5 км, вкрест – 500 м. Учитывая сложные геолого-структурные условия формирования западного борта карьера на предельном контуре, изыскания выполняются по 7 профилям.

При изысканиях выделены следующие основные инженерно-геологические элементы в пределах рыхлой толщи: песок-батский и глина-батская. В рудно-кристаллической толще железистых кварцитов 4 элемента: руда гематит-мартитовая, кварцит окисленный, кварцит полуокисленный, кварцит неокисленный.

Нормативные показатели физико-механических свойств пород по каждому элементу будут использованы для разработки и построения инженерно-геологической и геолого-структурной модели по участку западного борта карьера.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.В. Сергеев

Е.В. МИХАЙЛОВА

Всероссийский государственный научно-исследовательский институт им. А. П. Карпинского

Первые предпосылки возникновения геоинформационных систем возникли еще в начале 1940-х – середине 1960-х гг. XX в. С момента появления, они нашли широкое применение в практике геологических

исследований на различных стадиях геологических исследований. В данный момент данная тема становится все более актуальной в связи с глобальным распространением геоинформационных технологий.

Геоинформационными называется разновидность информационных систем, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, доступ, визуализацию и распространение пространственно привязанной информации. Геоинформационные системы работают с различными видами данных: пространственными, атрибутивными и библиотеками условных знаков.

В данном докладе я расскажу о краткой истории возникновения геоинформационных технологий, а далее, расскажу о применении программного обеспечения ArcGIS на примере работы Всероссийского геологического института по созданию Базы Данных Государственных геологических карт территории Российской Федерации и её континентального шельфа.

- краткая история развития геологической картографии в России;
- общая информация создание государственных геологических карт России;
- этапы развития базы данных геолкарт;
- осуществление доступа к данным.

М.А. ДЕРИГЛАЗОВА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОТРАЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ РОССИИ

Современные российские города характеризуются высоким уровнем развития промышленности. В таких крупных производственных агломерациях располагаются крупнейшие центры черной и цветной металлургии, металлообработки, энергетики, машиностроения, а также добычи и переработки полезных ископаемых. К сожалению, такая широкая специализация промышленности ведет к значительному загрязнению окружающей среды различными специфическими компонентами. Общеизвестно, что высокий уровень загрязнения окружающей среды ведет к повышению заболеваемости населения болезнями органов дыхания, кровообращения, желудочно-кишечного тракта и т.д. Однако, на данный момент степень воздействия промышленности на население города и организм человека, в частности, определяется такими статистическими показателями как количество выбросов на душу населения, индекс загрязнения атмосферного воздуха и т.д. К сожалению, для комплексной оценки воздействия промышленности на организм человека таких показателей недостаточно. Именно поэтому, одной из целей работы было определение степени воздействия промышленных комплексов города на минеральный и элементный состав организма человека.

Для выполнения поставленных задач нами был использован такой уникальный материал как зольный остаток организма человека – крематорный материал, оставшийся после сжигания тела человека. В качестве основных методов анализа были выбраны инструментальный нейтронно-активационный анализ, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, электронная микроскопия, а также рентгеновская дифрактометрия. В процессе исследования были изучены 125 проб зольного остатка организма человека из 6 городов России: Новосибирск, Новокузнецк, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Санкт-Петербург, Норильск.

Длительные исследования в данной сфере позволили сделать главный вывод: организм человека является чувствительным индикатором, который в некоторой степени отражает специфику промышленности исследуемых городов.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Л. П. Рихванов

ДОНГ ВАН ХОАНГ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

АДАПТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ПОТОКОВ В ПРОЦЕССЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

В работе рассматривается задача оперативной диагностики потоков в процессе интерпретации нестационарных гидродинамических исследований горизонтальных скважин оснащенных стационарными измерительными системами и приведен метод ее решения основанной на технологии адаптивной интерпретации. Приводятся результаты апробации метода диагностики при интерпретации гидродинамических исследований горизонтальных скважин по кривой восстановления давления.

Отметим, что наиболее информативным источником исходной информации для мониторинга разработки месторождений, определения фильтрационно - емкостных свойств и энергетического состояния нефтяных пластов являются нестационарные гидродинамические исследования скважин (ГДИС) по кривой восстановления давления. В общем, процесс интерпретации результатов ГДИ горизонтальных скважин состоит в решении задачи диагностики выделения потоков и решении обратной задачи идентификации по определению фильтрационных параметров пласта и скважины с использованием соответствующей выделенному потоку модели пластовой системы. Наиболее распространенным способом выделения потоков, реализованным в ряде отечественных и зарубежных программ интерпретации ГДИС, является графо – аналитический метод анализа производной от забойного давления.

В последние годы в связи с внедрением телеметрических систем, позволяющих осуществлять мониторинг гидродинамических параметров и управлять работой скважин в режиме реального времени, требуются соответствующие методы оперативной диагностики потоков в процессе проведения ГДИС. В данных условиях использование традиционного графо – аналитического метода диагностики потоков основанного на анализе производной забойного давления вызывает значительные трудности, особенно при исследовании горизонтальных скважин. В данной работе рассмотрен метод оперативной диагностики потоков в процессе интерпретации результатов ГДИ горизонтальных скважин основанный на технологии адаптивной интерпретации.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Л. Сергеев

А.Н. КАРЯКИНА

Томский политехнический университет

МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

В работе предлагаются современные модели оптимизации структуры капитала организаций: путем расчета минимальной средневзвешенной стоимости капитала, путем определения максимума рентабельности собственных средств, а также путем оптимизации капитала по критерию максимизации стоимости предприятия на основе метода САРМ или использования мультипликатора Р/Е.

Исследование проведено на примере деятельности ОАО «Сургутнефтегаз». Изучен опыт в данной области отечественных и зарубежных авторов таких как Злотникова Л.Г., Колядов Л.В., Тарасенко П.Ф., Шеремет А.Д., Зубарева В. Д., Рубинштейн Е.И.

Во-первых, в работе приведен расчет оптимальной структуры капитала ОАО «Сургутнефтегаз» согласно различным моделям. Произведен расчет по трем различным сценариям: базовому – в соответствии с текущими данными финансовой отчетности ОАО «Сургутнефтегаз» по состоянию на 30.09.2015г, оптимистичному – при котором достигается наибольшая стоимость данного предприятия, и пессимистичному сценарию.

Во-вторых, сделан сравнительный анализ моделей оптимизации капитала, выявлены преимущества и недостатки каждой из них.

В-третьих, по итогам представленных расчетов выбрана наиболее подходящая модель для конкретной компании, определена оптимальная структура капитала ОАО «Сургутнефтегаз», при которой достигается максимальная рыночная стоимость данной организации.

Научный руководитель: к.э.н., доцент В.Б. Романюк

С.В. КИСЕЛЁВА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

С каждым годом потребление бензина и дизельного топлива в мире увеличивается, вместе с тем возрастает добыча и переработка тяжелой нефти. Для наиболее эффективного и рационального использования нефтяного сырья необходимо вовлечение процессов глубокой переработки нефти. Каталитический крекинг позволяет производить компоненты высокооктанового бензина и дизельного топлива, жирный газ, легкий и тяжелый газойль. Данный процесс при переработке тяжелого нефтяного сырья позволяет получать дополнительно до 15-20 % в расчёте на нефть компонента высокооктанового бензина. Работы по повышению эффективности данного процесса направлены на увеличение выхода бензина крекинга и улучшения его качества.

В данном случае задача увеличения выхода бензиновой фракции в процессе каталитического крекинга решена с использованием разработанной прикладной математической модели процесса каталитиче-

ского крекинга, в основу которой заложена формализованная схема, кинетика и термодинамика превращений групп углеводородов тяжелых фракций нефти. Разработанная модель учитывает состав сырья каталитического крекинга и конструктивные особенности реактора.

Выполненные расчеты на модели позволили рекомендовать технологические режимы для увеличения выхода бензиновой фракции в зависимости от состава перерабатываемого сырья, определенного в лаборатории методами хроматографического разделения и хромато-масс спектрометрии. Для сырья, характеризующегося соотношением насыщенных углеводородов к ароматическим 2,4, увеличение выхода бензиновой фракции на 318,48 т/сут. достигается увеличением температуры процесса с 521,6 до 535,0 °С (за счет увеличения кратности циркуляции катализатора с 5,5 до 7,0 при температуре регенерированного катализатора 690 °С). Для сырья, характеризующегося соотношением насыщенных углеводородов к ароматическим 1,56, требуется увеличение температуры процесса с 521,6 до 537,2 °С. Это обеспечивает увеличение выхода бензиновой фракции на 380,4 т/сут. При этом октановое число бензина увеличится на 3 пункта по сравнению с работой не при оптимальном режиме.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

М. Майлин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПАУНДИРОВАНИЯ БЕНЗИНА НА ОМСКОМ НПЗ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

В данной работе исследуется гидродинамика смешения углеводородных потоков при производстве бензина марки АИ-95 на Омском НПЗ с использованием программно-вычислительного комплекса «FlowVision». Путем обработки данных хроматографического анализа получены покомпонентные составы каждого углеводородного потока. Для всех компонентов были рассчитаны следующие физико-химические характеристики: молекулярная масса, вязкость, плотность и удельная теплоемкость.

Был произведен расчет гидродинамики смешения потоков в финальном трубопроводе с графическим представлением распределения концентрации толуола (рис.1).

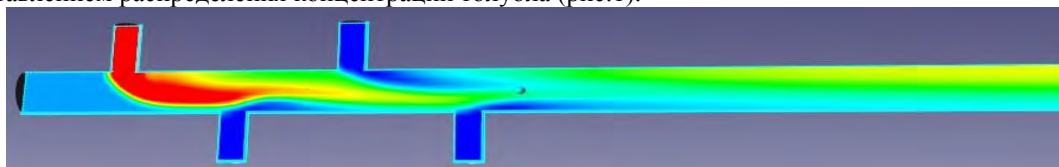


Рис. 1. Распределение концентрации толуола по сечению трубы

Из рис. 1 видно, что концентрация толуола распределена неравномерно, что подтверждает факт применения циркуляционных насосов в конечных резервуарах. Для равномерного распределения толуола в смеси нами были разработаны насадки двух типов с помощью программного комплекса трехмерного моделирования «Abaqus» (рис.2).

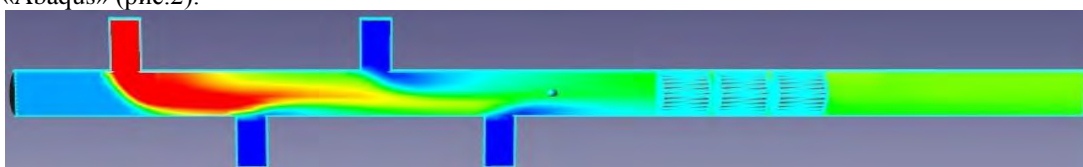


Рис. 2. Распределение концентрации толуола по сечению трубы с применение насадок

Как видно из рис.2, применение насадок полностью исключает применение циркуляционных насосов, что позволяет увеличить энергоэффективность производства.

Научный руководитель: ассистент, М.В. Киргина

М.С. МИКИТЕНКО

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОДОЗАБОРНОГО УЧАСТКА «ЮЖНО-САХАЛИНСКИЙ» И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРА С ЦЕЛЮ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Основной задачей данной работы является оценка влияния неопределенности строения гидрогеологического строения на результат подсчета запасов подземных вод.

Выполнено гидродинамическое моделирование водозабора линейного типа, состоящего из восьми скважин с равномерной нагрузкой на одну скважину в 2500 м³/сут (суммарная производительность водозабора составила 20 000 м³/сут).

Выявлено, что наличие линзы глин оказывает влияние на величину понижения, оно меньше допустимого, но больше, чем в первом случае при отсутствии линзы. При моделировании разреза с различными вариантами мощности линзы (больше и меньше исходной мощности), обнаруживаются изменения расчетного понижения.

Выводы:

1. При подсчете запасов подземных вод следует учитывать наличие всех граничных условий, которые оказывают влияние на работу водозабора.

2. Выявлено, что наличие линз, присутствующих в водоносном горизонте, оказывает существенное влияние на величину расчетного понижения, а также влияет на расчетный срок эксплуатации.

3. При изучении гидрогеологического разреза важную роль приобретают геофизические методы исследования.

4. Таким образом, при подсчете запасов подземных вод нужно учитывать сложное строение толщи, которое поддается наиболее полной схематизации при использовании численного моделирования гидрогеологических условий.

Также хотелось бы выразить благодарность Департаменту архитектуры, градостроительства и землепользования г. Южно-Сахалинска за предоставленную возможность использовать материалы для исследований.

Литература

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии М., Недра, 1980, 358 с.

Научный руководитель: к.г.-м.н, доцент К.И. Кузеванов

И.В. РЕВА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ИЗУЧЕНИЕ ГЛАУКОНИТА БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Бакчарское месторождение железа, расположенное в 200 км от г. Томска, согласно проведенным исследованиям является комплексным. В контур его возможной промышленной отработки, наряду с железными рудами, попадают глауконитовые толщи.

В настоящее время глауконит представляет интерес не только как минерал-индикатор условий осадкообразования, но и как нетрадиционный вид сырья разнопланового промышленного использования. Потенциальными промышленными потребителями глауконитового сырья в Томской области могут служить предприятия сельскохозяйственного, нефтеперерабатывающего и других секторов экономики.

В основу работы положено изучение качественных свойств нетрадиционного минерального сырья. Фактическим материалом послужили пробы слабо сцементированных гидрогетит-хлоритовых руд (более 20), отобранных с различных участков месторождения. Методом «мокрого» ситования выполнялось разделение проб на гранулометрические. При рассмотрении проб под бинокляром, наибольшим содержанием глауконита (20...60%) обладали фракции 0,5...0,2 мм и 0,2...0,1 мм, остальной состав проб составляли хлорит-гидрогетитовые оолиты, терригенные обломки и глинисто-глауконитовый цемент. С помощью магнитного сепаратора (ЭВС-10/5) из проб наиболее представительных гранулометрических классов, экспериментальным путем, была получена схема обогащения глауконита

В глауконитах по данным электронной микроскопии установлены микровкрапления сульфидных, оксидных и силикатных минералов, «нетипичных» для данных осадочных отложений. Разнообразный состав минеральных вкраплений позволяет судить о высокой сорбционной способности минерала.

В результате проведенных исследований была разработана «простейшая» схема получения глауконитовых концентратов (с содержанием глауконита 40...70 % и 20...56 %), пригодных (по содержанию полезного компонента) к использованию во многих отраслях промышленности (по А.С. Филько).

Научный руководитель: к.г.-м.н. М.А. Рудмин

А.В. РОСТОВЦЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАДКОАККОПЛЕНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЁМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖИ НЕФТИ ПЛАСТА Ю₁¹ ВЕРХ-ТАРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Изучение условий осадконакоплений с целью повышения КИН является актуальным для месторождений средних и мелких по запасам нефти, и находящихся на последних стадиях разработки.

Поэтому цель работы – проанализировать влияние условий осадконакопления на фильтрационно-емкостные свойства залежи нефти пласта Ю₁¹ Верх-Тарского нефтяного месторождения, обладающим сложным геологическим строением.

В работе изучены коллекторские свойства пласта Ю₁¹, построены карты пористости и проницаемости по данным гидродинамических исследований скважин за период с 1970 по 2010 гг.

Для выявления закономерностей изменения ФЕС определены условия осадконакопления, и сделан вывод, что большая часть отложений продуктивного интервала Ю₁¹⁺² имеет полифациальное строение – от шельфовых условий до приливно-отливных равнин – что отрицательно влияет на величину КИН.

Также стоит отметить, что в настоящее время данное месторождение практически обводнилось, так как изначально подобран неправильный режим разработки залежи – водонапорный.

Наличие тектонических нарушений, выклинивание, пространственная невыдержанность коллекторов, их полифациальное строение, низкие коллекторские свойства и значительная изменчивость толщин, как по площади, так и по разрезу, – все эти факторы затрудняют вовлечение в разработку остаточных запасов углеводородов, что не позволяет достичь величины проектного КИН (0,55).

Научные руководители: ассистент Л.К. Кудряшова, доцент Т.А. Гайдукова

И.Е. ЧАПЛИН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕКАЧКОЙ ТОВАРНОЙ НЕФТИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УЧАСТКУ «НПС-1 – НПС-3» МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

В процессе исследования проводился анализ современных проблем транспортировки товарной нефти по магистральным нефтепроводам. Был произведен сравнительный анализ всех возможных способов управления перекачкой нефти по магистральным нефтепроводам при изменении параметров нефтеперекачивающих станций и линейной части, была разработана классификация этих способов.

В работе представлен расчет режимов перекачки нефти и выбор оптимальных для конкретного эксплуатационного участка магистрального нефтепровода при «дискретном» регулировании, применяющемся в настоящее время, путем изменения числа и схемы соединения насосов и использования сменных рабочих колес насосов и «плавном» регулировании используя частотно-регулируемый привод. Был сделан вывод, что содержащиеся режимы перекачки в картах технологических режимов рассматриваемого магистрального нефтепровода можно реализовать с меньшими затратами электроэнергии путем внедрения на нефтеперекачивающие станции насосов с частотно-регулируемыми приводами.

На основании полученных результатов было выявлено, что применение регулирования перекачкой нефти, основанного на изменении частоты вращения ротора насоса имеет ряд преимуществ, одним из которых является сокращение расхода электроэнергии на перекачку. Используя частотно-регулируемый привод, количество возможных режимов перекачки нефти по магистральному нефтепроводу увеличивается в десятки раз. Кроме того, использование частотно-регулируемого привода позволит увеличить надежность и устойчивость работы нефтеперекачивающих станций и магистрального нефтепровода в целом (плавный пуск электродвигателя магистрального насосного агрегата, минимальный подпор перед нефтеперекачивающей станцией).

Научный руководитель: к.х.н., доцент Н.В. Чухарева

Д. Л. ЧУБАРОВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ТРИГГЕРНОГО ЭФФЕКТА ПРИЛИВНЫХ СИЛ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Большая часть твердых полезных ископаемых в мире (за исключением тех, что находятся на поверхности земли) добывается открытым и закрытым способом посредством штолен, шахт и других горных выработок. Немалая часть месторождений полезных ископаемых (в том числе и нефтяных) располагаются либо вблизи, либо непосредственно внутри зон повышенной сейсмологической активности (сюда можно отнести все месторождения Чили, Японии, Индонезии, некоторые месторождения США, России и других стран). Таким образом, если вблизи данных месторождений произойдет крупное землетрясение, то, вероятнее всего, это приведет, с одной стороны, к приостановке (или консервации) деятельности месторождения, с другой - к значительному числу жертв и экономическому ущербу. Чтобы избежать или хотя бы минимизи-

ровать данный ущерб, необходимо проводить полноценный сейсмологический мониторинг данных территорий, а также изучать все возможные причины возникновения землетрясений.

Так же, 18 марта 2015 года в г. Сендай (Япония) была принята Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 гг при поддержке Бюро по сокращению риска бедствий ООН и по поручению генеральной ассамблеи ООН. Данная работа направлена на изучение природы землетрясений, что несомненно укладывается в рамки вышеназванной программы и говорит об актуальности исследования.

Цель данного исследования: установить совместное триггерное воздействие гравитационных сил Луны и Солнца на сейсмологическую активность зон Земли. Методы исследования. В данной работе за основу взята известная физико-математическая модель (приливная модель Дж. Дарвина), а также принято во внимание изменение относительного положения Луны и Солнца. Результаты. При изучении триггерного воздействия приливных сил на сейсмологическую активность рассмотрены 6 наиболее крупных землетрясений, произошедших вблизи экваториальной широты за последние 15 лет.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Немирович-Данченко М. М.

А.О. ПЕРЕПЕЛКИНА

Иркутский национальный исследовательский технический университет

ИНТЕНСИВНОЕ ЦИАНИРОВАНИЕ ГРАВИОКОНЦЕНТРАТА

В данной работе представлены результаты проведения лабораторных и укрупненных испытаний по гидрометаллургической переработке гравииоконцентрата.

Первоначально проводились исследования в агитационном режиме по цианированию гравииоконцентрата крупностью минус 2 мм для определения оптимальных технологических показателей. Условия цианирования: Ж:Т = 5:1; концентрация NaCN и NaOH - 10 г/л, продолжительность - 24 ч. Для сравнения в процесс добавляли реагент-ускоритель растворения золота LeachWell из расчета его концентрации 1 г/л.

По полученным данным балансовое содержание золота в исходных навесках находилось на уровне 114 - 115 г/т. Установлено, что реагент-ускоритель не оказывает влияния на динамику растворения золота. Степень извлечения золота 86 – 88%.

Для более полного извлечения золота при интенсивном цианировании подвергали шаровому и сверхтонкому измельчению, а затем процианировали при следующих условиях: Ж:Т = 1,5:1, концентрация NaCN – 1,0 г/л, продолжительность цианирования – 24 ч, расход извести – 2 кг/т.

Показано, что доизмельчение хвостов интенсивного цианирования в шаровой мельнице до крупности 95 % класса минус 74 мкм позволяет дополнительно извлечь 12,4 % золота. После сверхтонкого измельчения кека до 95 % класса минус 20 мкм извлечение золота повышается до 83,6 % (от операции).

Укрупненные испытания проводились в перколяционном режиме на гравииоконцентрате исходной крупности. Режимные условия: загрузка твердого – 5 кг; объем раствора – 3,5 л; концентрация NaCN – 10 г/л, СаО – 5 кг/т; продолжительность выщелачивания – 10 ч.

Содержание золота в полученных хвостах - 20,8 г/т, что соответствует его извлечению на операции 81,2 %. Расход реагентов, кг/т концентрата: NaCN – 3,2; NaOH – 5,0. Полученные продуктивные растворы направляли на угольную сорбцию с последующей адсорбцией золота и его электролитическим осаждением из элюатов.

Научный руководитель: к.т.н, доцент Т.С. Минеева

Р.И. АБДУЛЛИН

Казанский национальный исследовательский технологический университет

УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ ГАЗОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Газовая хроматография — один из наиболее перспективных физико-химических методов исследования, бурно развивающийся в настоящее время. Создание и успешная разработка различных вариантов газовой хроматографии привели к перевороту в области аналитического контроля и автоматизации производственных процессов нефтяной, химической и других отраслей промышленности, а также в практике научной работы. Газовая хроматография позволяет исследователю быстро и эффективно решать такие задачи, которые ранее казались неразрешимыми или требовали огромных затрат труда и времени.

Большие аналитические возможности метода газовой хроматографии способствовали широкому его применению в химической, нефтехимической и газовой промышленности. В этих отраслях промышленности газовая хроматография находит наибольшее применение, в некоторых случаях до 80—100% всех анализов. По своим возможностям анализа многокомпонентных смесей газовая хроматография не имеет конкурентов, благодаря высокой разделительной способности, позволяющей разделить на отдельные компоненты и анализировать сложные смеси. Ни один другой метод не позволит в течение 1 ч проанализировать фракции нефти, состоящие из сотен компонентов. Благодаря современным достижениям в приготовлении эффективных и селективных хроматографических колонок удается разделять практически любые сложные смеси.

На обычных серийных газовых хроматографах можно определять примеси, содержащиеся в исследуемой смеси в десятых и даже сотых долях процента. Для определения примесей, содержание которых составляет тысячные доли процента необходима разработка специальных методик.

Углеводородное сырье для нефтехимических производств должно отвечать высоким требованиям, предопределяемым спецификой дальнейших химических превращений углеводородов. Одно из основных требований к углеводородному сырью - минимальное содержание или даже полное отсутствие веществ иной химической природы. Газы нефтеперерабатывающих процессов часто отличаются наличием непредельных соединений (олефиновых углеводородов), которые образуются в результате вторичных каталитических и термических процессах. Кроме газообразных n-алканов состава C_1-C_4 в углеводородных газах нефтепереработки имеют место изо-алканы состава (C_3-C_6), могут присутствовать в небольших количествах и жидкие углеводороды состава (C_4-C_6 и выше). Также возможно наличие кислых газов (CO_2 , H_2S) от десятых до нескольких процентов.

Даже ничтожные количества некоторых веществ, присутствующих в мономерах, в значительной степени нарушают режим полимеризации и других химических реакций, приводит к отравлению катализаторов, а также являются причиной коррозии оборудования.

Научный руководитель: к.х.н. Д.А. Ибрагимова, к.т.н. С.М. Петров

Д.Е. БАЙМАНОВ, М.Р. ВАЛЕЕВА

Казанский национальный исследовательский технологический университет

РЕОЛОГИЯ МЕЖФАЗНЫХ АДсорбЦИОННЫХ СЛОЕВ, ОБРАЗОВАННЫХ КАТИОННЫМИ ПАВ В ЭМУЛЬСИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Исследование реологических свойств межфазных адсорбционных пленок в коллоидных системах представляет существенный интерес, поскольку эти свойства в значительной степени предопределяют устойчивость эмульсий.

Настоящая работа предлагает новый подход к исследованию водонефтяных эмульсий. В работе изучены коллоидно-химические свойства адсорбционных слоев, образованных катионными ПАВ, на границах вода-углеводород с целью повышения устойчивости эмульсий, используемых в нефтедобыче. Изучены термодинамические и реологические свойства индивидуальных и смешанных адсорбционных слоев ПАВ в широком интервале массовых соотношений компонентов на жидких границах, а также исследовано влияние строения ПАВ на количественные значения механических характеристик адсорбционных слоев.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Д.А.Куряшов

Г.К.БИКМУХАМЕТОВА, Р.И.СИБГАТУЛЛИНА

Казанский национально-исследовательский технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОБИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Дорожная отрасль является достаточно энергозатратной, особенно при применении горячих технологий. Выходом в этом вопросе является использование водобитумных эмульсий. Составы водобитумных эмульсий на основе неионогенных ПАВ обладают повышенными адгезионными свойствами к минеральным материалам [1], поэтому исследования водобитумных эмульсий на основе данных эмульгаторов представляют интерес. Технология использования битумных эмульсий имеет ряд достоинств: не требует нагрева, что позволяет снизить расход энергоносителей до 40% по сравнению с традиционными «горячими» технологиями и снижаются выбросы в атмосферу, продуктов сгорания и паров растворителей. Битумных эмульсий могут использоваться с холодными и даже влажными минеральными материалами, что позволяет снизить зависимость производства работ от погодных условий, соответственно продлевается строительный сезон. Низкая вязкость битумных эмульсий позволяет более равномерно распределять вяжущее по всей поверхности минеральных материалов, что ведет к повышению точности дозирования и снижению его расхода. Относительно низкая вязкость прямых битумных эмульсий, обусловленная наличием водной среды (от 31 до 50%), обеспечивает хорошую способность обработки каменных материалов без их сушки и нагрева. Такие технологические свойства битумных эмульсий обуславливают благоприятное их применение в дорожном строительстве с позиций охраны труда дорожных рабочих и охраны окружающей среды. При хорошей скорости формирования слоя и возможности максимально механизировать многие процессы, водобитумные эмульсии являются наиболее технологичным видом органического вяжущего материала [1].

Литература

1. Идрисов М.Р. Диссер.: Медленнораспадающиеся водобитумные эмульсии, Казан. хим.-техн. университет, Казань, 2014.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.А.Емельянычева, к.т.н., доцент А.И.Абдуллин

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАВ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В процессе эксплуатации нефтяных скважин и при последующей подготовке нефти на нефтепромыслах применяют реагенты, позволяющие повысить качество добываемой нефти, улучшить некоторые ее характеристики и, соответственно, увеличить стоимость готового продукта. Как известно, многие скважины были открыты и освоены несколько десятков лет назад, и поэтому они уже находятся в завершающей стадии эксплуатации. В связи с этим, нефть, поступающая в систему трубопроводного транспорта и на установки подготовки, сильно обводнена, что приводит, во-первых, к коррозии оборудования, во-вторых, к образованию сложноразрушимой эмульсии, которая обладает повышенной вязкостью и со временем увеличивает свою устойчивость. Для обезвоживания нефти применяют реагенты-деэмульгаторы, роль которых заключается в быстром и полном отделении воды при различных температурах потока. Современные деэмульгаторы являются многокомпонентными, то есть состоят из активной основы (неионогенного ПАВ) и различных добавок, усиливающих ее действие.

В работе представлены результаты по разработке композиционного реагента-деэмульгатора на основе ПАВ различных классов - ионогенных и неионогенных. Изучено влияние анион- и катионактивных веществ на глубину и динамику обезвоживания водонефтяных эмульсий различных месторождений. Показано, что в двухкомпонентных реагентах гораздо чаще наблюдается явление синергизма, когда эффективность смеси превышает эффективность каждого из компонентов. А для трехкомпонентных реагентов наиболее характерно явление антагонизма, когда добавление третьего компонента ухудшает действие двух других.

Научный руководитель: доцент, Елпидинский А.А

А.А. ВЕРХОВЫХ*Казанский национальный исследовательский технологический университет*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДОНЕФТЯНЫЕ СИСТЕМЫ

В последние годы значительная часть добычи нефти обеспечивается включением в процесс разработки месторождений с тяжелыми и высоковязкими нефтями. Добыча, подготовка на промыслах, транспортировка и переработка такого углеводородного сырья затрудняются из-за высокой вязкости, плотности, температуры застывания и аномального реологического поведения. Известно, что нефти являются неньютоновскими жидкостями и их вязкость определяется коллоидно-химическим состоянием, характером межмолекулярных взаимодействий и структурообразованием. В частности, поведение водонефтяных систем при транспортировке осложняется: от специфического взаимодействия асфальто-смоло-парафиновых компонентов нефти; от количественного содержания воды в нефти и ее дисперсного состояния. Снижение промысловых энергозатрат возможно через понижение температуры застывания нефтяных систем, их вязкости и обводненности, а это, в свою очередь, может быть осуществлено как классическим подходом - дозировкой реагентов различного функционального действия, так и волновым: акустическим воздействием, микроволновым, роторно-пульсационным, электромагнитной обработкой.

Как показано нашими исследованиями, ультразвуковые колебания в отличие от прочих волновых методов обработки нефти имеют более широкий спектр применения - от маловязких до битуминозных нефтей, в котором возможно достичь глубоких изменений эксплуатационных свойств водонефтяных эмульсий, нефтей и нефтепродуктов.

В работе рассматривается влияние волнового излучения на реологические свойства нефтяных систем. За счет сильного диспергирования водной фазы и получения более гомогенизированной водонефтяной эмульсии достигнуто 4-кратное снижение вязкости, причем изменяется и сам характер зависимости вязкости от приложенного напряжения. Время восстановления вязкостных свойств составляет достаточно продолжительное время – около 5-7 дней. Также показано, что обработка ультразвуком оказывает положительное влияние на процесс обезвоживания нефтяных эмульсий и тяжелых нефтешламов, увеличивая полноту отделения воды. Для обработанных нефтей отмечено уменьшение выхода парафинистых отложений при понижении температуры потока.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.А. Елпидинский

ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ ДОБАВОК

Разведанные запасы высоковязких нефтей и природных битумов с каждым годом увеличиваются. Существующие на сегодняшний день технологии добычи и переработки не могут позволить рентабельное освоение этих ресурсов. И в развитие данных технологий кроется огромный потенциал всей мировой нефтяной отрасли.

В качестве объекта исследований служила нефть Ашальчинского месторождения, имеющая плотность 0,9715 г/см³, вязкость 2771 МПа при 20°С, с содержанием серы 3,9%. В нефти практически отсутствуют н-алканы, а выход легких углеводородов (топливных фракций нефти) составляет менее 20 %. Для каталитической конверсии смолисто-асфальтеновых компонентов нефти в легкие углеводороды были выбраны в качестве добавок следующие соединения металлов: Fe₂O₃, ZnO, NiCO₃, Al₂O₃. Магнетит Fe₂O₃ использовали в нано размерном состоянии до 25 нм. Преимуществом нано размерных частиц является их доступность для органических молекул нефтяного сырья практически любой формы и размеров, что особенно важно при переработке тяжёлых видов углеводородного сырья. Частицы оксидов алюминия, Al₂O₃ использовались в грубодисперсном состоянии до 25 мкм и в нано размерном состоянии 40 нм стабилизированные 4-метил-2-пентанолем. Роль оксида цинка в паровоздушной конверсии нефти отводится в дегидрировании промежуточных кислородсодержащих продуктов, его использовали в нано размерном состоянии до 40 нм. Соединения Ni способны проявлять гидрирующие и дегидрирующие функции.

В результате проведенных исследований установлено, что при паровой конверсии тяжелой нефти в присутствии наноразмерных частиц металлов, при температурах и давлениях до 380°С и 20 МПа, снижаются плотность, и вязкость полученных нефтей, растет содержание насыщенных углеводородов и выход светлых фракций. Перераспределение н-алканов меняется в направлении образования более низкомолекулярных гомологов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.М. Петров

З.Р. ЗАКИРОВА

Казанский национальный исследовательский технологический университет

ЦЕТАН-КОРРЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ АЛКИЛНИТРАТОВ И ПЕРОКСИДОВ

В последние десятилетия наблюдается тенденция постепенного возрастания спроса на дизельные топлива в связи с тем, что дизельные двигатели являются более экономичными, экологическими и довольно дешевыми по сравнению с двигателями с искровым зажиганием. В то же время с каждым годом мировые требования к качеству топлив, а в частности дизельных топлив, ужесточаются, производители совершенствуют технологии для выпуска более качественных экологических топлив. Для России на сегодняшний день важным вопросом является задача импортозамещения. Как известно, основной проблемой является то, что многие реагенты для дизельных топлив закупаются за рубежом. Поэтому очень важно разрабатывать свои собственные отечественные продукты и применять их на производствах. Цель данной работы - исследование цетаноповышающих присадок к дизельным топливам и подбор таких вариантов, которые будут способствовать увеличению цетанового числа до стандартов нормативных документов с меньшими экономическими затратами и с большим экологическим эффектом. Исследование проводилось путем подбора композиционных добавок с целью корректировки показателя «цетановое число» до требуемых параметров. В качестве цетанокорректоров были изучены два широко применяемых во всем мире класса соединений - это алкилнитраты и пероксиды. Объектом исследования выбрана фракция дизельного топлива, не удовлетворяющая требованиям ГОСТ Р 52368-2005 по показателю «цетановое число». В качестве цетаноповышающих присадок были изучены индивидуальные вещества (октил нитрат, 2-этилгексил нитрат, ди-кумилпероксид, ди-третбутилпероксид), также была выявлена эффективность их применения в различных концентрациях. В заключении работы было подобрано оптимальное количество присадки, при добавлении которого, цетановое число прямогонной дизельной фракции достигло требования ГОСТ Р 52368-2005 и изучено влияние разработанной присадки на изменение физико-химических и эксплуатационных свойств дизельного топлива.

Научный руководитель: к.х.н. Д.А. Ибрагимова

Р.Р. МУСТАФИН, Д.А. КУРЯШОВ, А.Р. ИДРИСОВ, Н.Ю. БАШКИРЦЕВА
Казанский национальный исследовательский технологический университет

ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЙ САМООТКЛОНЯЮЩИЙСЯ КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА ИЗ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Одним из наиболее эффективных методов интенсификации добычи нефти из карбонатных коллекторов является применение самоотклоняющихся кислотных составов, представляющих собой раствор вязкоупругих ПАВ в минеральной кислоте. В основе действия таких составов лежит их способность многократно увеличивать вязкость в ходе реакции с карбонатной породой. Образующийся в результате гель создает эффективное локальное отклонение новых порций кислотного состава к ранее необработанным низкопроницаемым участкам пласта. Таким образом, применение кислотного состава на основе вязкоупругих ПАВ обеспечивает равномерную интенсификацию всего продуктивного интервала.

Существенным ограничивающим фактором применения самоотклоняющихся кислот является значительное снижение их вязкости и как следствие эффективности, при температурах выше 90°C. Это ограничивает масштаб применения данного метода, поскольку температура в карбонатных коллекторах может быть значительно выше. Это ограничивает масштаб применения данного метода, поскольку температура в карбонатных коллекторах может быть значительно выше. Применение в составе самоотклоняющихся кислотных композиций нового гелеобразователя на основе высокотемпературных вязкоупругих ПАВ позволяет решить данную проблему.

Самоотклоняющиеся кислоты на основе нового гелеобразователя обладают значительно более широким рабочим интервалом температур. Считается, что для эффективного отклонения потоков необходима вязкость, не менее 100 мПа·с (100 1/с). Исходя из данных, полученных в результате экспериментов, было установлено, что применение нового гелеобразователя позволяет достигать требуемых значений вязкости вплоть до 150°C.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Д.А. Куряшов

Е.В. ХАРИТОНОВ, Г.И. ДУСМЕТОВА

Казанский национальный исследовательский технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ТОМСА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Разработан экспериментальный стенд, позволяющий оценить эффективность вязкостно-противотурбулентных присадок в широком интервале изменения основных характеристик перекачки.

Данная установка позволяет более точно оценить эффективность действия различных добавок на водно-углеводородных системах различного состава

Установка может быть использована, например, для изучения влияния присадок на гидродинамику движения минеральных и синтетических масел, нефтей различного структурно-группового состава, мазутов, нефтяных эмульсий и других углеводородных жидких систем.

Данная установка имеет гибкую систему регулирования процесса перекачки. Эксперименты могут проводиться как при постоянном давлении, так и при постоянном расходе.

Основное преимущество данной установки по сравнению с аналогичными (турбулентный реометр) заключается в том, что она позволяет исследовать процесс перекачки при условиях, приближенным к реальным, при переменных значениях давления и расхода.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Шарифуллин А.В.

**С.И. ХУСНУТДИНОВ, А.Г. САФИУЛИНА, Р.Р. ЗАББАРОВ,
А.И. ГАФФАРОВ, А.А. АЛЕКСЕЕВА, И.Ш. ХУСНУТДИНОВ**

Казанский национальный исследовательский технологический университет

ПЕРЕРАБОТКА ШЛАМОВ ОЧИСТКИ И РАЗЛОЖЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

В связи с повышением экологических требованиям, обостряется проблема утилизации отходов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, маслосодержащих отходов и нефтешламов. Данные виды отходов, при рациональной переработке можно рассматривать как техногенное сырье, переработка которого экономически эффективна.

Основной проблемой для переработки и утилизации отходов, являются высокоустойчивые эмульсии с большим содержанием механических примесей. Для данных видов сырья традиционные методы разрушения (гравитационное отстаивание, центрифугирование, испарение на пластине) эмульсий не эффективны. В результате исследований, для разрушения эмульсий был предложен метод термомеханического обезвоживания (Патент РФ № 2417245). Данный метод, основан на испарении водной фазы из эмульсий в условиях механического воздействия. Механическое воздействие на эмульсию налагается для турбулизация кипящей жидкости, что препятствует коалесценции капель воды, способствует их диспергированию и исключает возможность перегрева водного слоя за счет выравнивания температуры по всему объему аппарата. Иначе при накоплении критической массы воды на поверхности нагрева процесс кипения дестабилизируется: перегрев глобул воды приводит к взрывообразному кипению эмульсии, что делает практически невозможным сам процесс обезвоживания сырья.

В данной работе, был адаптирован метод термомеханического обезвоживания для утилизации шламов очистки и разложения смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). В ходе работы были отобраны образцы шламов очистки и разложения СОЖ с нескольких предприятий металлургической промышленности РФ. Данные образцы являются отходами разрушения и очистки СОЖ. Шламы очистки и разрушения СОЖ осложнены наличием эмульгаторов-добавок повышающих стабильность СОЖ, продуктами бактериального разложения, большим количеством механических примесей. Так же проблемой переработки данных видов эмульсии является близкие по значению показатели плотности водной и углеводородной фазы. Вследствие чего переработка данных видов отходов требует комплексного подхода, заключающийся в применении, как термомеханического обезвоживания, так и применения сепарационного оборудования для отделения механических примесей.

В ходе исследования были обезвожены и очищены от механических примесей около тридцати образцов, были определены ряд показателей. На основе физико-химических показателей, обезвоженные и очищенные продукты отвечают требованиям ГОСТ 10585-99 на котельное топливо марки М-40 или на судовое топливо марки ИФО-180.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Г. Сафиулина

Д.И. АХМЕТЗЯНОВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

В настоящее время объем традиционных запасов углеводородов, заключенных в недрах неуклонно убывает с каждым годом. В связи с этим растет проблема увеличения прироста запасов и повышается актуальность вовлечения в разработку сложнопостроенных залежей нефти.

Целью данной работы является выбор рациональной системы разработки залежи D_3^2 ардаговского горизонта с оценкой их технологической эффективности и экономической рентабельности. Во всех вариантах выделен 1 самостоятельный объект D_3^2 , предусмотрена организация системы ППД и проведение ГТМ.

Резюмируя, в работе предложен наиболее оптимальный вариант разработки, обеспечивающий достижение наибольшего КИН с учетом экономических показателей.

Научный руководитель: старший преподаватель Р.Ф. Вафин

А.А. НАЗИПОВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БУРЕНИЯ СКВАЖИН МАЛОГО ДИАМЕТРА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

При разработке месторождений в условиях высокой выработанности запасов, а также мелких месторождений с низкими потенциалами добычи снижение производственных затрат является первостепенной задачей. За последние годы при добыче нефти наиболее капиталоемким направлением со стремительной динамикой роста стоимости является строительство добывающих скважин. Одним из методов сокращения затрат является переход на бурение скважин малого диаметра.

Целью работы является оценка рентабельности бурения скважин малого диаметра по сравнению со скважинами «традиционного» диаметра на залежи нефти бобриковского горизонта Горного месторождения.

Для анализа эффективности бурения скважин малого диаметра были выбраны 7 скважин, работающих на нефтяную залежь бобриковского горизонта и скважины с «традиционным» диаметром, наиболее близко расположенные к исследуемому. Для определения технологической эффективности анализировались основные показатели производительности скважин: среднесуточный дебит, обводненность, накопленная добыча нефти, а также экономические затраты на бурение и эксплуатацию скважин.

По результатам анализа, в целом, бурение скважин малого диаметра оказалось эффективным: из 7 скважин по 5 получена положительная эффективность прежде всего по дебитам скважин. Накопленная добыча нефти скважин малого диаметра в сумме составляет 28808 т, тогда как скважин «традиционного диаметра» – 16936,9 т.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что скважины малого диаметра делают выработку запасов нефти, которые считались нерентабельными при разработке их скважинами с базовым диаметром рентабельными в условиях рынка, так как дебиты скважин малого диаметра практически не уступают дебитам скважин «традиционного» диаметра, обводнение таких скважин происходит медленнее, и рыночная стоимость данных скважин меньше.

Научный руководитель: старший преподаватель Р.Ф. Вафин

А.М. НАЗМУТДИНОВ

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ПРОВЕДЕНИЕ ОПР НА ЗАЛЕЖАХ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО КАРБОНА ВИШНЁВО-ПОЛЯНСКОЙ СТРУКТУРНОЙ ЗОНЫ

Объектом исследования являются залежи нефти каменноугольных отложений Вишнёво-Полянской структуры Западно-Тюряшевского месторождения НГДУ «Нурлатнефть» ПАО «Татнефть».

Цель работы – изучение особенностей геологического строения каменноугольных отложений с целью разработки мероприятий ОПР на залежах Западно-Тюряшевского месторождения.

В процессе работы была изучена фондовая и опубликованная литература, проинтерпретированы каротажные данные, изучена специфика нефтеносности среднего и нижнего карбона.

В процессе написания работы был проведен анализ по степени изученности каменноугольных отложений; проанализированы особенности геологического строения залежей продуктивных отложений, для этого была построена, схема корреляции, геологические разрезы, карта запасов; изучен характер и специфика нефтеносности месторождения; проанализирован фонд добывающих скважин; разработаны мероприятия по повышению категорийности запасов.

Составлен комплекс мероприятий для разработки продуктивных объектов, который предусматривает бурение скважин.

В процессе опытно-промышленной эксплуатации планируется изучить залежи в отложениях нижнего карбона. На основе опытно-промышленной эксплуатации будут получены параметры, необходимые для создания технологической схемы разработки месторождения.

Таким образом, месторождение будет достаточно изучено.

Научный руководитель: кандидат геол.-мин. наук Ю.В. Волков

Р.И. НИЗАМИЕВ

Казанский (Приволжский) федеральный университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ БОКОВЫХ СТВОЛОВ НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ СВЕТЛОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рассмотрена геолого-промысловая характеристика и текущее состояние разработки залежи нефти васюганской свиты Светлого месторождения. Выполнена оценка эффективности бурения дополнительного ствола в скважинах по методикам ПАО «Татнефть» и «прямого крестьянского счета».

Нефтяные залежи пластов ЮС11 и ЮС12 разрабатываются как единый эксплуатационный объект ЮС1 с 1987 года и на сегодняшний день находится на IV стадии, которая длится с 2001 г. По состоянию на 2015 г. из залежи отобрано 63 % от НИЗ. Обводненность продукции достигла 93 %, при среднем дебите по нефти 6.5 т/сут и текущем КИН 0.259.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Из числа скважин, находившихся в бездействии, безрезультативных нет. С малой эффективностью проведено бурение БС в скважине № 7. Достаточно хорошие результаты получены по 5 скважинам: № 1, № 2, № 6, № 8, № 9. По бездействующему фонду скважин накопленная добыча по нефти за счет бурения БС составила 41 625 т.

2. Из числа действующих скважин до и после бурения БС по технологической и экономической эффективности применения можно выделить с хорошим эффектом скважины № 3, № 4 и № 10, т.к. по ним отмечается меньший процент обводненности, чем до мероприятия и наблюдается прирост дебита нефти относительно базового уровня. По данной группе скважин бурение БС позволило получить дополнительно 38 327 т нефти.

3. В ряде случаев после бурения БС наблюдается резкий рост обводненности наряду с незначительным увеличением дебита по нефти, что можно объяснить не проведением перед запуском скважины водоизоляционных мероприятий.

Суммарная по всем скважинам дополнительная добыча нефти в результате выполненных работ составила 83 030 т или 8 303 т на 1 скважино-операцию. Это указывает на довольно высокую эффективность выполненных работ.

Научный руководитель: старший преподаватель Р.Ф. Вафин

Л.Ш. ШАРИФУЛЛИНА

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ИВАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ТАТАРСТАНА

В работе выполнен анализ эффективности проведения сейсморазведочных работ в сопоставлении с данными бурения скважин по верхнетурнейским отложениям нижнего карбона Ивановского месторождения, где основные перспективы нефтеносности связаны с малоамплитудными локальными поднятиями.

Изучение района сейсморазведкой МОГТ началось в начале 80-х годов прошлого века. Сейсморазведочными работами закартировано 19 локальных поднятий, из них 14 предшествующими геолого-геофизическими исследованиями и 5 вновь выявленных структур, в числе которых находится изучаемое поднятие под условным номером 10, которое предложено включить в фонд подготовленных и рекомендовать к опосредованному бурением со вскрытием кристаллического фундамента.

По результатам сейсморазведочных работ были построены структурные карты по основным отражающим горизонтам (ОГ). На структурной карте кровли изучаемого турнейского яруса нижнего карбона (С_{1t}) закартировано брахиантиклинальное поднятие неправильной формы, околтурнейное изогипсой минус 990 м, линейные размеры которого 2.6 x 1.1 км. В пределах этой структуры выделяются два небольших купола, околтурнейные изогипсой минус 980 м. Амплитуда поднятия 15 м.

Результаты бурения на поднятии показали, что скважиной № 2xxx кровля турнейского яруса нижнего карбона вскрыта на абсолютной отметке минус 995.3 м, что на 10.3 м ниже проектного значения, нефтенасыщенная толщина составляет 10.2 м.

С учетом результатов детализационных сейсморазведочных работ контуры нефтеносности на поднятии №10 изменили свои очертания: по данным бурения на структурной карте по кровле турнейского яруса контуры нефтеносности увеличились.

Таким образом, анализ эффективности сейсморазведочных работ на поднятии №10 Ивановского месторождения по данным поисково-разведочного глубокого бурения показал, что данные сейсмических исследований подтвердились глубоким бурением скважины. Рекомендуемая поисково-оценочная скважина дала положительные результаты, получены промышленные притоки нефти.

Научный руководитель: старший преподаватель Р.Ф. Вафин

К.А. ГАЛДЕЦКАЯ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

ОБОГАЩЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Проблема использования хвостов обогащения и золошлаковых материалов, образующихся при сжигании углей не решена как в целом в России, так и в Кузбассе.

При сжигании угля на ТЭЦ образуются твердые отходы двух видов: шлак и зола уноса. Эти отходы помещаются на золоотвалы, где складываются и хранятся на открытом воздухе, представляя собой неиспользованное сырье – техногенные месторождения, в которых концентрируются микроэлементы.

Под отвалы отчуждаются пригодные для использования земли, а частицы золы, содержащие различные вещества, вследствие ветровой эрозии разносятся в атмосфере, увеличивая экологическую напряженность, в частности, в Кузбассе.

В работе предлагается использование метода пенной флотации, как наиболее перспективного для получения концентратов соединений металлов.

Образцы шлака измельчались до крупности 0,2 мм, разделялись методом магнитной сепарации. Магнитные фракции обрабатывались 3,0 – 5,0М серной кислотой, с соотношением фаз Т:Ж = 1:5, при температуре 85-95 °С, время обработки составляло 3 часа.

Затем проводилась ионная флотация в лабораторной флотомашине ФЛ-240 в течение 10-15 мин при рН 8,0-8,5. В качестве органической фазы в процессе флотоэкстракции использовался изооктиловый спирт

(2-этилгексанол технический $C_8H_{18}O$), в качестве ПАВ и реагента-собиравателя – додецилсульфат натрия $C_{12}H_{25}SO_4Na$, являющийся эффективным и селективным. Пенные продукты собирались, высушивались и прокаливались при температуре $1000\text{ }^\circ\text{C}$ в течение двух часов до получения концентратов оксидов ценных редких, рассеянных и редкоземельных металлов, пригодных для дальнейшей переработки (разделения).

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания № 10.782.2014К Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Е.В. Черкасова

А.С. ЕВДОКИМОВА

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

РАЗРАБОТКА, АТТЕСТАЦИЯ И ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ

Оксиды азота (NO и NO_2) относятся к одним из основных загрязнителей атмосферы. Они вызывают локальные и глобальные изменения в окружающей среде.

Антропогенными источниками оксидов азота (NO и NO_2) являются промышленные выбросы химических предприятий, а также процессы высокотемпературного сгорания различных видов топлива (природного газа, угля, бензина, мазута) на тепловых электростанциях, промышленных установках, автомобильных двигателях.

В связи с высокой токсичностью оксидов азота содержание их в воздухе жестко ограничено. В процессе производственного контроля осуществляется обязательный анализ содержания оксидов азота с использованием аттестованных методик.

Процесс разработки и аттестации методик достаточно сложный и трудоёмкий. Необходимо выполнить все условия разработки, аттестации и внедрения, описанные в ГОСТ Р 8.563-2009.

В данной работе представлен опыт разработки и внедрения методики измерений массовой концентрации оксидов азота (NO и NO_2) в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах на КАО «Азот» (г. Кемерово). Содержание оксидов азота (в пересчёте на NO_2) определяют фотоколориметрическим методом путем измерения оптической плотности окрашенного раствора, полученного в результате следующих реакций: окисление оксида азота(II) до диоксида азота в момент отбора пробы; взаимодействие диоксида азота с иодидом калия с образованием нитрита калия; взаимодействие нитрита калия с реактивом Грисса-Илосвая. Данная методика применима для диапазона измерений массовой концентрации диоксида азота от $1,0$ до $20,0$ мг/м³.

Методика позволяет с высокой точностью определять значения массовой концентрации оксидов азота (NO и NO_2).

Научный руководитель: к.х.н., доцент И.П. Горюнова

Л.И. ГАЙСИНА, И.А. ВОЛКОВА

Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И. Носова

ИЗУЧЕНИЕ ВЫЩЕЛАЧИВАЕМОСТИ МЕДИ ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ КОЛЧЕДАННЫХ РУД

Снижение сырьевого потенциала горно-обогатительных предприятий Южного Урала обуславливает необходимость переработки горнопромышленных отходов, характеризующихся повышенным содержанием полезных компонентов и доступностью.

В уральском регионе уже накоплено в хвостохранилищах порядка 1,7 млрд т отходов обогащения колчеданных руд, которые ежедневно пополняются в среднем на 50 тыс. т. Из-за их текстурно-структурных особенностей руд полного извлечения ценных компонентов методом флотации не достигается. Потери составляют 7-15%, а среднее содержание меди в хвостах обогащения находится на уровне 0,18 %. Для извлечения меди из хвостов наиболее целесообразным и рентабельным считается кислотное выщелачивание.

В качестве объектов исследования взяты хвосты текущей переработки Сибайской и Хайбуллинской обогатительных фабрик со средним содержанием меди соответственно 0,2 % и 0,19%. Медьсодержащая фаза в хвостах представлена халькопиритом находящимся в сростках с пиритом. Более 90% меди приходится на класс - $0,44+0$ мкм. Хвосты, в которых медь представлена халькопиритом, является трудно выщелачиваемыми.

Задача исследования – изучение возможности интенсификации выщелачивания меди из текущих хвостов обогащения с применением реагента - комплексообразователя и изменением водно-воздушного режима выщелачивания.

Результаты показали, что степень влияния используемых способов интенсификации на выщелачивание меди из хвостов Сибайской и Хайбуллинской фабрик различна. Прирост извлечения составил 5-7%, по сравнению с базовым опытом. Максимальное извлечение меди 24,2% получено в опытах с хвостами Хайбуллинской фабрики.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ТЕХНОГЕННОГО ЦИНКСОЖЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Дефицит металлического цинка, наблюдающийся в России в течение последних лет, связан с отсутствием необходимого количества металлургических мощностей и с недостатком отечественного цинкового сырья, в связи с чем, некоторое количество цинковых концентратов ежегодно импортируется.

Целесообразным решением для уменьшения дефицита цинка является использование вторичных ресурсов, в частности цинк содержащих пылевидных отходов горно-металлургического производства, к которым следует отнести пыли и шламы газоочисток и шламы очистки производственных сточных вод.

К первой группе относятся шламы, которые образуются в процессе доменной плавки, и при очистке отходящих дымовых газов в мокрых пылеуловителях превращаются в шламовую пульпу.

Ко второй группе шламов относятся шламы реагентного осаждения, в том числе шламы нейтрализации подотвальных вод горных предприятий, добывающих медно-цинковые колчеданные руды.

Для эффективной и комплексной переработки шламов первой группы традиционные обогащательные процессы должны быть адаптированы к его специфически измененным технологическим свойствам для получения продуктов кондиционного качества и максимально полной утилизации отходов.

Для эффективного вовлечения в рециклинг металлов шламов второй группы более целесообразным является получение селективных металлсодержащих продуктов уже на стадии предочистки кислых вод, пригодных для вовлечения в металлургический передел, а не переработка коллективного осадка.

Научный руководитель: доцент к.т.наук О.Е. Горлова

К.Л. КОВЫРЗИН

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ РУДНЫХ ТЕЛ ЗАПАДНО-ОЗЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Моделирование месторождения на разных этапах его изучения, от поисковых работ до эксплуатационной разведки, позволяет получить геолого-экономическую оценку рудных тел путем построения блочных моделей и использования геостатистического метода подсчета запасов.

Анализ существующих в мировой практике программных продуктов (Surpac, Micromine, Datamine, AutoCad и другие) показал, что наиболее приемлемой является система компьютерного моделирования горной технологии «MineFrame» (Горный институт КНЦ РАН), представляющий собой пакет программ предназначенных для решения широкого круга горно-геологических и технологических задач.

Западно-Озерное месторождение расположено на северо-западном фланге Узельгинского рудного поля. Структура месторождения определяется вулканической постройкой центрального типа, сложенная вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными породами карамалыташской и улутауской свит. На месторождении выявлено 15 колчеданных рудных тел, расположенных в двух рудоносных уровнях, и 2 рудных тела золотосодержащих бурых железняков.

Для условий Западно-Озерного месторождения построение блочной модели осуществлялось по данным поисково-оценочных работ (1981-1984 гг.), предварительной (1984 – 1987 гг.), детальной (1987 – 1990 гг.) и эксплуатационной разведки, осуществляемых совместно ПГО «Башкиргеология» с ПГО «Уралгеология», ОАО «Учалинский ГОК» и Уральской ГРЭ.

Использование блочного моделирования позволило оценить изменчивость качественных показателей месторождения на основе их геометризации, проследить динамику изменения запасов на разных этапах изучения рудных тел, определить рациональную сетку опробования рудных тел месторождения разной морфологии.

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Е.А.Горбатова

Е.А. ТИМОШЕНКО

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

Расчет параметров устойчивых бортов карьеров при освоении месторождений открытой геотехнологией является актуальной научно-практической задачей. Получение оптимальной конструкции бортов

позволит сократить затраты на эксплуатацию месторождения, либо обработку месторождений при экономически приемлемом коэффициенте вскрыши.

В соответствии с «Методическими указаниями по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров» рекомендуется принимать угол наклона борта карьера в целом на конечном контуре 55-60°, угол наклона скального уступа — 65-75°. Принимая высоты уступа на конечном контуре в предельном положении — 30 м, ширина бермы безопасности составит 10 м.

Был проведен расчет коэффициентов запаса устойчивости. Расчеты произведены для условия высоты борта карьера в скальных вмещающих породах $H=100$ м при углах наклона борта 50, 55 и 60 град.

В результате определения коэффициента запаса устойчивости борта карьера рекомендованы следующие параметры ведения горных работ открытым способом: угол откоса борта в конечном положении — 53°; угол откоса уступа — 65°, при его высоте равной 30 м и ширине бермы безопасности — 10 м. Применение рекомендованных параметров открытых горных работ возможно, во-первых, при «щадящей» технологии буровзрывных работ при постановке борта карьера на конечный контур, во-вторых, необходима разработка системы мониторинга деформационных процессов в прибортовом массиве. В случае выполнения перечисленных условий риск потери устойчивости бортом карьера сводится к минимуму, а экономическая эффективность при эксплуатации месторождения возрастает.

Научный руководитель: ст. преподаватель О.С. Колесатова

Б. ЛХАГВАЖАВ

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго-Орджоникидзе

К ВЫВОДУ ФОРМУЛЫ СКОРОСТИ ВИТАНИЯ ЧАСТИЦ КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С ЕГО ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИЕМ

В работе предлагается подход к выводу формулы скорости витания частиц керна при бурении скважин с его гидротранспортированием.

Бурение скважин с гидротранспортированием керна по двойной колонне труб (ДКТ) реализуется комплексами КГК – 50/50 П на море, КГК – 100 и КГК – 300 на суше. Гидротранспортирование керна по выдачному каналу ДКТ обеспечивается при условии, что скорость восходящего потока жидкости v больше минимального среднего её значения u , при котором частицы керна не поднимаются и не падают, а витают во взвешенном состоянии, т.е.

$$v = k_n \cdot u = (1,1 \div 1,3) \cdot u. \quad (1)$$

Откуда следует, что определение необходимой скорости восходящего потока v сводится к вычислению скорости витания u частиц керна.

Поскольку бурение с гидротранспортированием керна осуществляется обычно в области квадратичного сопротивления шероховатых труб и керна, поэтому коэффициент гидравлических сопротивлений λ зависит в основном от шероховатости керна и труб и величины зазора между ними. В этом случае наиболее удобной для практических вычислений коэффициента λ является формула Шифринсона (2)

$$\lambda \approx 0,11 \sqrt[4]{\Delta}. \quad (2)$$

Формула для определения скорости витания частиц керна u будет иметь окончательный вид:

$$u = (1 - a^2) \sqrt{\frac{2g \cdot l \cdot \left(\frac{\gamma_k}{\gamma} - 1\right)}{\frac{2(1-a)^2}{a^2} 0,11^4 \sqrt[4]{\left(\frac{\Delta}{D(1-a)}\right)} + \left[1 + 2a^4 - 1,5a^2 + \frac{l}{D(1-a)} 0,11^4 \sqrt[4]{\left(\frac{\Delta}{D(1-a)}\right)}\right]}}$$

Достоверность результатов, полученных по предложенной формуле подтверждается высокой схожимостью значений скорости витания частиц керна u с величиной такого же параметра, найденного по формуле, приведенной в статье Арсентьева Ю. А.

Научный руководитель: доц. Арсентьев Ю.А.

Д.В. ВОСКОВСКИЙ

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИ ТОРЦЕВОМ ВЫПУСКЕ РУДЫ

Анализ опыта применения систем с обрушением при подземной разработке руд мелкофракционного состава показал, что очистная выемка при среднем размере куска 150÷200мм сопряжена со значительными трудностями. Уже на ранней стадии выпуска формируются каналы, связывающие зону погрузки с налегающими обрушенными породами. То есть происходит так называемый процесс «трубообразования», в резуль-

тате которого разубоживание наблюдается уже после выпуска 15÷20% отбитой руды, а что в конечном итоге приводит к значительным ее потерям.

Крупнофракционное дробление руды является основным условием эффективного применения систем с обрушением, обеспечивающим сохранность кристаллов, снижение объемов подготовительно-нарезных и буровзрывных работ, а управление контактом руда – порода, обеспечивает снижение потерь и разубоживания руды. Это достигается также за счет регулирования высоты этажа (подэтажа) и расстояния между смежными выпускными выработками.

Известно, что параметры фигуры выпуска зависят от сыпучих свойств руды. С увеличением содержания крупнокусковых фракций в обрушенной рудной массе возрастает коэффициент разрыхления, что приводит к расширению объема фигуры выпуска. Чем больше этот коэффициент, тем лучше сыпучие свойства руды, тем успешнее протекает выпуск. Степень уплотнения руды в формируемой фигуре выпуска разная. В вертикальной плоскости руда уплотняется за счет горного давления и собственного веса, уплотнение в горизонтальной плоскости по большей мере связана с динамической нагрузкой от массовых взрывов в смежных забоях. При определении рационального, после отбойки гранулометрического состава рудной массы нами использовался прямой метод измерения по фотоматериалам, предоставленным действующими предприятиями, применяющими системы с массовым принудительным обрушением руды: рудников «Северный» Кольской ГМК, «Заполярный» ПАО «Норильский никель» и казахстанского месторождения «Восход».

Таким образом, учитывая физико-механические характеристики кимберлитовых руд, а также предлагаемые конструктивные решения по их отработке можно утверждать, что при их реализации желаемые результаты не достижимы, а это влечет за собой повышение уровня потерь и разубоживания.

Научный руководитель: д.т.н., проф. И.Н.Савич

М. П. ДРЫНКИН

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В работе проведен анализ и экспериментальные исследования по технологии замораживания грунтов с использованием твердого диоксида углерода. Для этого, в отличие от ранее применяемых технологий, предлагается использовать замораживающие трубы заполненные на высоту водоносного горизонта незамерзающей жидкостью. В жидкость эпизодически по мере необходимости загружается твердый диоксид углерода. Твердый диоксид углерода за счет тепла, поступающего из грунта, сублимирует, т. е. переходит из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое. При этом, температура сублимации достигает -79°C .

В результате отбора тепла от жидкости, она охлаждается и в свою очередь отбирает тепло от грунтов, окружающих колонку, что приводит со временем к формированию ледогрунтового ограждения требуемых размеров. В процессе сублимации твердого диоксида углерода выделяется большое количество газа, который проходя через жидкость, вызывает её бурное перемешивание (как бы «кипение») и уходит в атмосферу. Интенсивное перемешивание жидкости в замораживающей колонке («кипение») способствует интенсификации процесса теплообмена между жидкостью в колонке и грунтом. Процесс теплоотдачи в колонке при этом будет аналогичен процессу теплоотдачи течения жидкости при турбулентном режиме.

В работе на базе физического моделирования изучен процесс формирования ледогрунтового ограждения и установлены взаимосвязи между расходом твердого диоксида углерода и толщиной ледогрунтового ограждения, характером изменения температуры стенки колонки. Установлены взаимосвязи между удельным расходом диоксида углерода и толщиной ледогрунтового ограждения.

Анализ и обобщение полученных экспериментальных данных показали, что рассматриваемая технология искусственного замораживания грунтов с применением твердого диоксида углерода является экологически безопасной, ресурсосберегающей и имеет целый ряд преимуществ по сравнению с рассольной технологией искусственного замораживания грунтов. Для неё характерны простота реализации технологии, мобильность, отсутствие потребности в электроэнергии и воде, значительная экономия труб, снижение в 2-4 раза времени замораживания, отсутствие потребности в квалифицированной рабочей силе, безопасность ведения работ.

Научный руководитель: д.т.н. проф. М.Н. Шуплик

О.Н. КОЗЛОВА, М.В. СИДОРЕНКО

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ИЗ ОТЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ С ПОЗИЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ ИМПОРТА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ РЕСУРСОВ

Марганцевая продукция на 90 % используется при выплавке стали, поэтому ее потребление напрямую зависит от ситуации в сталелитейной промышленности. Ежегодно производство стали в мире увеличивается, что приводит к росту потребления ферросплавов. Расход марганцевых ферросплавов на 1 т стали составляет 4 – 5 кг. Потребность в марганцевых ферросплавах в РФ составляет порядка 600 – 650 тыс. т в год. Марганец является остродефицитным сырьем, имеющим стратегическое значение. На сегодняшний день добыча марганцевых руд на территории России не ведется. Поэтому Россия вынуждена импортировать как товарную марганцевую руду, так и ферросплавы.

Высокоуглеродистый ферромарганец в России в настоящее время выплавляют в доменных печах Косогорского металлургического и Саткинского чугуноплавильного заводов из импортных марганцевых руд (объем производства составляет порядка 190 тыс. т). Ферросиликомарганец периодически производили на Челябинском электрометаллургическом комбинате.

В настоящее время к промышленной эксплуатации подготавливается крупнейшее месторождения марганцевых руд России – Усинское (Кемеровская область). Марганцевые руды этого месторождения характеризуются сравнительно низким содержанием марганца (18 – 22%) и повышенным содержанием фосфора (0,2 – 0,3% и более).

В представленной работе были произведены исследования возможности и разработка технологии получения всей гаммы марганцевых ферросплавов из марганцевых руд Усинского месторождения. Важное значение имеет тот факт, что по предложенным технологическим схемам возможно получение стандартных марганцевых ферросплавов без привлечения богатых по содержанию марганца, низкофосфористых импортных марганцевых руд, что согласуется с поставленной перед отраслью задачей максимального импортозамещения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.А. Полулях

Р.Л. КОРОТКОВ

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

РАСЧЁТ ЗАРЯДОВ ВЫБРОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПОДОБИЯ

В работе был произведён анализ формул М.М.Борескова и Г.И.Покровского с применением метода подобия.

Сравнение расчётных данных по формулам с экспериментальными данными показывает, что харак-

тер зависимости $R(\dot{W})$, прогнозируемый формулами, соответствует действительности при $n < 2$ (в скальных породах при $n < 1,5$). При повышенных показателях действия взрыва это соответствие нарушается и расчёт по формуле М.М. Борескова занижает массу заряда, а расчёт по формуле Г.И. Покровского увеличивает. В диапазоне n от 1,5 до 2 в скальных породах и от 2 до 2,5-3 в малосвязных грунтах это занижение можно скорректировать показателем взрываемости («удельным расходом») K . При дальнейшем увеличении n такая корректировка способна привести к существенным ошибкам.

Исходя из несоответствия расчётных данных по формулам экспериментальным данным, при повышенных показателях действия взрыва, предлагается использование метода подобия при расчёте параметров заряда выброса. Использование, полученных экспериментальных путём, серии графиков зависимости $R(\dot{W})$, для разных типов горных пород, позволяет прогнозировать параметры заряда выброса без расчётов по формулам, что позволит исключить ошибки при повышенных показателях действия взрыва.

Научный руководитель: профессор, д. т. н. Кузнецов В.А.

Д.С. КУРЕНКОВ, А.В. ЛИПИНА

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГКОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКАТЫШЕЙ ИЗ КОНЦЕНТРАТОВ РУД ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Интенсификация производства железорудных окатышей является причиной различия прочностных свойств по высоте слоя. Окатыши нижнего слоя, едва прогретого до температуры 1150 °С, спекаются в основном по твердофазному механизму, в то время как окатыши верхнего слоя с температурой 1350 °С упрочняются в жидкофазном режиме – главным носителе прочностного готового продукта.

Добавка в шихту легкоплавких соединений, с температурой плавления ниже температур достигаемых низом слоя, является одним из методов упрочнения окатышей за счет интенсификации жидкофазного спекания.

Исследование проводилось на концентрате железистых кварцитов месторождения Костомукша (АО «Карельский Окатыш»).

В ходе лабораторных экспериментов получены следующие результаты: добавками, положительно влияющими на прочностные характеристики окатышей из костомукшского концентрата, являются только борсодержащие соединения – колеманит, борный ангидрид, ортоборная кислота. Средний рост холодной прочности на сжатие по сравнению с базовой шихтой составил 60 кг/окатыш; сырая прочность базового и опытных составов окатышей находится на одном уровне.

Химический анализ окатышей показал переход части бора в газовую фазу. Можно предположить конденсацию газообразного оксида бора на окатышах нижележащих слоев, что в условиях слоевого процесса будет способствовать их большему упрочнению.

Результаты исследования были подтверждены испытаниями опытных составов окатышей в условиях АО «Карельский Окатыш».

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.Б. Горбунов

А.В. ЛИПИНА, Д.С. КУРЕНКОВ

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ВРЕДНЫХ КОМПОНЕНТОВ, НАКОПЛЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Анализ данных показывает, что только на горнорудных предприятиях ежегодно извлекается 1,2 млрд м³ вскрышных пород и складировается в хвостохранилищах, из них 0,3 млрд м³ отходов сухого и мокрого обогащения. Антропогенная составляющая поступления серы в гидросферу все возрастает и стала соизмеримой с природной (порядка 100 млн т/год). Технология промышленных процессов в горной металлургии, особенно медно – никелевое производство, характеризуется выбросами больших количеств в атмосферу диоксида серы (SO₂) - сернистого газа и частиц тяжелых металлов, образующие в совокупности техногенные серосодержащие отходы (ССО) в процессах добычи и обогащения руд и выплавки из них металлов. Таким образом, есть основания полагать: в ближайшие десятилетия запасы серы возрастут в несколько раз и локализируются в техногенных грунтах.

Проблема утилизации ССО и излишков технической серы решается методом использования технической серы в качестве сырья в строительстве для производства изделий и конструкций из серосодержащих строительных материалов (ССМ), гидрофобизирующих составов изделий из материалов на основе минеральных вяжущих, древесины, а также искусственного заполнителя.

Данное исследование направлено на анализ существующих технологий переработки серосодержащих горно-металлургических шлаков с получением беззастывающих вяжущих веществ для изготовления серных бетонов и растворов после дополнительного обогащения серой или отходами с более высоким её содержанием. Актуальность разработки новых дорожных вяжущих обеспечивается наличием очевидных объективных и субъективных причин.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Черноусов П.И.

И.А. МЕЛЬНИЧЕНКО, Э.Р. МИТРОФАНОВ

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЦИНКА ИЗ ПЫЛИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Щелочное травление предлагает метод для выделения цинка и свинца из окисленных цинковых руд и отходов (пылей). Основным преимуществом выщелачивания NaOH является хорошая селективность железа и цинка из-за нерастворимости соединений железа. Из-за низкого уровня растворения остальных элементов, снижается расход промывного агента и достигается получения раствора, содержащего преимущественно только цинк. Таким образом, получается относительно чистый и Fe-несодержащий раствор выщелачивания, что позволяет избежать очень сложного процесса удаления железа. Другая форма цинка, которая присутствует в отходах (пыли) – феррит цинка (ZnFe₂O₄). Феррит цинка является очень устойчивым соединением, только малая его часть будет растворяться в щелочи.

Выщелачивание, с использованием гидроксида натрия в качестве промывного агента, эффективно для ликвидации тяжелых металлов без значительного растворения железа. Оксиды Zn, Pb и Al могут эффективно растворяться в сильных растворах NaOH, а в ограниченных случаях, и Cr с Cu. Таким образом, расход промывного агента уменьшается и раствор будет содержать Zn и Pb как преобладающие элементы. Если

пыль содержит гидроксид алюминия или оксид кремния, они растворяются в щелочном растворе аналогичным образом. Однако содержание алюминия и кремнезема в пыли ДСП сравнительно мало.

Извлечение цинка из железа сталеплавильной пыли с помощью щелочного выщелачивания может быть перспективным методом обращения с этими отходами и гидроксид натрия является одним из наиболее распространенных оснований, используемых для выщелачивания амфотерных гидроксидов или оксидов.

После промывки NaOH твердые частицы отделяют от фильтрата. Осадок обогащен железом и практически не содержит цинка и свинца, пригоден для переработки или подходит для утилизации.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.А. Полулях

Э.Р. МИТРОФАНОВ, И.А. МЕЛЬНИЧЕНКО

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА УДАРООПАСНОСТИ МАССИВА ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

На современном этапе подземной добычи полезных ископаемых на глубинах свыше 1000 метров, одной из основных задач является организация безопасности отработки. Особенно остро встает вопрос о своевременном прогнозе и предупреждении проявлений горного давления. Для этого на предприятиях предусмотрены службы, отвечающие за региональный и локальный прогноз удароопасности в разрабатываемом массиве.

Базовым методом локального прогноза удароопасности выработок является метод дискования керна. На его основе можно получить наглядное представление о расстоянии до зоны опорного давления, но данный метод является трудоемким, затрачивает много времени и требует полной остановки технологического процесса проходки или добычи полезного ископаемого в исследуемой выработке.

Совершенствование геофизических методов и разработка новых методик локального прогноза, на основании которых за максимально короткий промежуток времени и без приостановки основных технологических процессов можно сделать выводы о категории удароопасности приконтурной части выработок, является одной из приоритетных задач исследования в области подземной разработки.

В результате проведенных исследований в выработках Таймырского рудника, на основе вибросейсмического метода контроля, была разработана методика локального прогноза удароопасности вокруг горных выработок с использованием комплекса аппаратуры «Ангел». Представлена сравнительная оценка результатов измерения параметров удароопасности, полученных базовым методом дискования керна, с результатами измерений, полученных в ходе применения разработанной методики.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Л. Шкуратник

Д.В. МОРОЗОВ

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО – УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СТРУКТУРОСКОПИИ

В работе исследована возможность применения эффекта акусто-упругости и метода лазерно-ультразвуковой структуроскопии для оценки напряженного состояния металлов и сплавов. Задача исследования распределения механических остаточных напряжений в различных материалах, особенно в металлических конструкциях, является одной из важнейших технологических задач в промышленности. Остаточные напряжения в элементах металлоконструкций и деталях машин образуются в результате их эксплуатации или же при изготовлении в результате некоторых технологических операций.

Измерение остаточных напряжений на основе эффекта акусто-упругости базируется на прямой пропорциональной зависимости между напряжениями в металле и относительным изменением скорости распространения упругих волн в среде. При этом скорость распространения упругих волн должна быть измерена с высокой точностью. Так, при типичной величине остаточных напряжений в 100 МПа, относительное изменение скоростей упругих волн весьма мало и лежит в диапазоне 10^{-3} - 10^{-4} . Для улучшения точности измерений перспективным представляется применение оптико-акустического эффекта. Благодаря малой длительности термооптически возбуждаемых акустических импульсов, высокая точность измерения скорости ультразвука может быть достигнута на образцах относительно малого размера толщиной несколько миллиметров.

В работе для прецизионного измерения скорости продольных упругих волн использовалась уникальная научная установка - лазерный ультразвуковой структуроскоп, разработанный в рамках ФЦП в Горном институте НИТУ "МИСиС", в специальном оптико-акустическом преобразователе которого возбуждались акустические импульсы длительностью менее 100 нс с амплитудой давления до 10 МПа. Методика по-

зволяла измерять временные задержки между сигналами с точностью не хуже 0,5 нс и скорости продольных волн с точностью не хуже 3м/с. Проведены измерения относительного изменения скоростей акустических волн и определены остаточные напряжения в образцах нержавеющей стали различных марок.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров (№ К1-2015-025).

Научный руководитель: д.т.н., профессор Е.Б. Черепецкая

Р.О. ОШКИН

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

АКУСТИКО – ЭМИСИОННЫЙ СПОСОБ ЭКСПРЕСС ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ САМОВОЗГОРАНИЯ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КРИОГЕННОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ

Изъятие угля из пласта в процессе добычи и его дальнейший жизненный цикл (транспортировка, хранение) сопровождаются постепенным замещением в поровом пространстве инертной газовой среды окислительной (кислородно-воздушной). Это приводит к активизации в углях процессов трещинообразования и окисления, сопровождающихся изменением их структуры и петрографического состава, что неизбежно ведет к повышению рисков самовозгорания угольной продукции с течением времени. Существующие традиционные способы исследования углей не позволяют определять их качественные показатели в полевых условиях и в режиме мониторинга. Имеются предпосылки, что не имеющий этих недостатков метод термостимулированной акустической эмиссии (ТАЭ) может стать эффективным инструментом исследования структуры и свойств ископаемых углей.

Целью настоящей работы является экспериментальная проверка возможности использования метода ТАЭ для определения термической стойкости ископаемых углей и создание основанного на данном методе экспресс-способа оценки риска самовозгорания угольной продукции, хранимой и перевозимой при отрицательных температурах, а также при частых переходах через 0 °С.

Суть работы состоит в создании применимого для различных типов углей численного критерия (классификационного признака) их термической стойкости, основанного на закономерностях ТАЭ испытываемого геоматериала в функции от его структурных параметров и свойств. Проведены ТАЭ испытания представительного числа проб различных углей. Выявлены взаимосвязи параметров ТАЭ с теплотворной способностью и другими качественными показателями угольной продукции.

Результатом исследований является способ, позволяющий осуществить экспресс оценку изменения качества и, соответственно, риска самовозгорания угольной продукции непосредственно в местах её складирования и на пересыльных станциях.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Новиков Е.А.

М.В. СИДОРЕНКО, О.Н. КОЗЛОВА

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

Одной из основных проблем эффективного освоения месторождений полезных ископаемых является достоверность исходных данных о пространственном размещении показателей рудных тел в поле месторождения. Погрешности оконтуривания рудных тел и типов руд в них, приводит к ошибочным технико-экономическим решениям, и как следствие – к нерациональному использованию недр и необоснованным затратам со всеми вытекающими отрицательными последствиями.

На примере полиметаллического месторождения Кызыл – Таштыг, рассмотрен способ оконтуривания рудного тела на основе теории случайных множеств (ТСМ), где пространственные связи между различными показателями C_1, C_2, \dots, C_n - подмножествами поля месторождения, определяются с помощью дискретной и непрерывной пошаговых матриц.

Для использования ТСМ на Кызыл – Таштыгском месторождении была использована ГИС Micromine, на основании которой производилось оконтуривание и подсчет запасов по существующему и предлагаемому способам самого рудного тела и типов руд внутри него. Сравнение экономических последствий от погрешности оконтуривания и подсчета запасов, показало эффективность предлагаемого способа оконтуривания, по сравнению с существующим, что привело к занижению себестоимости добычи полезного ископаемого.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Г.О. Абрамян

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО МЕДНО – ЛИТЕЙНОГО ШЛАКОВОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ РАЗДЕЛИТЕЛЬНО – ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ

Шлак, образующийся при плавке припойного Cu-Zn-Sn-Ni сплава 211 (~58 % Cu, 3,5 % Sn, 1,5 % Ni, Zn – остальное), представляет собой конгломерат, состоящий из металлической части и неметаллической составляющей. Металлическая часть отделяется от неметаллической составляющей методом разделительной плавки. А компоненты сплава, содержащиеся в неметаллической составляющей в окисленном состоянии, экстрагируются методом восстановительной плавки. При этом общий выход металла составляет 62,5 % от массы исходного шлака, в том числе 50 % извлекается при разделительной плавке, а остальное – при восстановительной плавке обедненного вторичного шлака, образующегося после разделительной плавки и представляющую, по существу, неметаллическую составляющую исходного шлака.

В работе изучали кинетику восстановительной экстракции меди из обедненного вторичного шлака при температурах 1100 и 1200°C. Плавки проводили в индукционной печи с графитовым тиглем с использованием восстановителя (графита), флюса, активатора (мела) и затравки. Продолжительность плавки изменяли от 20 до 140 мин с интервалом 20 мин. В каждой плавке определяли выход металла от массы обедненного вторичного шлака: он достигает максимальных значений при длительности плавки 120 мин и составляет при 1100 °C 19,2 %, а при 1200°C – 24,9 %. По результатам химического анализа полученного металла рассчитали коэффициент извлечения меди, который достигает 59,2 и 97,1 % соответственно при температуре плавки 1100 и 1200°C. Установили, что скорость восстановительной экстракции имеет экстремальную зависимость от времени. По экспериментальным данным определили, что максимальные скорости экстракции меди при температурах 1100 и 1200°C равны 1,24 и 3,66 %/мин соответственно. По этим данным рассчитали энергию активации процесса восстановления меди и получили $E = 182$ кДж/моль. Вычисленное значение свидетельствует о том, что процесс восстановительной экстракции меди из обедненного вторичного меднолитейного шлака реализуется в переходном диффузионно-кинетическом режиме.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Э.Б. Тен

А.О. СУВОРОВ

Национальный Исследовательский Новосибирский Государственный Университет

ПОИСК И РАЗВЕДКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЕРХНЕЙ ЮРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ГИС

В административно-территориальном отношении изучаемый район приурочен к восточной части Нефтеюганского, центральной части Сургутского и западной части Нижневартовского муниципальных районов ХМАО. Территория входит в состав Вартовского и Сургутского нефтегазоносных районов Среднеобской нефтегазоносной области и Демьянского нефтегазоносного района Каймысовской НГО. В зоне сочленения Нижневартовского свода и Юганской мегавпадины наиболее крупные скопления нефти сформировались в оксфордском резервуаре. Это обусловлено наличием антиклинальных структур, наличием песчаных пластов группы Ю₁ и перекрывающих их карбонатно-кремнисто-глинистых пород баженовской свиты, которые одновременно являются и флюидоупором, и нефтепроизводящей толщей.

Современное состояние геолого-геофизической изученности исследуемой территории свидетельствует о том, что фонд традиционных антиклинальных нефтеперспективных объектов практически исчерпан. Поэтому для изучаемой территории прогноз зон, в пределах которых могут быть выявлены неантиклинальные ловушки с развитием улучшенных коллекторов предопределяет актуальность исследований.

Главным результатом проведенных детальных исследований стало установление в пределах изучаемой территории линейно вытянутых в широтном направлении песчаных тел. Сделано предположение, что эти песчаные тела сформировались в флювиальных рукавах дельтового комплекса. Кроме этого, песчаные тела с повышенными толщинами формировались вдоль фронта дельты, образуя устьевые бары и подводные валы. Таким образом, на основании проведенного анализа построенных корреляционных профилей на исследуемой территории песчаный материал пластов Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³ верхневартовской подсвиты отлагался в обстановках дельтового комплекса, что расходится с общепринятым мнением о формировании продуктивных песчаников группы Ю₁ на территории исследования в условиях мелководного бассейна.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.А. Казаненков

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ГОРНОДОБЫВАЮЩУЮ ОТРАСЛЬ В УСЛОВИЯХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА РК-РМВ РУДНИКА «КОМСОМОЛЬСКИЙ» ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»)

В современных экономических условиях все большее внимание уделяется оценке эффективности инвестиций. Неопределенность будущих результатов обусловлена влиянием как множества экономических факторов, не зависящих от усилий инвесторов, так и достаточного числа неэкономических факторов, которые не всегда поддаются точной оценке. Неопределенность прогнозируемых результатов приводит к возникновению риска того, что цели, поставленные в проекте, могут быть не достигнуты полностью или достигнуты частично. Таким образом, от эффективности принимаемого инвестиционного решения во многом зависит стабильность и дальнейшее развитие компании.

ПАО «ГМК «Норильский никель» - лидер горно-металлургической промышленности России, крупнейший в мире производитель никеля и палладия, один из крупнейших производителей платины и меди. Помимо этого, компания производит многочисленные сопутствующие металлы: кобальт, родий, серебро, золото, иридий, рутений, а также селен, теллур и серу. Производственные подразделения Группы расположены на трех континентах в пяти странах мира — России, Австралии, Ботсване, ЮАР и Финляндии. Ключевые производственные подразделения Группы находятся в России — Заполярный филиал и Кольская ГМК.

Инвестиционная деятельность ПАО «ГМК «Норильский никель» направлена на решение стратегических задач, в т. ч. модернизацию и обновление производственного оборудования с целью повышения экономической эффективности и обеспечения высокого уровня экологической безопасности производства.

В работе проведен анализ инвестиционного проекта РК-РМВ рудника «Комсомольский». Осуществлена оценка его эффективности. Рассмотрена возможность осуществления реконфигурации производственного процесса, что позволит в целом повысить эффективность деятельности компании.

Научный руководитель: доцент, к.э.н. О.А. Зубарева

К.А. ВОРОБЬЕВА

ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО МАТЕРИАЛА НИКЕЛЕВОГО КОНЦЕНТРАТОХРАНИЛИЩА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ НАДЕЖДИНСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ИМЕНИ Б.И. КОЛЕСНИКОВА

Проведены лабораторные испытания по определению возможности переработки техногенного материала никелевого концентратохранилища (НКХ) в технологической схеме Надеждинского металлургического завода имени Б.И. Колесникова (НМЗ) совместно с пирротиновым концентратом (ПК) Талнахской обогатительной фабрики и лежалым пирротиновым концентратом (ЛПК). В ходе проведенных исследований были проработаны операции сгущения и автоклавного окислительного выщелачивания опытной пульпы при различной доли подшихтовки НКХ.

В результате проведенной работы установлена принципиальная возможность переработки материала НКХ по действующей технологической схеме. При этом, на операции сгущения максимальная доля подшихтовки НКХ к объему перерабатываемой шихты не должна превышать 10 %; На операции автоклавного окислительного выщелачивания, без изменения режимов процесса и увеличения удельного расхода ПАВ - 5 %. Извлечение цветных металлов в жидкую фазу, при этом, составило, в % – 4,04 Ni; 0,13 Cu; 0,087 Co, что соответствует текущим показателям переработки, в % - 1,58 Ni; 0,213 Cu; 0,075 Co.

Научный руководитель: заместитель директора «Центра инженерного сопровождения производства» ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель», к.х.н доцент кафедры МЦМ Е.В.Салимжанова

М.П. ВОРОНОВА

ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОЙ ФАЗЫ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУЛЬПЫ НИКЕЛЕВОГО КОНЦЕНТРАТА

Технология обогатительно-металлургического передела ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» предполагает передачу многочисленных пульповых продуктов с использованием высоконапорных трубопроводов. Одним из таких продуктов является пульпа никелевого концентрата Талнахской обогатительной

фабрики, которая перекачивается на Надеждинский металлургический завод имени Б.И. Колесникова. При этом, реологические свойства данной пульпы являются критичными, так как длина трубопровода составляет более 20 километров, при среднегодовой температуре окружающего воздуха -18°C.

В связи с этим нами выполнены исследования зависимости динамической и кинематической вязкости пульпы никелевого концентрата от жидкой фазы в интервале температур 15-25°C и содержаний твердого 170 – 840 г/дм³, что характеризует существующие показатели технологического процесса.

Исследования выполняли с использованием капиллярных вискозиметров различного диаметра в термостатируемых условиях. Приготовление пульп осуществляли в мерной посуде II категории точности, взвешивания производили на весах аналитических HR -202.

По результатам исследований определены интервалы динамической вязкости пульп, позволяющие повысить точностные показатели приборов контроля, а также построены зависимости вязкости от температуры и плотности пульпы и жидкой фазы, использовавшейся для разбавления.

Научный руководитель: директор «Центра инженерного сопровождения производства»
ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель», к.т.н., доцент А.И. Юрьев

П.Р. РУДАКОВ

ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ БОЧКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ НА ВЕЛИЧИНУ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ И ПОРЫВЫ ПОЛОС ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ

Рабочий валок стана холодной прокатки имеет неравномерный микрорельеф поверхности бочки. В соответствии с результатами исследований предлагается на средней части бочки валка создавать микрорельеф с микрошероховатостью по Ra=5,5-7,0 мкм, а на краевых участках микрорельеф с микрошероховатостью по Ra=0,8-1,2. Ширина краевых участков рабочей зоны валка с меньшей микрошероховатостью принята B=100 мм.

Предлагаемый микропрофиль поверхности позволит снизить коэффициент внешнего трения в очаге деформации, на краевых участках полосы, увеличить коэффициент вытяжки и снизить продольные растягивающие напряжения. Это в свою очередь обеспечит уменьшение обрывов полос при прокатке и повреждений прокатных валков, а следовательно, снизить расход металла и повысить производительность прокатного стана.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.С. Пилипенко

В.Р. ХУДЯКОВА

ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В КОРПОРАТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ЧОУ ДПО «КОРПОРАТИВНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»

Современное общество живет в условиях быстроменяющегося мира: меняются требования профессий, стандарты обучения. Рынку труда необходимы готовые высококвалифицированные специалисты, которые бы полностью подходили по требованиям предприятий, но таких специалистов практически нет. Поэтому забота о подготовке кадров постепенно ложится на плечи компаний-работодателей. В связи с этим, большинство крупных компаний давно приступили к созданию собственной системы обучения, используя разные организационные формы, в том числе корпоративные университеты.

ЧОУ ДПО «Корпоративный университет «Норильский никель» - это уникальное учебное заведение, обеспечивающее потребность предприятий группы «Норильский никель» в высококвалифицированном персонале.

Текущая задача корпоративного университета состоит в том, чтобы качественно и в требуемом объеме подготовить высококвалифицированный персонал для работы на своих предприятиях. Совершенствование технологий обучения сотрудников за счет внедрения новых информационно-образовательных технологий позволяет расширять его масштабы, корректно распределять время обучения и, как следствие, повышать производительность организации, укрепляет ее позиции в своем секторе рынка.

В связи с этим, на основании программы реализации перспективных направлений повышения качества подготовки персонала предприятий Группы «Норильский никель» на период 2016-2018 гг. был сделан анализ эффективности некоторых направлений инвестирования в корпоративное обучение.

По результатам исследования приведены обоснования инвестиций в корпоративное обучение, которые в последующем сделают обучение эффективнее и принесут предприятиям группы «Норильский никель» отдачу.

Научный руководитель: доцент, к.с.-х.н. Г.Л. Рогальский

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ И БЫСТРОЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

В настоящий момент все большее внимание уделяется транспортировке высоковязких и быстро-застывающих нефтей и нефтепродуктов. При резком увеличении объемов перекачки высоковязких и быстро-застывающих продуктов традиционные способы подогрева теряют свою актуальность и эффективность.

Для повышения эффективности транспортировки таких продуктов предлагается разработать комплексную систему снижения вязкости перекачиваемого продукта, путем объединения насосной станции и блока подогрева транспортируемого продукта.

Для увеличения эффективности работы технологического оборудования предлагается дополнить данную систему блоком ввода депрессорных присадок, обеспечивающих оптимальные для перекачки свойства продукта.

Данная система позволит осуществлять перекачку различного по своим свойствам углеводородного сырья в большом спектре температур на дальние расстояния. Кроме того, исследование совместной работы насосного оборудования, системы подогрева и ввода присадок позволит выстроить карту оптимальных режимов перекачки различного рода высоковязких и быстрозастывающих нефтей и нефтепродуктов.

Для реализации данного проекта необходимо проведение гидравлического и теплового моделирования работы как отдельных компонентов, так и системы целиком.

Реализация данного проекта позволит получить следующий предполагаемый результат:

- снижение энергозатрат на транспортировку;
- снижение стоимости перекачки за счет уменьшения количества промежуточных станций подогрева;
- увеличение максимального расстояния транспортировки высоковязких и быстрозастывающих нефтей.

Научный руководитель: доцент М.В. Кучеренко

Э.Ю. Медкова
Омский государственный технический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ И БЫСТРОЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ

В данной работе рассмотрена возможность использования изделий порошковой металлургии (капиллярно-пористых структур) для подогрева высоковязких и быстрозастывающих нефтей и нефтепродуктов в резервуарах большой емкости.

Применение капиллярно-пористых порошковых материалов особенно перспективно благодаря развитой поверхности порового пространства, хорошему сочетанию теплофизических и гидравлических свойств, возможности их регулирования в широких пределах и низкой стоимости.

Проблема эффективной передачи тепловой энергии и обеспечения тепловых режимов различных систем и оборудования является также актуальной проблемой современной техники.

Для работы таких систем и устройств необходимо соблюдать принцип регулярности пористой структуры для соблюдения нормативов свойств капиллярно-пористого материала.

Причиной отклонения структуры капиллярно-пористого порошкового материала от регулярной является возникновение дополнительных пустот в объеме материала, которое вызывается следующими факторами:

- влиянием стенок формы для спекания или пресс-формы;
- полидисперсностью частиц порошка;
- отличием формы частиц от сферической;
- арочными эффектами при формировании заготовок.

Решение проблемы изготовления капиллярно-пористой структуры с заданными свойствами теплопроводности, электропроводности и регулярности позволит увеличить КПД установок подогрева нефти и нефтепродуктов.

Научный руководитель: доцент М.В. Кучеренко

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ НАИБОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ЗАБУРИВАНИЯ БОКОВОГО СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что реконструкция и ремонт скважин методом бурения из них боковых стволов является сложным, но очень важным технологическим процессом, позволяющим при определенных капиталовложениях восстановить аварийные, осложненные и малодобитные скважины, произвести доработку месторождений за счет уплотнения сетки скважин, что в конечном итоге будет способствовать стабилизации и повышению объемов добычи нефти, прежде всего при эксплуатации месторождений, разрабатываемых длительное время.

Автором проанализированы существующие схемы забуривания бокового ствола скважины, рассмотрены достоинства и недостатки этих схем. Поэтапно изложена технологическая схема процесса вырезания «окна» в обсадной колонне с клина–отклонителя.

Технология последовательного формирования «окна» в обсадной колонне реализуется путем поочередного применения стартового, оконного и арбузообразного фрез-райберов, рабочие поверхности которых имеют вооружение из твердого сплава. Данная технология уже отошла в прошлое, так как в ней каждый этап (спуск якоря, клина, стартового райбера, оконного и арбузообразного райбера) проводился отдельным спуском.

Технология создания «окна» в обсадной колонне за один рейс реализуется специальным инструментом, включающим полный комплект расположенных друг над другом фрез-райберов, клина-отклонителя и ориентирующего переводника. Данный метод имеет ряд существенных преимуществ. К примеру, возможность зарезки «окна» в обсадной колонне за один рейс, что существенно снижает затраты на прокладку бокового ствола. Применение описываемого метода позволяет производить зарезку боковых стволов точно по требуемому направлению, с любой глубины. Предложенный способ возможно реализовать как при зарезке боковых стволов, так и при бурении многоствольных и разветвленно-горизонтальных скважин. Помимо того преимущества, что используется основной ствол и зарезка происходит сразу в требуемом направлении, стоит отметить снижение затрат в связи с сокращением сроков выполнения работ.

Научный руководитель: д.т.н. Н.И. Крысин

В.М. ДЕМИН

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОВ ПРОХОДЧЕСКООЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ «УРАЛ»

Для предприятий осуществляющих добычу калийных руд с использованием очистных механизированных комплексов актуальной остается задача повышения надежности добычных машин, увеличения их межремонтных периодов, снижение затрат на поддержание их работоспособности. В настоящее время на калийных рудниках России наибольшее распространение получили проходческо-очистные комбайны типа «Урал» оснащенные комбинированным исполнительным органом бурового типа и гусеничным ходовым оборудованием. Указанные выше комбайновые комплексы имеют электрогидравлическую систему управления. Выбор скорости подачи осуществляется в ручном режиме по показаниям индикаторов загрузки двигателей, что обуславливает возникновение периодических перегрузок в элементах электромеханической трансмиссии и как следствие аварийный выход из строя ее основных узлов. Устранение выше указанных проблем возможно посредством разработки и внедрения систем автоматического управления и защит проходческо-очистных комбайнов на основе результатов экспериментальных исследований по оценке нагруженности приводов добычных машин.

Разработка алгоритма автоматического управления комбайном при его работе в установившемся режиме позволит минимизировать удельные энергозатраты процесса добычи калийной руды и улучшить её гранулометрический состав. Анализ записей токов, напряжений и активных мощностей приводов обеспечит возможность непрерывного прогнозирования газодинамических явлений в калийном массиве, а также проведение оценки остаточного ресурса и контроля технического состояния трансмиссии, что в целом приведет к повышению надежности и эффективности работы комбайнового комплекса.

Научный руководитель: к.т.н. Д.И. Шишлянников

ЖЕЛАНОВ Е.В.

Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС РАСЧЕТА ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Работа направлена уточнение рабочей аналитической методики и программного комплекса по определению забойных давлений в добывающих скважинах Пермского края, оперативное построение КВД и ее

интерпретацию. Значимость работы заключается в повышении экономической эффективности исследования скважин.

Используя пошаговый статистический анализ, с использованием корреляционного показателя (β -коэффициента) были выбраны устьевые параметры ($P_{затр}$ и $H_{погр}$) и основной вид многофакторного регрессионного уравнения. В работе описаны процессы, характеризующие поведение ГЖС в остановленных и работающих скважинах, которые необходимо учитывать при пересчете забойного давления. Особенностью модели остановленной скважины является эффект затухания послепритока, при котором необходимо рассчитывать время и скорость седиментации капель воды у забоя, что приводит к перераспределению плотности ГЖС по стволу скважины. Особенностью модели работающей скважины, необходимо учитывать интенсивность разгазирования ГЖС и перераспределения плотностей. Для этого предлагается группировать все исходные данные, используемые для подбора корреляционной зависимости. Факторы для группировки: дебит по жидкости – с ростом дебита интенсивность разгазирования понижается, плотность повышается; наличие газосепаратора – при наличии газосепаратора больше газа попадает в затрубное пространство, и плотность смеси снижается; пластовое давление – с понижением пластового давления интенсивность разгазирования увеличивается, и плотность смеси снижается. Планируется проведение дополнительных специальных исследований в добывающей скважине с использованием оптоволоконной системы с гирляндой манометров. Исследования направлены на проверку рассмотренной методики и уточнение полученных уравнений. На основе методики разработан программный комплекс NGD, позволяющий быстро производить расчет забойного давления.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Лекомцев

З.С. МУФТИЕВА

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ГЕОЛОГО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ЛОВУШЕК ВИЗЕЙСКОГО НГК НА ЮГО-ВОСТОКЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В работе на примере залежей визейского нефтегазоносного комплекса Дороховского газонефтяного месторождения выполнялся анализ литологических, структурных, тектонических и мощностных показателей, оказывающих влияние на степень заполнения ловушек углеводородами в терригенных пластах.

С целью проведения анализа создана база геологических характеристик для пустых объектов (1 класс) и продуктивных залежей (2 класс). При выполнении первичного статистического анализа для всех исследуемых показателей определялись статистические различия в классах и их информативность. Построены линейные регрессионные зависимости степени заполнения ловушек в зависимости от каждого показателя.

Далее в результате проведения статистического анализа был определен комплекс показателей, максимально контролирующей заполненность ловушек, построены многомерные уравнения регрессии и рассчитан комплексный критерий нефтегазоносности структур.

В результате проведенных геолого-статистических исследований были изучены некоторые процессы формирования и заполнения ловушек визейской терригенной толщи УВ на юго-востоке Пермского края. Обоснован комплекс геологических критериев, формирующих объем залежей в данной толще. Полученные зависимости и уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать степень заполнения ловушек в визейской толще могут быть использованы при геолого-экономических оценках величин перспективных ресурсов и прогнозных запасов подготовленных к глубокому поисковому бурению структур.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.А. Козлова

К.В. ТРЕТЬЯКОВА, Н.Л. БЕЛЬТЮКОВ

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ НАГРУЖЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД

При решении задачи контроля устойчивого состояния горных выработок и подземных сооружений широкое развитие и использование получил метод акустической эмиссии (АЭ). Несмотря на большое количество примеров использования данного метода при контроле устойчивости выработок, вопрос существования надежных критериев такого состояния до сих пор остается открытым. В работе сделан обзор некоторых АЭ-методов, используемых при диагностике бетонных сооружений различного назначения, и проведены лабораторные исследования по оценке возможности их применения в геоконтроле.

С целью изучения характера поведения акусто-эмиссионных параметров соляных пород в зависимости от степени поврежденности были проведены эксперименты, которые заключались в циклическом нагружении образцов красного сильвинита в режиме одноосного сжатия с одновременной регистрацией акустической эмиссии. Структурная нарушенность образцов оценивалась по поведению коэффициентов LR (Load ratio) и CR (Calm ratio), которые характеризуют соответственно сохранность эффекта Кайзера и относительную долю импульсов, накопленных при разгрузке от общего количества импульсов за полный цикл нагружения. Также производился анализ закономерности изменения средней частоты импульсов Fa (отношение количества выбросов сигнала в импульсе к его продолжительности) от RA -параметра (отношение времени нарастания импульса к его максимальной амплитуде) при нагружении образцов.

По результатам проведенных исследований установлено снижение коэффициентов LR и CR с увеличением степени нарушенности образцов соляных пород при их циклическом нагружении. Параметрический анализ импульсов АЭ показал снижение средней частоты и повышение значений RA -параметра с потерей несущей способности образцов.

Научный руководитель: ассистент Н.Л. Бельтюков

А.П. ЧЕДИЛЯН

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ПРИМЕНЕНИЕ КАНАТНЫХ ШТАНГ В НЕФТЕДОБЫЧЕ

В связи с истощением длительно разрабатываемых месторождений с каждым годом возрастает фонд малодобитных скважин. Основная часть малодобитных скважин эксплуатируется с помощью штанговых скважинных насосных установок (ШСНУ). В ближайшие годы количество таких установок будет непрерывно увеличиваться. Однако эффективность и надежность эксплуатации существующих ШСНУ недостаточны для интенсификации добычи нефти и снижения ее себестоимости.

Одним из основных недостатков ШСНУ является частый обрыв насосных штанг, обусловленный наличием напряжений переменного характера, протирок между штангами и насосно-компрессорными трубами, а также коррозии штанг. Данная проблема актуальна для наклонно-направленных скважин и скважин с боковыми стволами. Одним из путей повышения надежности эксплуатации ШСНУ является применение в качестве тягового органа канатной штанги, которая может быть установлена только в местах интенсивного набора кривизны скважины.

Опытно – промышленные испытания канатов закрытой конструкции выявили определенные недостатки при использовании их в качестве тягового органа: снижение производительности штанговых насосов вследствие удлинения каната; обрывы проволок в местах выхода каната из заделки; преждевременный коррозионный износ внешних проволок каната. Для устранения перечисленных недостатков предлагается использовать канат одинарной свивки с небольшим количеством проволок в оболочке высокой плотности. При этом, с целью уменьшения потери хода плунжера в насосе канат подвергается предварительной вытяжке, что увеличивает его модуль упругости на 20%.

Проведенные расчеты показали, что применение канатных штанг приводит к незначительному снижению производительности штангового насоса (от 4% до 9% в зависимости от диаметра насоса). При этом, широкое внедрение канатных штанг в нефтедобыче позволит повысить эффективность использования ШСНУ и снизить себестоимость добычи нефти.

Научный руководитель: д.т.н. Г.Д. Трифанов

П.В. КОРШУНОВ, М.А. ФЕДОРОВА, В.А. САСАРОВ, И.Н. НОВИКОВ

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ КАМЕННОГО УГЛЯ

В связи с сокращением запасов жидких и газообразных углеводородов, становится актуальным использование каменного угля, залежи которого во много раз превышают запасы нефти и газа.

В России ежегодно добывается около 350 млн тонн угля. При его добыче образуется угольная пыль. На мероприятия связанные с ее утилизацией тратятся средства в размере до 7% от стоимости добытого угля. Она по своей теплотворной способности аналогична углю.

Существуют различные способы получения жидкого топлива из каменного угля. Предложен самый короткий путь газификации угольной пыли с последующим получением жидкого топлива.

Сущность метода получения жидкого топлива из углеводородного сырья заключается в газификации углеводородного сырья газифицирующим агентом, не содержащим азот, с целью получения газообразного продукта, при дальнейшей конденсации которого образуется бионефть, вода и неконденсирующиеся горючие газы. Полученная в процессе бионефть отбирается для дальнейших преобразований, а отводимая

вода поступает обратно в рабочий цикл установки. Неконденсируемые газы используются для получения газифицирующего агента.

В настоящее время существует много разработок по представленной тематике. Так, например, компания DynaMotive (Канада) использует технологию быстрого пиролиза, заключающуюся в быстром нагреве биомассы при отсутствии кислорода[1]. В результате на выходе из установки получают жидкое топливо (BioOil), древесный углерод и неконденсируемые газы.

Саму технологию быстрого пиролиза можно квалифицировать следующим образом:

- пиролиз в кипящем слое;
- пиролиз в циркулирующем кипящем слое;
- пиролиз в двух реакторах кипящего слоя;
- абляционный (совмещённый с перемешиванием сырья с помощью лопаток) пиролиз;
- пиролиз в потоке.

Помимо компании DynaMotive технологию быстрого пиролиза в различных квалификационных категориях применяют многие другие компании. Например, национальная лаборатория возобновляемой энергетики США NREL, компания DTG (Нидерланды), университет Twente (Нидерланды) и другие используют технологию абляционного вихревого пиролиза. Компании FortumOil&GasOy и VapoOy (Финляндия) и организация UnionFenosa (Испания) используют технологию пиролиза в кипящем слое. Организация VTT (Финляндия) использует быстрый пиролиз в двух реакторах с кипящим слоем[1].

Сами газификаторы можно использовать вместе с когенерационными модулями, которые предназначены для утилизации газов, получаемых при первичной дегазации угольных пластов. Совместное использование этого оборудования позволит повысить КПД когенерационных станций, снизить расходы предприятий на электроэнергию и уменьшить расходы на утилизацию отходов [2].

В России разработкой установок по получению жидкого топлива методом газификации занимается конструкторское бюро Шаха. Однако, действующих установок у КБ Шаха на данный момент не существует [3- 4].

Существует множество способов получения газообразного топлива путём газификации исходного сырья. В качестве газифицирующего агента используют воздух, паровоздушную смесь, углекислый газ, кислород. Однако, использование в качестве газифицирующего агента воздуха или паровоздушной смеси приведёт к забалластиванию получаемого газообразного топлива азотом. Для отделения азота потребуется дополнительная энергия и потребуется установка системы дымоудаления (дымовой трубы). Получение чистого кислорода также требует дополнительных затрат энергии и приобретение специальных установок получения кислорода [5].

Особенностью этой работы является разработка установки получения жидкого топлива из отходов каменного угля с использованием в качестве газифицирующего агента смеси водяного перегретого пара и низкотемпературной плазмы.

Принцип работы установки по получению жидкого топлива из отходов каменного угля.

1	2	3	4	5	
Параметр (наименование и обозначение)	Размерность	Значение	Примечание		
Топливо	Расход каменного угля $G_{\text{уд}}$	т/сут	1000,00		
		кг/с	11,57		
	Влажность W^p	%	50,00		
	Зольность A^p	%	18,50		
	Содержание шлама $A^{\text{ш}}$	%	0,00		
	Теплотворная способность $Q^{\text{т}}$	МДж/кг	7,11		
	Дутьё	Вид дутья	-	паро-воздушное	
		Температура дутья $t_{\text{д}}$	°C	574,91	
		Содержание кислорода в дутье $O_{\text{д}}$	моль	134,47	
		участвующего в процессе			
Расход воздуха на газификацию $G_{\text{в}}$		кг/с	0,002		
		м³/с	0,002		
Удельный расход воздуха		$\frac{\text{м}^3}{\text{кг п.м.}}$		масса исходного сырья без учёта шлама	
			0,131		
Расход пара на газификацию $G_{\text{п}}$		кг/с	0,027		
		м³/с	0,034		
Удельный расход пара	$\frac{\text{м}^3}{\text{кг п.м.}}$		масса исходного сырья без учёта шлама		
		2,90			
Тепловая мощность дутья $N_{\text{д}}$	МВт	3712,25			
Пиролизный газ (после реактора)					
Состав влажного газа	CO ₂	%	1,05		
	CO	%	5,28		
	CH ₄	%	0,76		
	C ₂ H ₄	%	0,06		
	H ₂	%	7,32		
	H ₂ S	%	0,08		
	N ₂	%	0,07		
	H ₂ O	%	85,38		
	Теплотворная способность сухого газа $Q^{\text{т}}$	МДж/м³	12,67		
		МДж/кг	17,67		
	Теплотворная способность влажного газа $Q^{\text{т}}$	МДж/м³	1,79		
		МДж/кг	2,28		
	Плотность пиролизного газа $\rho_{\text{п.г.}}$	кг/м³	0,79		
	Выход сухого газа на исходное сырьё, $V_{\text{д}}$	м³/кг	0,61		
	Выход влажного газа на исходное сырьё, $V_{\text{д}}$	м³/кг	4,14		
Расход влажного пиролизного газа $G_{\text{п.г.}}$	кг/с	9,740			
	м³/с	0,048			
Температура на выходе из реактора, $t_{\text{г}}$	при верхнем отборе °C при кондуктивном отборе °C	500,10			
Тепловая мощность газа $N_{\text{п.г.}}$	МВт	500,00			
Коэффициент полезного действия газификации	%	0,867			

Рис. 1. Характеристики процесса газификации каменного угля

Перерабатываемое сырьё подаётся в камеру газификации блока предварительной газификации, где осуществляется его газификация в присутствии газифицирующего агента. Образовавшийся газообразный продукт поступает в термохимический реактора, где окончательно газифицируется. Из термохимического реактора полученный синтез-газ проходит через систему очистки и поступает в конденсатор, где конденсируется. В результате в качестве готового продукта получается бιονефть. Сконденсированная в конденсаторе вода с помощью насоса подаётся обратно в систему в виде перегретого пара, получаемого в процессе конденсации парогазовой смеси. Неконденсируемые газы используются в качестве плазмообразующего агента пароперегревателей.

Себестоимость бионефти, полученная в результате расчетов, составляет 0.28 руб/л.

Сконденсированную бионефть можно использовать как самостоятельный продукт в качестве топлива. Или подвергнуть дополнительной переработке с получением товарной продукции: метанола, диметилэфира или моторных топлив с использованием традиционных аппаратов нефтегазоперерабатывающей промышленности.

При решении поставленной задачи большое внимание должно уделяться созданию безотходной, компактной модификации установки, обладающей высокой надежностью, долговечностью, безопасностью в эксплуатации, низкими производственными и эксплуатационными затратами.

Необходимо сделать упор на реализацию в проектируемой установке рабочего процесса, обеспечивающего ей энергетическую, экономическую и экологическую эффективность.

Актуальность работы связана с необходимостью разработки высокоэффективного и экологически безопасного способа получения жидкого топлива из отходов каменного угля, что достигается его газификацией с последующим получением жидкого топлива. Выполнение двух этих принципов является важнейшим условием нормального функционирования и развития современной промышленности.

В ходе данной работы были проведены расчёты: технических характеристик и геометрических размеров термохимического реактора; геометрических параметров основных функциональных устройств, входящих в блок термохимического реактора; массового и энергетического балансов; получены характеристики процесса газификации дробленого каменного угля (Рис.1 и Рис.2).

1	2		3	4	5
Воздух на горение	Теоретически необходимое количество воздуха на горение L_0		$\frac{кг}{кг}$ $\frac{с}{л.д.}$		
				0,70	
	Коэффициент избыточного воздуха σ_a		-	0,0000	
	Расход воздуха на горение G_a		кг/с м ³ /с	4,503 3,498	
Дымовые газы из дожигающей	Температура воздуха, вводимого в дожигатель t_a		°C	27	
	Состав дымовых газов	CO ₂	%	3,50	
		H ₂ O	%	42,00	
		O ₂	%	8,28	
		SO ₂	%	0,04	
		N ₂	%	46,18	
	Выход дымовых газов на пиролизный газ		$\frac{м^3}{м^3}$ $\frac{кг}{кг}$	2,23	
	Расход дымовых газов $G_{д.г.}$		кг/с м ³ /с	0,12 0,11	
	Температура выхода дымового газа, (вых)		°C	574,91	
	Теплосодержание дымовых газов при (вых), $U_{д.г.}$		кДж/м ³	1220,42	
	Тепловая мощность дымовых газов на выходе из дожигателя N_x		МВт	132,05	
Реактор	Объём реактора U_D		м ³	0,00	
	Максимальная разовая нагрузка $G_{раз}$		кг	41,67	
	Габаритные размеры реактора	Диаметр	мм	2000	
		Высота	мм	7700	

Рис. 2. Характеристики процесса газификации каменного угля

Максимальная производительность по дробленому каменному углю зависит от габаритных размеров установки. В процессе работы возможно снижение производительности при неизменных габаритных размерах установки.

Вышеизложенное в работе - это аргумент в пользу превращения отхода производства, а именно угольной пыли, в дешёвое сырьё. Из которого возможно извлекать ряд, полезных для страны, продуктов

Литература

1. Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом (обзор). Железная Т.А., Гелетуха Г.Г. – Экологии и ресурсосбережение. – 2000 – №2 – с.3-10
2. Преимущества создания когенерационных станций в сравнении с традиционными электростанциями. П.А. Кузнецов, С.В. Борщевский, С.В. Масло: Проблемы недропользования – сборник научных трудов, часть 1, Питер 2014;
3. [potram.ru] - Российско-Чешско-Филиппинская компания "Конструкторское бюро Климова"
4. [eg-oil.ru]–«ЕВРОТЭК»: нефтепродукты оптом
5. [ximuk.ru] – «Химик», сайт о химии

П.А. КУЗНЕЦОВ, О.А. СТЕПАНОВ, А.В. ЮДИН

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьёва

СТРУКТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Все изменения, как количественные так и качественные, происходившие в промышленном электро-снабжении за последние годы, придали этому вопросу особую значимость, так как уже в настоящее время прирост потребления реактивной мощности существенно превосходит прирост потребления активной мощности. Всё большую долю в общем объеме суммарных нагрузок занимают резкопеременные нелинейные нагрузки с повышенным потреблением реактивной мощности:

- вентильные преобразователи для электроприводов постоянного и переменного тока, использующие для работы нелинейные элементы;
- термические установки, такие как индукционные и электродуговые печи;
- развивающиеся новые системы рекламы и освещения, а также, допустим, системы импульсных блоков питания компьютерной техники, и т. п.

Одним из важных и основных вопросов, которые решаются как на проектировочной стадии, так и на стадии эксплуатации систем промышленного электроснабжения, является вопрос о компенсации реактивной мощности [1, 3].

Идеей разработки является проектирование структуры установки компенсации реактивной мощности, работающей в автоматическом режиме (АУКРМ) основываясь на функции текущего измеренного значения $\cos\varphi$. Основным элементом системы является регулятор реактивной мощности DCRK5.

АУКРМ является комплектной многокомпонентной системой, состоящей из компенсирующих устройств (КУ), – четырех блоков, содержащих: силовой конденсатор с разрядным дросселем, исполнительных устройств (ИУ) – четырех конденсаторных контакторов, защитного устройства (ЗУ), состоящего из разъединителя нагрузки и предохранителей, вентиляционного устройства (ВУ) – для охлаждения установки, а также системы управления – регулятора реактивной мощности (РРМ). Всё перечисленное оборудование устанавливается в соответствующей оболочке (шкафу).

Регулятор имеет 3 - х разрядный светодиодный семисегментный дисплей параметров сети - адаптированный для работы в российских температурных условиях, и четыре кнопки для задания параметров. DCRK оснащен последовательным интерфейсом RS-232 для быстрой установки и передачи информации о параметрах сети на компьютер. Внешний вид устройства показан на рисунке 1.

Измерительная система регулятора определяет реактивную и полную составляющие тока в компенсируемой электросети. По этим значениям вычисляется фазовый сдвиг между основными гармониками тока и напряжения, который сравнивается с установленным (заданным) значением коэффициента мощности регулятора. В случае наличия расхождения, с выходов регулятора поступают сигналы на подключение или отключение ступеней конденсаторных батарей. Причем, устройство управляет контакторами ступеней таким образом, чтобы минимизировать число переключений. При выборе конфигурации ступеней контроллер учитывает множество факторов, таких как: мощность каждой ступени, число операций, полное время использования ступеней, время переподключения и т.д.

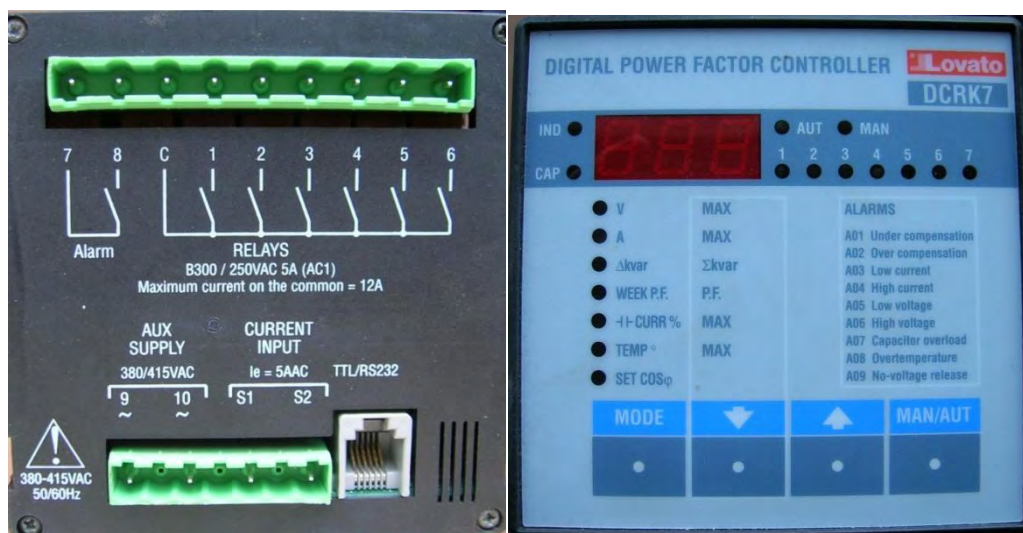


Рис. 1. Внешний вид регулятора DCRK5

Структура регулятора представляет собой аналого-цифровую систему автоматического регулирования с отрицательной обратной связью по реактивной мощности.

Регулятор состоит из следующих основных модулей: датчиков тока и напряжения (ДТ и ДН); микроконтроллера с энергонезависимой памятью (МК), электронного пятиканального ключа (ЭК), управляющего промежуточными реле (P1...P5); источника питания (ИП); кнопок управления (SB1...SB4); светодиодной индикации (HL1...HL18) и трехразрядного семисегментного светодиодного дисплея (HG1).

Обработку сигналов, полученных с датчиков тока и напряжения, выполняет микроконтроллер, с помощью его же организовано управление светосигнальной индикацией и функциями задания и хранения установок.

Входными сигналами являются напряжение и ток. Напряжение к ДН подаётся непосредственно из подключенной сети (400 В). Ток к ДТ подаётся от вторичной обмотки измерительного трансформатора тока ТТ включенного в цепь контролируемой сети со стандартным выходом 5 А. В датчиках сигналы гальванически изолируются и нормализуются для правильного функционирования системы регулирования.

На основе информации о токе и напряжении, поступающей на аналогово-цифровой преобразователь микроконтроллера, вычисляется сигнал, пропорциональный реактивной мощности, со знаком, определяющим характер нагрузки: индуктивный или ёмкостной.

Сигнал сравнивается с шириной зоны чувствительности (регулируется в диапазоне от 5 до 600 с, заводская установка – 60 с) – коэффициента, который указывает скорость переключения контроллера. Высокая чувствительность обеспечивает более быстрое регулирование, но с большим числом переключений, при низкой чувствительности регулирование происходит медленнее и с меньшим количеством переключений.

Значение чувствительности соответствует времени, на которое контроллер задерживает реакцию к изменению реактивной мощности, эквивалентной самому маленькому шагу. Для больших изменений мощности время будет более быстрое согласно критериям обратной пропорции. Рассмотрим это на примере: чувствительность установлена в 60 с, минимальная ступень (шаг) 25 кВАр, системе требуется 50 кВАр, чтобы достигнуть требуемого $\cos\phi$: тогда контроллер будет ждать $60/2=30$ с перед подключением конденсаторов (отображается миганием светодиода *AUT* на лицевой панели) [2].

При выходе сигнала за верхнюю границу зоны чувствительности формируется команда на отключение секций силовых конденсаторов, а при выходе сигнала за нижнюю границу – команда включения секций конденсаторов.

Распределение команд управления по каналам осуществляется с задержкой времени от 5 до 240 с, необходимого для разряда конденсаторной батареи.

Электронные ключи реализуют преобразование команд управления, поступающих с выходных каналов микроконтроллера, и непосредственно управляют мощными промежуточными реле, контакты которых включены в цепь катушек силовых контакторов, коммутирующих секции конденсаторных батарей. Срабатывание промежуточных реле сопровождается световой индикацией на передней панели регулятора.

На светодиодном цифровом дисплее отображается значение текущего коэффициента мощности, или при выборе с помощью кнопок управления последовательно: величины напряжения, тока, необходимой мощности батареи для достижения заданного коэффициента мощности, температуры, и др.

При обнаружении контроллером аварийной ситуации в системе, на дисплее высвечивается мигающий код аварии. Каждая авария может вызывать соответствующую реакцию реле аварии, задержанного или немедленного отключения ступени и т.д., согласно запрограммированной настройке.

В регуляторе реактивной мощности *DCRK5* применён 8-битный микроконтроллер серии *78F0034B* производства компании *NEC*, имеющий встроенную высокоскоростную оперативную память объёмом 1024 бит и флэш-память 32 кбит, которую можно программировать через трёхпроводной последовательный интерфейс ввода-вывода или *UART*-интерфейс, обладающий скоростью передачи данных от 39063 до 187500 *bps* в зависимости от напряжения питания.

Для ввода аналоговых сигналов служит 10-ти битный АЦП на 8 каналов. Напряжение питания микросхемы от 1,8 до 5,5В. Рабочая температура от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$.

Реализация спроектированной по данной структуре установки позволяет поддерживать коэффициент мощности на уровне $\cos(\phi)=0,98$, что в свою очередь разгружает питающие сети предприятия, поддерживает требуемое напряжение в узлах потребителей и в целом дает экономию электрической энергии 10%.

Литература

1. Развитие защит шахтных электрических сетей. П.А. Кузнецов, С.В. Борщевский: Перспективы развития горного дела и подземного строительства – сборник научных трудов, Киев 2013.
2. Инструкция по эксплуатации Automatic power factor regulators DCRK5- DCRK7- DCRK8- DCRK12. Lovato Electric S.P.A. 24020 Gorle (Bergamo) Italia.
3. Ильяшов В. П. Конденсаторные установки промышленных предприятий. М.: «Энергия», 1972. 248с. с ил.
4. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 176с.

В.А. САСАРОВ, М.А. ФЕДОРОВА, П.В. КОРШУНОВ, И.Н. НОВИКОВ
Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ В ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

На сегодняшний день углеводородное топливо является основным источником энергии и альтернативы ему не предвидится ещё долгое время. Основная проблема состоит в том, что количество углеводородного топлива в виде полезных ископаемых уменьшается, и темпы роста потребностей человечества в энер-

гии приводят к исчерпыванию этих ресурсов. Сейчас главенствующую роль в энергетике играет природный газ и нефть, а уголь, не является столь же востребованным, хотя его запасы в 5-6 раз превосходят запасы нефти и в 6-7 раз газа. Эта оценка исходит из экономически извлекаемых запасов угля, на самом деле их значительно больше. Прогнозные запасы угля, доступного к разработке, оцениваются в 2,5-3 трлн. тонн. Низкая популярность угля, по сравнению с его углеводородными аналогами связана с тем, что, в отличие от угля, нефть и газ используются в качестве сырья для органического синтеза.

На угледобывающих предприятиях в больших количествах в качестве отхода образуется угольная пыль, на утилизацию которой, в настоящее время, тратятся большие средства.

Одним из способов утилизации угольной пыли предложена её газификация и дальнейшее использование синтез-газа. Этот газ можно очистить от таких вредных примесей, как соединения серы, он может быть использован не только как горючее, но и как химическое сырьё.

В качестве положительного опыта утилизации горючих газов шахтных производств можно привести мобильные когенерационные станции. Энергия газа-метана, сжигаясь в двигателях внутреннего сгорания, используется для выработки электрической и тепловой энергии [1].

Установка газификации угольной пыли оснащена теплообменником, для получения горячей воды. Поэтому эффективность установки следует определять по коэффициенту полезного действия и эффективности получения горячей воды в целом.

Прототипом установки, работающей на угольной пыли, может являться установка, спроектированная ООО «Новая Энергия» в 2012 году для работы на опилках. (Рис.1). В настоящее время она стоит и работает в Латвии.

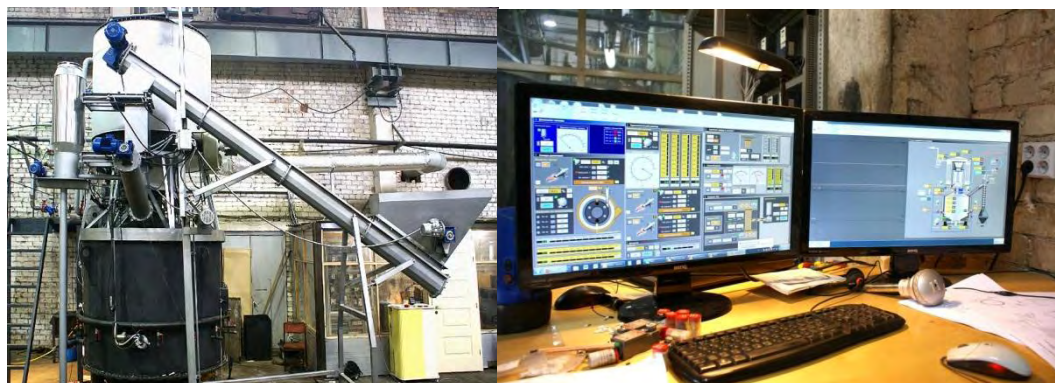


Рис. 1. Установка газификации древесных опилок и пульт управления установкой газификации древесных опилок

Реализованный в установке рабочий процесс, обеспечивает ей энергетическую и экономическую эффективность, соблюдение всех современных норм на выбросы вредных веществ в окружающую среду. Установка осуществляет получение и последующее сжигание пиролизного газа из каменного угля. Рабочий процесс сжигания базируется на использовании термического разложения, окисления и других химических превращений исходных компонентов в соответствии с современными нормами[2].

Актуальность проведенной работы обусловлена необходимостью разработки технических и технологических решений, обеспечивающих высокоэффективное и экологически безопасное сжигание твердого топлива, что было достигнуто его газификацией с последующим сжиганием получаемого синтез-газа в котлах, камерах сгорания или ГТУ.

Серьезным препятствием на пути широкого применения газификации угля является относительное усложнение установок (добавляется газогенератор) и меньшая в сравнении с природным газом теплотворная способность. Эти недостатки незначительны по сравнению с преимуществами, которые несет в себе газификация углей: это низкая стоимость электро- и теплоэнергии, это более чистые выбросы по сравнению с простым сжиганием углей в топках и более высокий термический КПД установок. Также, в связи с истощением газоносных и нефтеносных слоев, газификация угля становится особенно актуальной.

Следует отметить, что если использовать в качестве газифицирующего агента не уголь, который можно продать в чистом виде, а отход угледобывающей промышленности – угольную пыль, то мы получаем бесплатное сырьё для установки газификации.

Существуют удаленные предприятия, например, предприятия по добыче полезных ископаемых, в данном случае – угольной промышленности. Необходимым ресурсом для их функционирования является тепловая энергия, в частности горячая вода, идущая на отопление и горячее водоснабжение помещений пребывания персонала.

Есть 3 основных способа получения горячей воды на таких удаленных промышленных объектах: установка котельной, работающей на сжигании угля (газа), электрические водонагреватели и использование установки для газификации угля.

Электрические водонагреватели - этот способ будет иметь самые низкие капитальные вложения и отчисления на амортизацию, так же, водонагреватель прост в обслуживании. Но расходы электроэнергии для нагревания воды будут огромны. А учитывая стоимость электроэнергии для промышленных предприятий, порядка 6 рублей за кВт, то эксплуатационные расходы будут колоссальны, что сразу свидетельствует о том, что этот способ будет экономически неэффективным и не рентабельным в среднесрочной и долгосрочной перспективах.

Котельная, работающая на сжигании угля - один из самых популярных способов получения горячей воды. У него довольно большие капитальные затраты, это связано с дороговизной и сложностью устанавливаемого оборудования и монтажа. Расходы на обслуживание не превышают расходы на эти цели у подобного оборудования (угольных и мазутных котелен)[3-4].

Установка для газификации угольной пыли теплообменником, совмещает в себе соизмеримые с угольной котельной капитальные вложения и эксплуатационные расходы. При этом, установка выполняет важные экологические функции: значительное снижение выбросов вредных веществ, по сравнению с угольной котельной, за счёт применения уникальной вихревой камеры сгорания, и уничтожение угольной пыли, на утилизацию которой тратятся большие средства. С некоторой доработкой системы очистки газа, установку можно перевести в режим работы на твёрдых бытовых и промышленных отходах.

Так как газ после камеры дожигания использован в теплообменном аппарате, то полезно используемым теплом можно считать физическое тепло сухого газа и водяных паров, физическое тепло паров смолы и потенциальное тепло смолы, потенциальное тепло генераторного газа. Тогда тепловой КПД процесса будет равен: $\eta_m = 88,5\%$ [4-5].

Максимальная производительность, при заданных размерах пилотного газификатора (500 на 500 мм), по угольной пыли 1650кг в сутки. В процессе работы возможно снижение производительности при неизменных габаритных размерах установки.

В предложенной установке, в качестве сырья, помимо угольной пыли, можно использовать опилки. Это никак не повлияет на конструкцию самой установки, но изменится покупное оборудование (понадобится сушилка для влажных опилок). При этом выход горячей воды уменьшится, в связи с более низкой теплотой сгорания опилок.

Себестоимость горячей воды, полученной: посредством газификации угля - $U_{\text{выр}}^B = 154,05$ руб/м³; в угольной котельной - $U_{\text{выр}}^B = 224,74$ руб/м³; с помощью электрического водонагревателя - $U_{\text{выр}}^B = 520,7$ руб/м³. Полученные себестоимости, при прочих равных условиях, показывают, что экономически более эффективным, является получение горячей воды посредством газификации угля.

В целом, можно обоснованно утверждать, что предложенная конструкция установки имеет ряд преимуществ перед угольной котельной:

- высокий тепловой КПД установки 88,5%;
- низкий уровень вредных выбросов за счет применения оригинальной конструкции вихревой камеры дожигания Российского производства (высокая полнота сгорания);
- пусковые горелки, при выходе установки на рабочий режим, могут быть отключены;
- установка может работать на различных типах сырья, без изменения конструкции (дробленый уголь, угольная пыль, опилки; биологические отходы, ТБО – при добавлении системы очистки);
- установка территориально неприхотлива;
- установка может выдавать различный выходной продукт (при установке теплообменника – горячая вода, при установке паровой турбины – электроэнергия, при совместной установке – и то и другое).

Использование газификации угольной пыли, может решить проблему с её утилизацией. В то же время она является бесплатным топливом для данной установки. Полученный синтез-газ может частично покрыть потребность в природном газе и нефти, и решить частично проблему теплоснабжения удалённых угольно добывающих предприятий.

Литература

1. П.А. Кузнецов, С.В. Солёный Перспективы внедрения микросетей или виртуальных электростанций в Донбассе. Сборник научных трудов конференции «Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых», Донецк 2014.
2. [standartgost.ru] – открытая база ГОСТов и норм.
3. Дешалит Г.И. Расчеты процессов газификации топлива, 1959г.
4. Федосеев С.Д., Чернышев А.Б. Полукоксование и газификация твердого топлива, 1960 г.
5. Методические указания по курсовому проектированию газогенераторов и промышленных печей. Технический редактор А.И. Панкратов, к.т.н. доц. Л.А.Бровкин.-Иваново,1962-80с.

Д. А. АВДИЯНЦ

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕРНА В НИЗКОПОРОВОМ КАРБОНАТНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

Лабораторные исследования образцов кернового материала горных пород позволяют получить обильную геофизическую информацию, используемую при интерпретации каротажных данных.

Объектом исследований являются карбонатные кавернозные коллекторы с многокомпонентным составом скелета одного из месторождений Восточной Сибири. Наиболее часто встречающиеся значения коэффициентов общей пористости коллекторов изменяются в диапазоне 6-9%.

В работе выполнена обработка и анализ лабораторных исследований керн по трем скважинам Зеленого месторождения с целью определения граничных значений фильтрационно-емкостных свойств и получения зависимостей для расчета коэффициентов пористости и нефтенасыщенности. Построена объемная минеральная модель пород и произведено сопоставление результатов интерпретации каротажных данных с результатами исследования образцов керн.

Сделан вывод о том, что полученные результаты анализа лабораторных исследований керн дают информацию, не отражающую реальную модель пород, что связано, во-первых, с кавернозной структурой пустотного пространства, и, во-вторых, с гидрофобной природой карбонатного коллектора.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Соколова Т. Ф.

БЕККЕР А. С.

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина

ПРИМЕНЕНИЕ БИЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ СТРАТЕГИЙ И ОБЪЕМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДОГОВОРНЫХ РАБОТ

Объектом исследования являются конфликтные ситуации, возникающие при выборе заказчиком и подрядчиком стратегий и объемов финансирования договорных работ. Математической моделью, применимой для разрешения таких ситуаций, является биматричная игра. Под решением биматричной игры понимают равновесие по Нэшу, нарушение которого невыгодно для обоих игроков. Разрешение представленной задачи (в общем случае) аналитически невозможно, поэтому необходим специальный математический аппарат – билинейное программирование. Его особенности показаны на примере конфликтной ситуации между заказчиком и подрядчиком в процессе выбора оптимального варианта технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и его финансирования.

В работе для каждого из игроков составляются матрицы эффектов (затрат, потерь и выгод) при реализации различных технических стратегий обеспечения безопасности обслуживаемого оборудования (ТОиР). В дальнейшем по различным критериям (Вальда, Сэвиджа, Гурвица и др.) производится оценка выбора игроками каждой из технических стратегий. Показывается, что после нормировки значений стоимости выполнения ТОиР для определенных стратегий и по указанным критериям формируется биматричная игра, матрицы которой содержат балльные оценки.

Результат решения такой игры с помощью аппарата билинейного программирования показывает о какой технической стратегии и по какому экономическому критерию смогут договориться конфликтующие стороны, т.е. выбрать оптимально согласованную стратегию и критерий ее оценки. Таким образом, на примере этой задачи показывается как метод согласования сложных решений, так и особенности билинейного программирования в вопросе разрешения конфликтных ситуаций.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Степин Ю. П.

К. А. ГОРИДЬКО

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С ЭЛЕМЕНТАМИ ЭЖЕКТОРНОГО ПРЕДВКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ МНОГОФАЗНОЙ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сепарация газа в затрубное пространство скважины приводит к снижению КПД системы «насос-подъемник», а существующие мультифазные предвключенные модули не обеспечивают энергоэффективных режимов работы погружной насосной установки при высоких содержаниях газа (свыше 50 % по объему). Целью работы является исследование характеристик нового диспергирующего устройства на приеме погружного электроцентробежного насоса (ПЭЦН), основанного на принципе энергоэффективного обмена активного и пассивного потоков в камере смешения диспергирующего устройства. Диспергирующее устройство представляет собой жидкостно-газовый эжектор (ЖГЭ), установленный между секциями ПЭЦН таким образом, чтобы обеспечить максимальный отбор свободного газа, отведенного в затрубное пространство скважины в процессе сепарации.

Проведены стендовые исследования режимов работы системы «ПЭЦН-ЖГЭ-ПЭЦН» в модельных условиях, приближенных к реальным промышленным.

В результате проведенных испытаний получены напорно-энергетические характеристики ПЭЦН с различными давлениями газожидкостной смеси на приеме исследуемой секции ПЭЦН. Получены безразмерные деградационные характеристики ПЭЦН. Разработана зависимость эффективности работы системы: «ПЭЦН-ЖГЭ-ПЭЦН» от дисперсности газожидкостной смеси и давления на входе в насос. Проведен сравнительный анализ предшествующих результатов испытаний ПЭЦН и фактических результатов исследования системы: «ПЭЦН-ЖГЭ-ПЭЦН» на газожидкостных смесях.

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

Е.И. ДОЛГАЧЕВА

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ СУГ

Рост газовой составляющей в топливно-энергетическом балансе страны в последнее время прослеживается наиболее четко. Актуальным становится использование альтернативных видов топлива, в частности, СУГ.

Основными мировыми поставщиками СУГ являются США, Саудовская Аравия и Китай. Россия на настоящий момент занимает четвертое место, что составляет 10-15% долю рынка. В нашей стране основным производителем СУГа выступает ПАО «СИБУР Холдинг», охватывающий порядка 38% рынка. Его основные конкуренты – АО «Газпром-газэнергосеть»-19% и ПАО «Роснефть»-10%.

В ходе исследования проведена сравнительная характеристика СУГ с конкурентными видами топлива по основным критериям. В результате, по соотношению общих расходов на производство углеводородного сырья СУГ занимает второе место, однако его крупномасштабная реализация ограничена из-за ряда трудностей, связанных с физико-химическими свойствами газа, в частности, с высокой взрывоопасностью. В работе проведена оценка основных направлений его использования, построены соответствующие аналитические модели.

На внутреннем рынке основными регионами-потребителями являются Республика Дагестан (15%), Астраханская область (9%) и Ставропольский край (6%). Нефтепереработка, занимающая 30% рынка, является одним из приоритетных направлений. Перспектива видится в реализации проектов программы нефтегазохимии. Потребление СУГ в коммунально-бытовом сегменте (22%) в обозримом будущем останется неизменным. Использование СУГ на АГЗС (12%) считается одним из наиболее перспективных направлений, несмотря на небольшую долю рынка. Актуальным становится применение энергосервисных контрактов.

Существует возможность развития экспортного направления реализации СУГ. Основными импортерами являются западные страны (35%). Отмена экспортных пошлин и внедрение новой системы ценообразования должны расширить и упрочить производство сжиженных углеводородных газов в России.

Научный руководитель: доцент, к.э.н., Пельменева А.А.

О.Д. ДУДНИК

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗА

Учет экологического фактора при оценке инвестиционных проектов базируется на взаимосвязи технологической, экологической и экономической информации. Поэтому вопросы экологической безопасности и охраны окружающей среды следует рассматривать наравне с финансово-экономическими аспектами деятельности компании.

В связи с введением строгих ограничений на выбросы вредных веществ в атмосферу, нефтяные компании, реализуя проекты утилизации газа, встают перед выбором оптимального пути развития. С одной стороны, компании вынуждены решать проблему экологического характера – платить штраф за негативное воздействие на окружающую среду либо модернизировать собственную инфраструктуру, требующую больших капиталовложений, с целью повышения эффективности использования газа. С другой стороны, решить, как перерабатывать и утилизировать добытый газ, ориентируясь на выгоды в долгосрочной перспективе.

В работе методологически обоснован подход, позволяющий при оценке экономической эффективности проектов учитывать экологический эффект от реализации на примере проекта утилизации попутного нефтяного газа. При проведении оценки на основе данного подхода лучшие экономические показатели будут иметь проекты, снижающие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

В целях анализа результативности применения разработанной концепции и методики комплексной оценки проектов рационального использования попутного газа представлен расчет эффективности отобранных технологий на основе традиционного подхода оценки инвестиций и с применением разработанной комплексной методики на действующем месторождении.

Предложенный подход к формированию экономического механизма недропользования позволит предприятиям нефтегазового комплекса выйти на качественно новый уровень и выявить дополнительные возможности для планомерного развития в части экологических и экономических составляющих производственной деятельности.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Э.А. Крайнова

Н.О. ЕВСТЕГНЕЕВ, А.О. ГОРБУНОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕВОДЯНОЙ СМЕСИ

Внедрение в Российской Федерации требований ГОСТР8.615-2005, устанавливающего характеристики извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа, в том числе точность измерения расхода жидкости, объема свободного нефтяного газа и обводненности, потребовало разработки и внедрения нового оборудования по замеру данных характеристик.

Целью данной работы является разработка измерительного устройства для непрерывного определения влагосодержания нефтеводяной смеси транспортируемой по трубопроводу. Принцип работы устройства основан на анализе изменения температуры протекающей через устройство смеси нефти и воды до и после обработки волнами СВЧ. С целью повышения точности измерения, перед обработкой волнами СВЧ из смеси образуется водно-нефтяная эмульсия посредством воздействия ультразвуком.

Ожидаемым результатом исследования является получение патента на полезную модель с дальнейшим подтверждением эффективности предлагаемого измерительного устройства на создаваемой экспериментальной установке.

Учитывая, что Российская Федерация является одним из мировых лидеров по добыче углеводородного сырья, при правильной организации работы с потенциальными разработчиками измерительной аппаратуры и компаниями осуществляющими добычу нефти, можно ожидать успешного внедрения данного устройства в отрасль с высокой рентабельностью в течение длительного времени.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Антипов

А.В. ЕВСЮКОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

УЧЁТ СТЕПЕНИ ВЫТЕСНЕНИЯ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ЦЕМЕНТИРОВАНИИ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ

Работа посвящена оценке влияния подачи насосов цементировочных агрегатов на степень вытеснения (концентрацию) промывочной жидкости. Уменьшение концентрации тампонажного раствора за счет загрязнения промывочной жидкостью влечет за собой изменение его первоначальных свойств и может послужить причиной заколонных перетоков, проявлений и других аварий. Расчеты режимов цементирования проведены с использованием модели, изложенной в [1].

Разработано программное обеспечение для расчетов режимов цементирования обсадной колонны с помощью среды разработки BorlandDelphi с учетом минимально необходимой концентрации тампонажного раствора, полученной из статистических и экспериментальных данных для конкретного месторождения или куста скважин.

Проверена справедливость работы программного обеспечения по сравнительным расчетам прямого одноступенчатого цементирования в соответствии с методикой [1] и методикой [2]. Показано, что учёт концентрации тампонажного раствора может привести к некачественным результатам цементирования (уменьшению прочности цемента). Представлены графики определения объема тампонажного раствора, необходимого для достижения минимальной концентрации, обеспечивающей качество цементирования в условиях рассматриваемого месторождения, в зависимости от расхода цементировочных агрегатов. Отмечено, что наилучшее вытеснение промывочной жидкости из заколонного пространства не всегда достигается в случае турбулентного режима течения и зависит от реологических показателей используемых жидкостей.

Литература

1. Леонов, Е.Г. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: учеб. для вузов: В 2 частях. Ч. 1: Гидроаэромеханика в бурении / Е.Г. Леонов, В.И. Исаев. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. - 413 с.

2. Соловьев Е.М. Задачник по заканчиванию скважин: Учеб. пособие для вузов. - М.: Недра, 1989. - 251 с.: ил.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Исаев

НАЛОГОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НГС РОССИИ

Нефтяная и газовая промышленность характеризуются значительным дефицитом отечественных инноваций и требуют внедрения современных наукоемких технологий на каждой стадии единого производственного процесса от геологоразведки углеводородов до их переработки.

Анализ мирового опыта свидетельствует о наличии тесной связи между привлекательностью хозяйственной деятельности для недропользователей и уровнем развития налоговой системы. В частности, наибольшее внимание эксперты уделяют стимулированию инновационных процессов, выступающих ключевым фактором развития нефтегазового сектора в долгосрочной перспективе.

В исследовании предлагается несколько вариантов стимулирования инновационного развития нефтегазового сектора России посредством применения инструментов налоговой политики. К ним относятся введение к формуле расчёта НДС по нефти дополнительного понижающего коэффициента, характеризующего применение недропользователем инновационных технологий и введение налоговых каникул (льгот) по НДС на начальных стадиях нефтедобычи.

Однако сегодняшние реалии таковы: ориентируясь на валовые доходы недропользователей, российская система налогообложения характеризуется недостатком гибкости для одновременного изъятия справедливой природной ренты на старых месторождениях и стимулирования разработки новых. С целью приближения отечественной налоговой системы к более эффективным аналогам старых нефтегазодобывающих стран в течение последних 20 лет в России неоднократно предпринимались попытки сместить налоговую нагрузку с валовых показателей на прибыль или финансовый результат. В связи с этим в статье проанализирована возможность внедрения налогов, базирующихся на экономических результатах деятельности недропользователя – налога на финансовый результат и налога на дополнительный доход.

Научный руководитель: доцент, к.э.н., А.С. Абдулкадыров

П.Е. КОШМАНОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ УВ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ ЕДИНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИМЕНИ Ю. КОРЧАГИНА

Объектом исследования является нефтегазоконденсатное месторождение им. Корчагина. Особенности разработки морских месторождений – высокая сложность работ и повышенные риски при реализации проектов. В процессе разработки месторождения возникли осложнения, которые стали причиной изучения данной темы.

Основная доказанная продуктивность месторождения им. Ю. Корчагина связана с неокомскими и волжскими отложениями. Причем для неокомского надъяруса нефтегазоносность отложений связана с тремя терригенными пластами-коллекторами, когда как волжский ярус представлен карбонатным коллектором. Также ранее предполагалось наличие непроницаемой крышки между залежами. Но по результатам мониторинга разработки месторождения установлена гидродинамическая связь между залежью волжского яруса и газовой шапкой неокома. При этом наблюдается значительный рост газового фактора и осложнения при эксплуатации скважин. Вследствие перечисленных выше факторов выработка запасов и достижение проектных показателей затрудняются.

Цель работы – проанализировать информацию по работе пластов месторождения, показать текущую выработку запасов и на базе моделирования предложить способы оптимизации системы разработки.

Для дальнейшего проектирования на основе модели проводится ретроспективный анализ параметров работы отдельных пластов, учет их взаимовлияния и ведется прогнозирование показателей разработки месторождения по различным вариантам. Полученные результаты анализируются для решения имеющихся проблем и формирования системы разработки, повышающей степень и эффективность выработки запасов углеводородов.

Научный руководитель: к.г.-м.н, доцент О.И. Катаев

Р.М. Муфтахов

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ПУТЕМ НАДСТРОЙКИ ПАРОГАЗОВОГО ЦИКЛА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

На сегодняшний день применение парогазового цикла является одним из наиболее перспективных направлений модернизации и повышения коэффициента полезного действия газотурбинных установок. Вместе с тем, современные технико-экономические условия являются оптимальными для применения данной технологии.

Одним из определяющих условий эффективности парогазового цикла является температура рабочего тела перед турбиной ГТУ. Лишь недавно данный параметр достиг значений свыше 1000 °С, что дает возможность говорить об экономической целесообразности применения данных установок. Вместе с тем, в настоящее время вопрос стабильной, дешевой и высокоэффективной выработки энергии стоит остро как никогда. Так, в республике Крым наблюдаются серьезные проблемы с обеспечением энергии, в частности электрической, потребителям полуострова. В данных условиях парогазовый цикл может оказаться решением вопроса энергетической безопасности полуострова.

В настоящей работе предлагается алгоритм расчета парогазового цикла, выполненный в среде MathCAD. Данная программа позволяет высчитать все основные параметры рабочих тел в различных точках цикла, коэффициенты полезного действия как газотурбинной и паросиловой установки, так и совмещенной парогазовой. Кроме того, выстраиваются графики процессов и высчитывается оптимальное количество отдаваемой теплоты уходящих газов. На основании данной программы проводится комплексный теоретический анализ возможности надстройки парогазового цикла на пять моделей газотурбинных установок. Кроме того, рассмотрены различные варианты соотношения выработки тепловой и электрической энергии для оптимального режима работы установки.

Таким образом, парогазовый цикл является перспективным направлением модернизации газотурбинных установок и может служить одним из залогов энергетической безопасности страны.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.М. Купцов

А.А. ПРОХОРОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА ЮВ0 БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАБОЙНОГО ПАРОГАЗОГЕНЕРАТОРА В НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ НА ПРИМЕРЕ ЮЛТ ПРИОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В 2014 году ПАО «Газпромнефть» приступила к активной фазе работы по проекту «Бажен». При исследовании пласта ЮВ0 Южно-Приобского месторождения компанией-оператором – ООО «Газпромнефть–Хантос» применялось строительство наклонно-направленных и горизонтальных скважин с последующим многостадийным гидроразрывом пласта, однако часто данных ГТМ недостаточно для получения коммерческого притока.

Данная работа посвящена теоретическому и численному исследованию теплового метода воздействия на пласты баженовской свиты посредством циркуляционной закачки пара, стимулирующего разогрев пласта. Изменение термобарических условий с резким повышением температуры вызывает процесс пиролиза керогена с последующим выделением жидких углеводородов. Численное моделирование дает возможность наблюдать за ходом данного процесса в пласте с течением времени и прогнозировать параметры добычи. В результате работы, были собраны и проанализированы промысловые данные, коллекторские и тепловые параметры пластов баженовской свиты Приобского региона, построена расчетная модель ячейки пласта, вскрытого горизонтальным стволом скважины, а также проведен численный расчет прогрева пласта до температур «нефтяного окна» с помощью пакета математического моделирования Comsol Multiphysics 4.4. Фильтрационная составляющая задачи задавалась исходя из модели двухфазной фильтрации воды и нефти с растворенным в ней газом.

Научный руководитель: к.ф. - м.н., доцент М.Н.Кравченко.

А. Э. ФЕДОРОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫТЕСНЕНИЯ ВЯЗКИХ НЕФТЕЙ НА ДЛИННЫХ НАСЫПНЫХ МОДЕЛЯХ. СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

На сегодняшний день для проведения физического моделирования процессов вытеснения нефти различными агентами используют как реальный керн из скважин, так и насыпные модели. Насыпные модели пласта в основном используются при проведении сравнительных экспериментов, позволяющих оптимизировать состав реагента.

Проведение исследований по вытеснению нефти различными рабочими агентами проводят на кер-нах, длиной в среднем 20-1500 мм, но данные виды исследований не отражают характеристики всего пласта. Для получения достоверных данных при физическом моделировании процессов вытеснения существуют условия подобия модели реальному пласту. Физические модели не учитывают морфологию пласта в полной мере, что заставляет прибегать к использованию корреляций.

Для того чтобы проверить влияние геометрического подобия на результат проведения фильтрационных экспериментов, в лаборатории РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина была создана уникальная экспериментальная фильтрационная установка для физического моделирования процессов вытеснения длиной 20 м.

Соответственно целью данных исследований является проведение сравнительных фильтрационных экспериментов по вытеснению вязкой (20 мПа*с) нефти различными агентами (вода, ПАА (5 мПа*с), ПАА (10 мПа*с)) на моделях различной длины.

В данной работе представлены результаты экспериментов по вытеснению нефти водой на моделях различной длины, позволяющих оценить влияние масштабного фактора на коэффициент вытеснения нефти.

Научный руководитель: д.т.н., профессор, Мохов М. А.

А. Э. ФЕДОРОВ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ГАЗОСТРУЙНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА ИЗ СКВАЖИН С ОСЛОЖНЕННЫМИ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

На сегодняшний день приходится сталкиваться с комплексом проблем при эксплуатации скважин, как нефтяных, так и газовых месторождений. Одной из основных проблем эксплуатации скважин, в частности малодобитного фонда, нефтяных месторождений является низкий межремонтный период (МРП). Еще несколько лет назад газлифтный способ эксплуатации считался безнадежно устаревшим и неэффективным в связи с существованием стандартных проблем, одной из которых является повышенное устьевое давление скважин. А наиболее актуальной проблемой при эксплуатации газовых месторождений является проблема освоения обводненных газовых скважин и вывода их на режим.

Одним из способов решения представленных проблем в данной работе предлагается применение газоструйной технологии освоения и эксплуатации нефтяных и газовых скважин с помощью, как устьевых, так и погружных газоструйных аппаратов (ГА). Целью данной работы является экспериментальное исследование характеристик работы ГА для добычи нефти и газа из скважин с осложненными условиями эксплуатации.

В лаборатории РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина проведены стендовые испытания ГА с целью определения критических режимов работы ГА. В работе представлены результаты экспериментальных исследований в виде характеристик работы ГА, а также зависимостей, позволяющих выявить влияние различных параметров на работу ГА.

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

М.М. БОХАН

Самарский государственный технический университет

УСТАНОВКА ГЕЛЕВЫХ ЭКРАНОВ В УДАЛЕННОЙ ЧАСТИ ПЛАСТА

В настоящее время основная доля месторождений России находится на заключительной стадии разработки, которая сопровождается высокой обводненностью добывающих скважин. В пластах таких месторождений вода движется уже по промытым высокопроницаемым зонам, неравномерно распределенных в пласте. Так же данная проблема актуальна и для Западной Сибири, где неравномерность распределения потоков основана на высокой вязкости нефти и других факторах.

Целью данной работы является обоснование рациональности применения физико-химической технологии по увеличению нефтеотдачи, основанной на образовании потокоотклоняющей структуры в удаленной от нагнетательной скважины части пласта. Суть данной технологии заключается в селективном создании гидродинамических сопротивлений в высокопроницаемых, промытых водой слоях и увеличении доли воды, вытесняющей нефть из низкопроницаемых нефтенасыщенных пропластков. Композиция, закачиваемая в нагнетательную скважину, состоит из полимера акриламида, сшивателя и воды. Образование структуры в удаленной части происходит из-за существующего в пласте градиента температур.

Научный руководитель: доцент Л.Н. Хромых

СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОТ СНЕГОВЫХ НАГРУЗОК ПЛАВАЮЩЕЙ КРЫШИ РЕЗЕРВУАРА

Результатом данной научно-исследовательской работы является создание системы, осуществляющей контроль и управление величинами наклона и погружения плавающей крыши резервуара для предотвращения превышения максимально допустимых величин. Разработка является управляемой посекционной системой нагрева и включает в себя измерительную, нагревательную и интеллектуальную части. Измерительная часть состоит из датчиков, осуществляющих контроль угла крена плавающей крыши, а также, позволяющих создать пространственную модель снеговой «шапки». Нагревательная часть включает в себя подогревающие кабели, расположенные под настилом крыши, с разбивкой на сектора, управляемые автономно и вспомогательные кабели. Интеллектуальная часть включает в себя блок управления, с помощью которого проводится анализ всех полученных данных и выбор одного из трех возможных режимов работы системы.

В данной работе был произведен тепловой расчет, рассчитана средняя энергия, затрачиваемая системой в течении года. В качестве примера был рассмотрен 5 снеговой район России, в котором расчетная снеговая нагрузка составляет 3,2 кПа. Также была произведена приблизительная экономическая оценка, в результате которой подтвердилась рентабельность предлагаемой разработки.

Данная система позволит эксплуатировать резервуары с плавающей крышей большого объема в районах со значительной снеговой нагрузкой; управлять нагревом каждой секции отдельно, что экономит значительное количество электроэнергии и упрощает процесс стабилизации крыши. Полная автоматизация позволяет избежать приращения тяжелого и опасного ручного труда и не соблюдения норм эксплуатации плавающей крыши.

Научный руководитель: д.т.н., доцент В.К. Тяг

Л.В. ЗАЙЦЕВ

Самарский государственный технический университет

РЕМОНТ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ УПРАВЛЯЕМОГО ВЗРЫВА

Для ускорения развития газотранспортных систем, а также выполнения ремонтных работ необходимо создать инновационные технологии, внедрение которых позволит значительно сократить использование тяжелой техники, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и ощутимо сэкономить финансовые затраты.

С развитием автомобильных дорог и многократным ростом передвижения по ним тяжеловесного транспорта обусловило появление масштабной проблемы – защиты от повреждений магистральных трубопроводов (МТ) при проседании автомобильных дорог, многие из которых находятся без защитных кожухов. По традиционной технологии создание переходов дорог является трудоемким процессом, нередко определяющим сроки выполнения работ. Способ изготовления переходов МТ через дороги с применением «осторожного взрывания» обладает высокой производительностью и позволяет сократить время завершения работ в (5...8) раз.

Новое инженерное решение основано на совершенствовании ВВ средней мощности – аммонита 6-ЖВ, заключающееся во внедрении в кристаллы аммиачной селитры ультрадисперсного медного порошка, используемого в термитных составах для создания электрохимической защиты МТ. При этом устраняются все модификационные переходы, приводящие к непригодности данных ВВ. Затем с использованием шланговых зарядов на основе указанного ВВ производилось сотрясательное взрывание внутри трубы с обоих концов до появления зазора между трубой и почвой с возможностью эвакуации поврежденного кожуха или трубы. По мере удаления мощным тягачом поврежденного кожуха или трубы в скважину с обратной стороны вставляется новый кожух перехода, что значительно сокращает сроки работ. Указанная методика ремонта переходов была успешно опробована в полигонных условиях с использованием кожуха диаметром 530 мм.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.В. Иоффе

А.С. КИРСАНОВ

Самарский государственный технический университет

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ВЫРЕЗАЕМОЙ ЧАСТИ ТРУБЫ, ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ И ВИДА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВЗРЫВА ИЛИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВНОЙ РЕЗКЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Как известно из литературных источников, например, [1] топливовоздушные смеси (ТВС) при определенных концентрациях способны гореть или взрываться при воздействии на них инициирующим им-

пульсом с энергией импульса более 30 Дж. Схема по оценке инициирующей способности взрывного трубо-реза при прорезании оболочки трубопровода внутренний объем, которой заполнен ТВС взрывоопасной концентрации могут быть реализованы на испытательном стенде, представленном на рис.1.

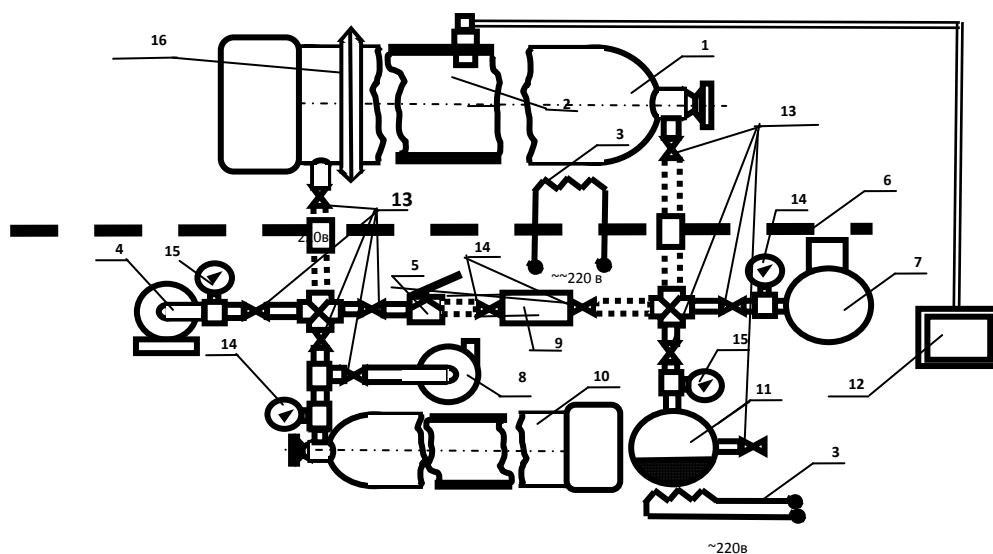


Рис. 1. Схема стенда для испытаний по инициирующему воздействию на ТВС:
 1 – герметичная оболочка с ТВС (корпус газового баллона), 2 - датчик давления,
 3 – нагревательный элемент, 4 –вакуумный насос, 5 – мембранный циркуляционный насос,
 6 – разделительная бронестена, 7 – компрессор с ресивером, 8 – вытяжная вентиляция,
 9 –пробоотборник ТВС, 10 – баллон со сжатым азотом, 11 –испаритель углеводородов,
 12 – регистратор давления, 13 –игольчатый кран, 14 – манометр, 15 –вакуумметр, 16 –взрывной труборез.

Литература

1. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливоздушных смесей РД 03-409-01.
 Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Пойлов

К.В. МАЖАРЦЕВ

Самарский государственный технический университет

О КАЧЕСТВЕ ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ВОЛЬФРАМО-КОБАЛЬТОВЫМ СПЛАВОМ

Пиротехнические составы широко используются в средствах инициирования, применяемых при добыче полезных ископаемых: капсюлях-детонаторах замедленного и короткозамедленного действия, электровоспламенителях, пиротехнических реле.

По классификации продукции пиротехнические составы относятся к продуктам. Качество продуктов характеризуется показателями, среди которых показатели безотказности действия и безопасности занимают особое место.

В работе исследуется воспламенительный состав, который содержит свинец хромовокислый (3-7) масс.%, калий хлорнокислый (40-46) масс. %, свинец роданистый (46-52) масс.%, отличающийся тем, что дополнительно содержит вольфрамо-кобальтовый сплав марки ВК8 в количестве 5 масс.% сверх 100 %, который вводится при синтезе состава в качестве затравки. Сплав ВК8 представляет собой твердосплавную керамическую порошковую композицию черного цвета высокой дисперсности.

В реальных конструкциях пиротехнические составы инициируются в основном тепловым импульсом. Показателем безотказности действия является энергия безотказности и вероятность воспламенения. При исследовании вероятности воспламенения запрессованной навески состава массой 20мг от луча огня ЭВ на основе ТНРС изменялось расстояние от ЭВ до состава. Параллельно испытывался состав, не содержащий сплав ВК8. При расстоянии 10 см оба состава показали 100% воспламеняемость, при расстоянии 20см вероятность составила 80 % против 50 % для не модифицированного состава, при расстоянии 30 см вероятность снизилась до 40 %, а не модифицированный состав показал лишь 20%. Следовательно показатель безотказности действия состава, модифицированного сплавом ВК8 выше.

Показателем безопасности состава является его чув-ть к удару, определенная на приборе К-44-1М. Исследования показали, что введение в состав сплава ВК8 в количестве 5% снижает чув-ть состава к удару на 30% по сравнению с не модифицированным составом, это свидетельствует о повышении его технологической безопасности. Таким образом, введение вольфрамокобальтового сплава ВК8 повышает качество пиротехнического состава.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Г.А. Пономарева
К.И. МАКСАКОВ
Самарский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ASP-ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КИН

Мицеллярно-полимерное заводнение (МПЗ) является одним из эффективных методов повышения нефтеотдачи пласта. В данной работе представлено подробное описание принципа действия ASP-заводнения. Представлен анализ эффективности применения мицеллярно-полимерного заводнения для нескольких месторождений Самарской Области. Проведен прогнозный расчет технологических показателей при ASP-заводнении по методике Швецова. В работе проведен расчет экономической эффективности МПЗ в современных условиях и сделаны выводы о целесообразности его применения.

Научные руководители: к.т.н., доцент Г.А. Ковалева; доцент Л.Н. Хромых

А.В. САВЕЛЬЧЕВА
Самарский государственный технический университет

ВОСПЛАМЕНТЕЛЬНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОВОСПЛАМЕНТЕЛЕЙ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Актуальность совершенствования электровоспламенителя (ЭВ) в конструкциях электродетонаторов (ЭД) обусловлена тем, что, несмотря на появление на рынке альтернативных неэлектрических систем инициирования, электрический способ остается единственно возможным способом в шахтах, опасных по газу и пыли.

Работа посвящена разработке и анализу воспламенительного состава, который получен путем химического соосаждения в водных растворах компонентов в одну стадию, с введением в него в качестве центров кристаллизации модифицирующих высокоплотных тугоплавких компонентов. В качестве таких компонентов используются вольфрамкобальтовые сплавы ВК-8 и ВК-15.

Методом планирования эксперимента получены образцы составов, содержащие 10 масс. % модифицирующих сплавов.

Показано, что эти сплавы, как затравочный материал значительно улучшают форму частиц, приближая ее к правильной, что повышает технологичность воспламенительного состава. Воспламенительные головки, сформированные по штатной технологии, соответствовали требованиям внешнего вида, массе, чему способствовала устойчивость суспензии модифицированного состава в лаке.

Оценка точности времени срабатывания ЭВ проводилась путем использования средней арифметической величины, стандартного отклонения и размаха. Доказано положительное влияние модифицирующих сплавов на время срабатывания ЭВ, сплав ВК-8, показал более стабильные значения. Среднее значение времени срабатывания 4,05 мс, величина стандартного отклонения времени срабатывания (0,2-0,7) мс, размах (0,5-2,4) мс.

Эти сплавы позволяют повысить устойчивость к воздействию случайных блуждающих токов ЭВ, без усложнения конструкции. Значение безопасного тока I_6 для опытных ЭВ составляет 0,47 А, что выше значения безопасного тока ЭВ сформированного на основе состава, не содержащего модифицирующих компонентов (0,45 А).

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.В. Тимонина

С.Д. ФАН
Самарский государственный технический университет

МНОГОСЛОЙНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДНИЩА РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

В качестве альтернативы зарубежным конструкциям резервуаров с двойным днищем, особенно для резервуаров большой вместимости, предложен вариант исполнения днища в виде жесткой трёхслойной конструкции с промежуточным рабочим слоем из пеностекла, с возможностью оснащения конструкции системой обнаружения и локализации утечек.

По результатам анализа многослойной конструкции днища, очевидно более равномерное распределение нагрузки, как на саму конструкцию, так и на опорный фундамент, благодаря чему достигнуто снижение деформаций днища и сохранение его проектной формы, что положительно скажется на уменьшении количества застойных зон, и, следовательно, улучшению общего коррозионного состояния конструкции.

Кроме того, допустимо снижение количества концентраторов напряжений и усталостных трещин. При этом прочностные свойства конструкции увеличивает наполнитель в виде пеностекла, который участвует в восприятии рабочих нагрузок одновременно с внешними слоями, увеличивая несущую способность всей конструкции и обладает теплоизоляционными свойствами.

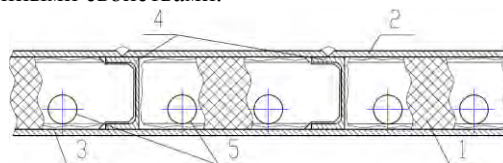


Рис. 1. Поперечный разрез днища типа «сэндвич»

1 – наполнитель из пеностекла, 2 – верхний слой днища, 3 – нижний слой днища, 4 – ребра жёсткости, 5 – отверстия для просачивания жидкости

С точки зрения эксплуатационных качеств, наличие системы обнаружения и локализации утечек позволит уменьшить время на проведение ремонтно-восстановительных работ, а наличие теплоизолирующих свойств промежуточного слоя, позволит уменьшить тепловые потери при хранении продукта в определённых температурных режимах.

Научный руководитель: старший преподаватель М.Р. Терегулов

И.А. ФЕДОТОВА

Самарский государственный технический университет

МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ ТРАНШЕИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ НА УЧАСТКЕ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ГРУНТОВЫХ ВОД

В работе рассмотрена проблема строительства и производства ремонтных работ на участках с высоким уровнем грунтовых вод, где в процессе выемки грунта он начинает размываться и терять свою несущую способность, возникает опасность обрушения стенок и притока воды в траншею.

В качестве сравнения представлены различные способы укрепления стенок котлованов, проанализированы их достоинства и недостатки. В ходе анализа было выяснено, что шпунтовое укрепление стенок является единственно возможным при производстве ремонтных работ на обводненных участках. Также приведены различные типы шпунтов и способы их погружения.

В работе приведен порядок монтажа шпунтового ограждения, установки шпунтов, раскопки и обустройства рабочего котлована для производства работ. Рассмотрена схема движения грунтовых вод к траншее. Были рассчитаны параметры требуемого сечения шпунта, глубина его забивки, параметры устойчивости положения шпунтовых элементов и стенки на различных стадиях разработки котлована, параметры устойчивости днища котлована против выпучивания, минимальная глубина забивки шпунта, расчетное сопротивление элементов и другие показатели.

Научный руководитель: ассистент Н.И. Иванова

А.А. GERMAN

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

ПОДАВЛЕНИЕ ДЕТОНАЦИИ МЕТАНО-УГОЛЬНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ОБЛАКАМИ ХИМИЧЕСКИ ИНЕРТНЫХ ЧАСТИЦ

Рассмотрен метод ослабления и подавления детонационной волны в метано-воздушной и метано-углеводородной смесях облаком химически инертных микрочастиц (SiO_2). Для расчета предела распространения детонационной волны при увеличении концентрации частиц использованы два критерия: уменьшение температуры за передним ударным фронтом ниже температуры самовоспламенения и сравнение размера детонационной ячейки с шириной канала. Найдены массовые концентрации частиц, обеспечивающие подавление волны.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент П.А. Фомин

К.А. ЕФИМОВА

Сибирский государственный индустриальный университет

ПЛАЗМОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДИБОРИДА ТИТАНА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Диборид титана TiB_2 – синтетический сверхтвердый, тугоплавкий, жаропрочный, износостойкий материал, востребованный для производства керметов, огнеупоров, защитных покрытий различного назначения. Новые направления его применения связаны с производством его в нанокристаллическом состоянии. Среди них – защитные смачиваемые катодные покрытия алюминиевых электролизеров и модифицирование металломатричных электроосаждаемых покрытий. Смачиваемое катодное покрытие содержит 90% TiB_2 , 10% Al_2O_3 , наносится на катод в виде водной суспензии и защищает его от разрушающего действия криолито-глиноземного расплава. Металломатричные покрытия на основе никеля, цинка, железа и других металлов осаждаются из электролита - суспензии, содержащего до 10 кг/м^3 нанопорошка диборида титана. При этом нанопорошок диборида является не только наполнителем металлической матрицы, но и выступает в качестве ее модификатора. Образующиеся покрытия имеют мелкозернистую структуру, низкую пористость, высокие коррозионные и механические свойства.

Для синтеза диборида титана использовался промышленный плазмометаллургический комплекс, на основе трехструйного прямоочного вертикального плазменного реактора мощностью 150 кВт. Исследовались два технологических варианта: 1 – $(Ti + B + H_2)$, 2 – $(TiO_2 + CH_4 + B)$. Сопоставление этих вариантов синтеза позволяет выбрать в качестве более перспективного борирование титанового порошка. Нанопорошок диборида титана представлен агрегатами шаровидной формы размером 120 – 500 нм, образованных сообществом округлых частиц достаточного широкого размерного диапазона от 10 до 80 нм.

Предполагается, что по фазовому и химическому составам, уровню дисперсности, основным показателям разработанная технология получения диборида титана является конкурентоспособной и может занять лидирующее положение в производстве диборида для новых сфер применения.

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

Д.Т. НЕУНЫВАХИНА

Сибирский государственный индустриальный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАФИНИРОВАНИЯ СТАЛИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ И РАЗВИТИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕЛЬСОВОЙ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ⁴⁸

Работа направлена на совершенствование технологии непрерывной разливки стали и повышение качества и конкурентоспособности рельсовой металлопродукции АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Обеспечить требования потребителей в существующих технологических условиях производства рельсовой металлопродукции возможно при организации рафинирования жидкой стали на заключительном этапе – при непрерывной разливке. Последней технологической емкостью, где может быть реализована возможность рафинирования жидкой стали, является промежуточный ковш машины непрерывного литья заготовок, в котором организация рационального движения потоков металлического расплава и создание защитного шлакового слоя с определенным комплексом физико-химических свойств позволяют обеспечить рафинирование металла от неметаллических включений. Для проведения исследований гидродинамических процессов в промежуточном ковше четырехручьевого блюмовой МНЛЗ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» был разработан и реализован проект лабораторно-экспериментального комплекса, основным элементом которого является модель 28-тонного промежуточного ковша, изготовленная из прозрачного светопроницаемого материала, модернизирована лабораторная установка для определения температуры плавления шлакообразующих смесей, применяемых для рафинирования металлического расплава от неметаллических включений. Результаты проведенных исследований позволили разработать технические и технологические предложения для совершенствования процесса производства рельсового металла на АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Научный руководитель: к.т.н. С.В. Фейлер

М.Э.ГАРУНОВ

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ (НА ПРИМЕРЕ НУРАН-ХАГСКОЙ ПЛОЩАДИ В КАЛМЫКИИ)

Геофизические критерии поисков и разведки МПИ основывается на проведении комплекса геофизических работ на участках, выделенных по кольцевым космофотоаномалиям. Нефтегазоносность таких структур трактуется приуроченностью к ним магнитного и гравитационного полей, которые располагаются

⁴⁸ Работа выполнена в СибГИУ по государственному заданию Минобрнауки России, проект 2556

в центральной части структуры или по концентрическим линиям различного радиуса. Особенностью данной методики поисков и разведки МПИ является признак отсутствия гравитационных аномалий в местах сильно выраженных магнитных аномалий, что может явиться прямым признаком залежей УВ над последней. Это объясняется компенсацией отрицательной аномалии над залежью УВ нижележащей положительной аномалией, которую обуславливают более плотные и железосодержащие горные породы или флюиды вулканических центров с магнитосодержащими элементами. Примером может служить Нурин-Хагская площадь в Калмыкии, где к ее центральной части приурочиваются отчетливо выраженная магнитная аномалия, которая обусловлена фундаментом сложенным железистыми кварцитами и продуктами вулканов основного материала. Естественно на поверхности Земли должна выделяться положительная гравитационная аномалия, которая не фиксируется ввиду вполне вероятной залежи УВ в верхней части геологического разреза. Для достоверности результатов можно провести сейсморазведочные работы методом отраженных волн (МОВ). МОВ применяется при поисках и детальной разведке УВ и других полезных ископаемых, обеспечивая высокую детальность, разрешенность и точность изучения геологической среды. Применение МОВ дает возможность выявить структурные и неструктурные ловушки полезных ископаемых, особенно нефти и газа, определить глубину и форму этих структур, получить данные о литологии, фациальном составе пород, о характере флюидов, насыщающих поровое пространство горных пород в пределах интересующей структуры.

Литература

- 1 Харченко В.М. Структуры центрального типа их связь с МПИ. Автореферат 2012г.
2. Бондарев В. И. Основы сейсморазведки. Учебное пособие для вузов. Екатеринбург: Издательство УГГТА52003.332с.
3. Павленкова, Н.И. Ротационные движения крупных элементов Земли и глобальная геодинамика [Текст] / Н.И. Павленкова // Ротационные процессы в геологии и физике. – М.: КомКнига, 2007. - С.103-115. Научный руководитель: д. г.-м.н. В.М. Харченко

К. С. ГОЛОВАНОВ

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

В работе предполагаются новые методы поисков и разведки редкометальных залежей в неогеновых песках на территории Ставропольского края, опираясь на изучение известного Бешпагирского месторождения.

Приводятся перспективы их возможного распространения, основанные на результатах дешифрирования космических снимков: выделениях линейных элементов и структур центрального типа (СЦТ) с последующей их интерпретацией на предмет рудоносности. На первом этапе научных исследований проведено дешифрирование космических снимков крупного масштаба и топокарт с составлением карты ландшафтно-геоэкологических условий, изучение дешифрировочных признаков известной рудной залежи в неогеновых песках Бешпагирского месторождения. Проведены работы по отбору проб песков с различных горизонтов, находящихся в непосредственной близости от месторождения. По мало достоверным источникам получены данные о содержании полезных компонентов в рудной залежи (60-80 г/т), что представляет особый интерес для дальнейших исследований.

На основании дешифрирования средне и мелкомасштабных космических снимков и топокарт, выделения линейных элементов и СЦТ и их интерпретации (методом аналогии), выделяются предполагаемые рудные узлы на всей территории распространения неогеновых песков в Ставропольском крае. Предполагается генетическая связь редкоземельных залежей с урано- и золотоносностью.

Таким образом, предложен новый подход для поисков и разведки редкометального оруденения по всему Ставропольскому краю, в местах распространения неогеновых песков (в Ергенинской возвышенности Калмыкии, Ростовской и Волгоградской областях). Дальнейшие исследования известной рудной залежи планируются не только работой по отбору и анализу проб различных песков, но и с применением комплекса магнитной, грави-, радиометрической съёмки и георадарных исследований, для подтверждений залежей в перспективных узловых точках.

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент В. М. Харченко

А. Е. ДОМАРЕВА

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

ЛАНДШАФТНО – ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЁМКА (ЛЭС) И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

В работе предлагается метод ландшафтно – геоэкологической съёмки, который представляет собой развитие и совершенствование известной геологической съёмки и является по существу новым методом не только поисков и разведки полезных ископаемых, но и оценки экологических условий и сейсмичности любой территории.

В 90-е годы прошлого века, впервые составлена карта ландшафтно – геоэкологических условий территории Калмыкии (авторы: Харченко В.М. и др.).

ЛЭС наиболее эффективен для изучения «закрытых» платформенных территорий и горных впадин в пределах складчатых областей, для выявления перспективных площадей на предмет УВ, а также рудных узлов. ЛЭС является основой для определения достоверности, выделяемых при дешифрировании космических снимков и топокарт, структур центрального типа (СЦТ), которые интерпретируются с выделением (согласно известной модели очага землетрясения) геодинамических центров, зон сжатия и растяжения, участков их интерференции и узловых точек, или зон субвертикальной деструкции. Последние имеют особое значение на предмет рудо- и нефтегазоносности.

Результаты использования ЛЭС получены при ландшафтно-геологических исследованиях Бештаугорской площади, с выделением рудоносных узлов, перспективных площадей на минеральные источники, участков возможного радиоактивного загрязнения, площадей затопления и проявления сейсмичности.

В районе г. Крымска в Краснодарском крае, на основе анализа ландшафтно-геологических исследований и теории об избирательных явлениях выпадения осадков (в связи с процессами электромагнитного взаимодействия дождевых облаков с проводниками в земной коре), приводится реальная картина образования аномальной волны в долинах рек, за счёт выплёскивания вод из водохранилища.

Таким образом, предлагаемая ЛЭС является новым наиболее эффективным направлением при комплексном исследовании территории, а практическая значимость её, судя по приведенным примерам очевидна.

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент В. М. Харченко

С. В. КУЛЬЧИТСКИЙ

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОРСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ФАЦИЙ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕЛИЧАЕВСКО- МАКСИМОКУМСКОГО ВАЛА

Восстановление условий осадконакопления песчано-алевритовых пород- коллекторов является одной из основ при поиске и прогнозировании литологических и стратиграфических залежей нефти и газа. Это позволяет повышать качество поиска и прогноза развития пород коллекторов в старых нефтегазоносных районах. В связи с этим повысился интерес геологов-нефтяников к литолого-фаціальным исследованиям.

В представленной работе для решения этой задачи использовались данные гранулометрического анализа терригенных пород нижне-среднеюрских отложений Величаевско-Максимокумского вала.

Были построены для нижне- и среднеюрского комплекса гистограммы процентного соотношения значений медианного диаметра, коэффициента отсортированности, содержания глинистых частиц, карты изменения медианного диаметра, грузоподъемной силы потока и карты палеогидродинамических режимов осадконакопления терригенных образований исследуемой площади в нижне- и среднеюрское время по которой можно оценить закономерности распределения этих параметров.

Сравнивая результаты, полученные по выявлению обстановок осадконакопления отложений нижней и средней юры Величаевско-Максимокумского вала по данным гранулометрического анализа, можно отметить, что в нижнеюрское время на юго-востоке изучаемой площади был установлен средний палеогидродинамический режим, а в средней юре преобладал высокий. В средней юре значительно увеличились зоны существования очень высокого гидродинамического режима. То есть, можно говорить об увеличении гидродинамической активности среды осадконакопления во времени. Вместе с тем можно предположить в средней юре увеличение областей распространения пород - коллекторов и улучшение их коллекторских свойств, поскольку очень высокая и высокая палеогидродинамическая активность среды седиментации способствует накоплению крупнозернистого псаммитового материала с высокими емкостно-фильтрационными свойствами.

Научный руководитель: доцент, к.г.-м.н. З.В. Стерленко

А.С.ШКАЕВ

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

СТРУКТУРЫ РАСТЯЖЕНИЯ, СВЯЗЬ С РУДОНЕФТЕГАЗАНОСТНОСТЬЮ И СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

В работе предлагаются методы выявления, механизм образования структур растяжения(СР), их связь с рудонефтегазаностностью и сейсмичностью, кроме того они представляются как своеобразные сейс-

модислокации, связанные часто с высокобальными землетрясениями. Приводится широкий диапазон примеров разномасштабных СР на территории Северного Кавказа и Предкавказья и особо Красного моря.

На Космических снимках и топокартах разного масштаба СР выделяются по характерному рисунку гидросети, с характерным понижением в центральной ее части, часто заполненного водой. В целом эти СР в плане представляют собой модель «разбитой тарелки», в разрезе – сводовое поднятие с грабенообразным понижением в центральной части. СР образуются в результате импульсных воздействий вертикальных колебательных тектонических движений с разрядкой нормальных (вертикальных) и максимальных касательных напряжений. Образование своеобразных провалов грабенообразной формы связано со сменой восходящих тектонических движений на нисходящие, с разрядкой тектонических напряжений или землетрясениями различной бальности. Таким образом, СР в целом являются очевидными сейсмодислокациями. Наряду с превосходящими вертикальными движениями, характерны и горизонтальные движения по границам слоев с различной плотностью, пластичностью и жесткостью. В процессе разрядки тектонических напряжений образуются трещины отрыва (вертикальные) и скалывания (наклонные), которые являются проводниками различных флюидов. По пути движения флюидов от очагов нефтегазо- и рудообразования образуются частые нефтегазовые и рудные залежи в благоприятных термобарических условиях, образуя ловушки, при наличии коллекторов и покрышек. СР являются разновидностью структур центрального типа, где выделяются геодинамические центры, зоны растяжения и сжатия, участки их интерференции и узловые точки, последние имеют особое значение на предмет рудо- и нефтегазоносности. Зоны сжатия перспективны на предмет бывших, новейших, современных и будущих очагов землетрясений. Приводятся конкретные СР различного размера: провал г.Машук, оз.Тамбукан, оз.Сенгилеевское, Красное море и др.

Таким образом, изучение и картирование СР имеет важное научное значение с очевидной практической отдачей.

Научный руководитель: д.г.-м.н. доцент В.М.Харченко

Е.Ю. АКИМОВА

Санкт-Петербургский государственный университет

ГЕОХИМИЯ ИЗОТОПОВ БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ В МИНЕРАЛАХ КОРУНДОВЫХ ПОРОД ПРОЯВЛЕНИЯ ХИТООСТРОВ, СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ

В данной работе обоснована эндогенная природа флюида, приведшего к образованию корундсодержащих метасоматитов проявления Хитоостров, известных своим аномально изотопно-легким кислородом, на основании результатов изотопного анализа состава благородных газов из флюидных микровключений в минералах корундсодержащих и вмещающих пород по методике вакуумного дробления. Аргон во флюидных включениях не имеет атмосферной компоненты, отношение $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ от 4500 до 8200, изотопный состав гелия и неона также отвечает эволюции флюида в эндогенных условиях. В эндогенном флюиде, участвовавшем в формировании корундсодержащих пород, присутствуют следующие эффекты фракционирования изотопов: увеличение изотопного отношения $^3\text{He}/^4\text{He}$ при уменьшении элементного отношения $^4\text{He}/\text{Ar}$; закономерно изменяется также отношение $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ в зависимости от $^{20}\text{Ne}/\text{Ar}$ и $^4\text{He}/\text{Ar}$. Эти закономерности отражают масс-зависимое фракционирование стабильных изотопов в эндогенном флюиде во время метасоматизма вблизи пронизываемых зон сдвиговых деформаций. Наблюдаемое масс-фракционирование могло быть вызвано эффектом термодиффузии.

В данных условиях аргон начинает покидать решетку плагиоклаза практически мгновенно в рамках геологического времени. Время начала его потерь - от нескольких лет до первых сотен лет. Поскольку потери аргона в породах невелики, сделан вывод, что процесс формирования пород с корундом был очень быстрым, поэтому, в частности, в породах не успело установиться равновесие, в т.ч. изотопное, и эффекты термодиффузионного разделения изотопов не были стертые. Поскольку термодиффузионный механизм приводит к разделению не только изотопов, но и любых соединений с различной молекулярной массой, следует уточнить модели рудообразования в подобных объектах.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент К.И. Лохов

А.С. АВВАКУМОВ

Сибирский федеральный университет, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН ССК ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОНОВОК СО СМЕЩЕННЫМ ЦЕНТРОМ МАСС

При высокочастотном алмазном бурении проблема повышения эффективности работы колонны в настоящее время решается применением высоко сбалансированных бурильных колон типа ССК с высокой степенью точности изготовления, что при бурении в сложных геологических условиях не всегда эффективно, так как колонна подвержена различным динамическим нагрузкам, вибрациям, деформациям и дестабилизации. В результате чего это может привести к высоким затратам мощности, низкой механической скорости, высокому износу снаряда и искривлению скважины.

Поиски решений повышения эффективности и производительности привели к экспериментам по размещению в состав бурильной колонны, а именно призабойной самой нагруженной ее части, компоновки со смещенным центром масс (КСМ).

Трубы КСМ представляют собой стандартные бурильные трубы со срезанными двумя лысками, расположенные под 120 градусов относительно друг друга вдоль длины трубы. Это позволяет получить эксцентриситет в поперечном сечении трубы в размере от 0,4 мм до 2,0 мм в зависимости от размера трубы и толщины среза лыски. От чего возникает эффект динамической самоцентрировки колонны в скважине. Производственные испытания показали, что применение данных труб привело к снижению вибрации, более сбалансированной работе бурильной колонны, что дает работать при более высоких частотах вращения, и стабилизации скважины как по зенитному, так и по азимутальному углу.

Трубы КСМ применимы для вращательного бурения и подходят для всех типоразмеров как отечественных, так и импортных производителей. Трубы КСМ просты в изготовлении. Бурение скважин с такими трубами не требует разработки специальной технологии бурения.

Научные руководители: д.т.н., профессор В.В. Нескоромных, ст. преподаватель П.Г. Петенёв

Д.А. ГРИБАНОВА

Сибирский федеральный университет, Красноярск

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНЫХ ВЗРЫВОВ НА ДЖУСИНСКОМ ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ

Ведущей отраслью горной промышленности на данный момент можно назвать взрывное дело. Анализ результатов исследований учёных показывает, что большой объём проходческих работ на подземных рудниках осуществляется с применением буровзрывных работ. В последние годы активно ведутся исследования по разработке новых теорий и методик расчёта оптимальных параметров буровзрывных работ. Однако до настоящего момента не разработано единой методики расчёта, которая учитывала бы все факторы и объясняла механизм образования трещин вокруг взрывающегося заряда и сам процесс разрушения горной породы.

В связи с этим актуальной задачей является разработка принципиально новой методики расчёта параметров буровзрывных работ. Предлагаемая методика основана на определении радиуса зоны образования трещин вокруг взрывающегося заряда.

В ходе выполнения работы изучены основные параметры буровзрывных работ, оказывающие влияние на эффективность проведения горных выработок; проведен анализ существующих методик расчёта параметров буровзрывных работ; предложена принципиально новая методика расчёта параметров буровзрывных работ, основанная на определении радиуса зоны трещинообразования вокруг взрывающегося заряда; разработан алгоритм расчёта параметров буровзрывных работ и графического построения паспортов.

Предлагаемая методика определения параметров буровзрывных работ при проходке горных выработок прошла апробацию на Джусинском подземном руднике, где показала свою высокую эффективность, что подтвердилось уменьшением общего объёма бурения и снижения расхода взрывчатого вещества, без снижения качества оконтуривания выработки и дробления отбиваемой породы.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Г.С. Курчин

С.С. ТАРАСОВ

Сибирский федеральный университет, Красноярск

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАЮЩИХ ФАБРИК ОЛИМПИАДИНСКОГО ГОКА

Отходы золотоизвлекающих фабрик Олимпиадинского ГОКа представлены хранилищами сухих хвостов. По объёму хвостов и уровню содержания металла первоочередной интерес представляет сухие хвосты и хвосты из хранилища ЗИФ 1,2.

Содержание золота в продуктах сухих хвостов 5-6 г/т, что позволяет рассматривать их как первоочередное сырьё, подлежащие переработке.

Результаты фазового анализа показали, что золото, находящееся в свободном виде и в сростках (извлекаемое цианированием), составляет 42,37%. Золото ассоциированное с сульфидами составило 39,24%.

Минералогический анализ показал, в составе лежалых хвостов ОГОКа преобладают оксигидроксидные формы Fe, As и комплексные оксиды (Sb-As-Fe-S-O).

Специалистами компании была предпринята попытка повторной переработки данных отходов, однако, удовлетворительных показателей извлечения золота достичь не удалось. Можно предположить, что сырьё в данном виде является упорным для последующей переработки традиционными методами без соответствующей подготовки.

Из хвостов мокрого складирования наиболее масштабным является хранилище текущих хвостов ЗИФ 1,2 ОГОКа. Мощность линзы достигает 80 м. В настоящее время текущие хвосты содержат 0,7 г/т золота. Обратные воды несут в себе остаточные реагенты, которые, несомненно, продолжают реагировать с материалом хвостов. Вода в пульпе поступающих хвостов содержит золото в количестве 0,05 мг/л, а водах забираемых на фабрику содержание металла колеблется от 0,1 до 0,22 мг/л. Попытки извлечения золота из оборотных вод не так же не дали результатов.

Выполненные ранее работы по поиску технологий повторной переработки хвостов пока не дали удовлетворительных результатов. Остается открытым вопрос форм нахождения золота в техногенных минеральных объектах золотоизвлекающих фабрик. Олимпиадинского ГОКа. Последний будет предметом исследования в ближайшее время.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Макаров

Е.О. ШИШКИНА

Сибирский федеральный университет, Красноярск

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОИСКОВОГО ОПОРНОГО БУРЕНИЯ

В настоящее время большие площади нефтеперспективных земель остаются малоизученными, и остается актуальным вопрос о поиске наиболее рациональных методов изучения недр и поиска углеводородных месторождений, но в тоже время проводимых за короткое время и требуемых меньших финансовых затрат. Одним из путей решения этой проблемы является применение опыта сооружения геологоразведочных скважин со съемным керноприемником, позволяющего получать более достоверную информацию при отборе образцов горных пород в процессе бурения скважин. Большое внимание уделяется буровым коронкам, так как особыми условиями бурения глубоких скважин в сложных горно-геологических условиях является применение относительно вязких и плотных буровых растворов. В СФУ в содружестве с ТулНИИГП разработана новая алмазная коронка, защищенная заявкой на полезную модель (патент №148333). Данную модель можно рассматривать, как перспективный буровой инструмент удовлетворяющий требованиям бурения глубоких опорных скважин. Для изучения особенностей механизма работы опытной коронки было проведено экспериментальное бурение на буровом стенде стандартной – КНТ и опытной – КИТ коронками, выполненное в соответствии с планом полного факторного эксперимента типа N=2k. После обработки данных получены эмпирические модели, отражающие основные аспекты процесса бурения долерита стандартной коронкой КНТ и опытной – КИТ. Сравнение полученных моделей показало, что в целом характер работы алмазной коронки после удаления секторов не изменился: механическая скорость бурения увеличилась, повысилась углубление за один оборот коронки на забое, энергоемкость изменилась незначительно. Результаты испытаний показали высокую работоспособность опытной коронки и позволяют выполнить дополнительные усовершенствования конструкции новой коронки.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Нескоромных

С.Е. ГОРЕЛОВА

Тверской государственной технической университет

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИСЛЕЖИВАЮЩИХ ТОРФЯНЫХ ДОБАВОК В СРЕДСТВАХ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Получение на основе торфа гидрофобно-модифицирующих добавок для различных видов минеральных дисперсных материалов является одним из перспективных научных направлений его глубокой переработки. Эти добавки позволяют изолировать обрабатываемый продукт от жидкой и парообразной влаги, предотвращать его слеживаемость и увеличивать сроки хранения. Научные принципы, заложенные в способе гидрофобизации, предлагается использовать для придания антислеживающих свойств огнетушачим порошкам.

Для гидрофобной обработки огнетушачих порошков была проведена серия экспериментов, в которых органический модификатор вносился вместе с минеральными ингредиентами при приготовлении состава методом совместного помола в шаровой мельнице до удельной поверхности около 400 м²/кг (время по-

мола - 25 минут). В качестве контрольного, использовался отечественный промышленно выпускаемый огнетушащий порошок, в котором применялась антислеживающая добавка – аэросил. В экспериментальных составах для предотвращения слеживания применялись гидрофобные модификаторы на основе торфа. После приготовления порошков проводили исследования их склонности к впитыванию и к слеживанию по стандартной методике (ГОСТ 53280.4-2009) с увеличением относительной влажности воздуха с 80 до 100 %.

Склонность к впитыванию характеризует сорбционную способность порошка по пару без взаимосвязи с контактными взаимодействиями его частиц, приводящими к образованию комков. Склонность к слеживанию во всех без исключения экспериментальных порошках существенно ниже, чем у контрольного в 25-1059 раз.

Сравнительные испытания огнетушащих свойств порошков на экспериментальной установке показали их примерно одинаковые расходы на тушение модельного очага возгорания с твердой и жидкой горючей нагрузкой.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить перспективность применения гидрофобно-модифицирующих добавок на основе торфа в качестве антислеживающих агентов в огнетушащих порошковых составах.

Научный руководитель: д. т. н. О.С. Мисников

И.А. САВИН

Тверской государственный технический университет

ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННАЯ ДОБЫЧА ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОВАННОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Энергетика Верхоянского района полностью зависит от привозного угля. И хотя месторождение угля Джебарики-Хая находится сравнительно недалеко от районного центра п. Батагай, доставлять уголь приходится кружным путем по рекам Лена и Яна с перегрузкой в портах. Доставка происходит в короткий период навигации в течение двух лет. В этих условиях правительство Республики Саха (Якутия) рассмотрело вопрос о возобновлении исследований месторождений торфа и использования торфяного топлива для котельных Верхоянского района и через руководство ОАО «Янгеология» обратилось в ТвГТУ за консультацией по возможной технологии производства кускового торфа.

Целью работы является выбор такой технологии производства кускового торфа, которая могла бы работать в условиях заполярного Севера.

Был предложен вариант добычи торфа со дна озера Хотогор земснарядом и рассмотрены несколько вариантов его обезвоживания. Наиболее рациональным признан способ обезвоживания торфа с помощью геотуб. Далее обезвоженный торф транспортируется на поле сушки и работа по производству кускового торфа проводится по стандартной технологии.

Для уменьшения отрицательного влияния процессов производства торфа на экологию в местах стилки торфа предложена стилка торфа на сушильные сетки, поднятые над поверхностью земли на 0,5 м. После высушивания торфа до начала трещинообразования сетки опрокидываются и торф ссыпается в валок вдоль ряда сеток. Из этого валка его убирают и транспортируют под навес, где торф и складывается. Помимо технологических преимуществ, применение данной технологии позволит сохранить территорию пастбищ с минимальным ущербом для нее.

Научный руководитель: доцент В.А. Беляков

Е.С.АБРАМОВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ПРОЕКТ СБОРНОГО РАСТОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ТИПА: «КОРПУС РЕДУКТОРА»

«Корпус редуктора» является составляющей частью установки штангового винтового насоса, который имеет сложный профиль поверхности, большие размеры отверстий с высокими требованиями точности, параллельности и соосности. Он изготовлен из стали 20Л, весит 602 кг, заготовка выполнена методом литья в песчаную форму. С этим связаны сложности при черновой обработке корке.

Проанализировав технологический процесс изготовления, была выявлена самая проблемная операция 030-расточная в связи с интенсивным износом инструмента и большими временными затратами. Для повышения эффективности обработки детали на данной операции необходимо применить инструмент иной конструкции, обеспечивающий минимальный износ, а значит интенсифицировать режимы резания обра-

ботки по возможностям металлорежущего инструмента. При серийном производстве целесообразно использовать станки с ЧПУ, для сокращения вспомогательного времени, связанного с установкой, закреплением и выверкой детали с помощью станочного приспособления.

Для закрепления детали на координатно-расточном станке с ЧПУ 2E470AФ1 было разработано станочное пневматическое приспособление, которое обеспечивает точность базирования, центрирование и позиционирование детали в пространстве, а также надежное закрепление ее при обработке растачиванием отверстий под подшипник.

Учитывая недостатки рассмотренных аналогов, был разработан и спроектирован инструмент для растачивания отверстия диаметром 380 мм. Расточная головка имеет 5 сменных картриджей установленных в пазах корпуса. Инструмент имеет возможность регулировки вылета резца в радиальном и осевом направлениях. Данный метод крепления СМП обеспечивает жесткое крепление, гарантированный прижим ее по опорной поверхности и в угловой паз по биссектрисе угла.

В результате экономических расчетов было выявлено, что данный проект является эффективным, а срок окупаемости занимает 6 месяцев.

Научный руководитель: к.т.н, доцент В.В. Киреев

А.Д.БУРАКОВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИХ АНАЛИЗА

За последнее десятилетие отмечается интенсивное использование сернистых нефтей, в связи, с чем резко возрастает удельный вклад сероводородной коррозии стального оборудования, используемого при добыче, транспортировке и переработке нефти. Наиболее распространенным методом борьбы с коррозией является использование ингибиторов коррозии.

Научная новизна работы состоит в применении полученных данных в качестве основы для разработки методических рекомендаций, по оценке эффективности реагентов ингибиторов коррозии. Практическая значимость – полученные и исследованные многокомпонентные ингибиторы позволяют снизить коррозионную активность кислых сред при добыче, транспортировке и переработки нефти.

В работе представлена методика синтеза многокомпонентных ингибиторов коррозии на основе легких таловых масел с различными кислотными числами (70мг, 100мг и 133мг КОН/г) и полиэтиленполиаминов. Полученные образцы в соответствии с нормативными документами оценены по следующим показателям: кислотное число и кинематическая вязкость при 20°C.

Оценка их эффективности по ГОСТ 9.506-87 затруднена, вследствие высокого расхода среды и общих экономических затрат на его проведение. В результате совместно с компанией ООО «Бинг» разработана установка для оценки эффективности ингибиторов коррозии и методика проведения испытаний, в соответствии с которой проведены эксперименты по установлению общей скорости коррозии, зависимости изменения скоростикоррозии и защитной способности от концентрации ингибитора при температурах 25, 50 и 75°C. Преимуществами данной методики является низкий расход среды, что приводит к снижению затрат на проведение испытаний. Таким образом, в настоящий момент разработанная методика находится в Тюменском ЦСМ на аккредитации. В последующем разработанная методика будет применена для оценки эффективности синтезированных ингибиторов коррозии.

Научные руководители: к.х.н., доцент Л.В. Трушкова, к.т.н., доцент А.М. Глазунов

П.А. ГОРБУНОВ

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ И ТЕМПЕРАТУР ПРОДУКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В работе рассмотрены особенности изменения пластовых давлений ($P_{пл}$) и температур ($T_{пл}$) в зависимости от глубины на месторождениях нефти и газа в пределах северной части Западной Сибири (ЯНАО). В основу работы положены результаты гидродинамических и термометрических исследований скважин м-ий УВ ЯНАО.

$P_{пл}$ в верхней части разреза, сложенной отложениями апт-сеноманского возраста, как правило, являются гидростатическими ($P_{гдс}$). АВПД широко распространены на территории ЯНАО в отложениях юрского, а также в нижней и средней частях неокомского комплексов. При этом коэффициент аномальности $P_{пл}(K_a)$ закономерно увеличивается в направлении с юга (1,1-1,2) на север, достигая максимальных значений (2,0-

2,2) в пределах центральных районов Надым-Пурской и Пур-Тазовской НГО, а также на территориях п-ов Ямал и Гыдан.

Характер изменения $T_{пл}$ по территории ЯНАО так же неоднороден. Наибольшие $T_{пл}$ зафиксированы в пределах южной части ЯНАО. При движении в северном направлении величины $T_{пл}$ убывают, достигая минимальных значений на п-ове Гыдан.

Было выполнено районирование территории ЯНАО по характеру изменения $R_{пл}$ и $T_{пл}$ как в плане, так и в разрезе осадочного чехла, учитывающее особенности тектонической и нефтегазогеологической приуроченности месторождений УВ. Территория ЯНАО была разделена на зоны, в пределах которых измененные параметры с глубиной аппроксимируются серией линейных уравнений. Одно из них характеризует изменение $R_{пл}$ верхней апт-сеноманской части осадочного чехла, где в пределах большей части территории ЯНАО $R_{пл}$ равно $R_{гдс}$. Второе уравнение характеризует закономерность увеличения АВПД в зависимости от глубины в отложениях юрского и неокомского возраста. Третье уравнение описывает изменение $T_{пл}$ с глубиной по всей мощности осадочного разреза.

Полученные уравнения позволяют, при подстановке в них значений глубин, определять начальные $R_{пл}$ и $T_{пл}$. Так же они могут быть использованы при обосновании конструкций скважин и предварительной оценки ресурсов газа при ГРП.

Научный руководитель: к.г.-м.н. С.В. Воробьев

В.О. ДОВЫШИ

Тюменский государственный нефтегазовый университет

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

В работе показана актуальность проблемы транспортировки высоковязких нефтей по магистральному трубопроводу, существующие решения, их недостатки и преимущества.

Преимущественно на территории РФ транспортировка высоковязкой нефти осуществляется посредством трубопроводной системы. Приведённый анализ показал, что на сегодняшний день самые распространённые технологии транспортировки высоковязких нефтей это: перекачка в смеси с маловязким разбавителем, термическая обработка и добавление депрессаторов.

Основная цель каждого способа - создание благоприятных условий для транспортировки нефти по трубопроводу, среди которых главным является снижение динамической вязкости. Каждый из вышеперечисленных методов перекачки имеет существенные недостатки, а именно: высокие энергозатраты; использование транспортируемого продукта в качестве топлива; коррозия труб; высокие эксплуатационные затраты; отсутствие универсальных присадок и необходимость их разработки для конкретного нефтепродукта.

Предлагается решение, которое основано на комплексном методе воздействия на высоковязкую нефть электромагнитным и постоянным магнитным полями. Продемонстрированы результаты лабораторных экспериментов электромагнитной и магнитной обработки нефти. На основании полученных положительных результатов экспериментов сегодня на базе Тюменского государственного нефтегазового университета ведётся разработка установки по подготовке к транспортировке высоковязких нефтей на основе воздействия электромагнитного поля и постоянного магнитного поля. Данная установка предлагается в качестве альтернативы печам трубчатым блочным ПТБ-10А, которые имеют широкое распространение при магистральной транспортировке высоковязких нефтей.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Шаруха

А.С. ЕВДОКИМОВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА И ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ВЕРХНЕЮРСКИХ ПЛАСТОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В работе на основании обработки промысловых данных по семидесяти девятиточечным элементам, сформированных в пределах верхнеюрских отложений Ново-Покурского месторождения, была установлена связь между накопленной добычей нефти и накопленной компенсацией отборов. Было доказано, что с увеличением компенсации накопленная добыча нефти по элементам существенно уменьшалась. Однако ранее не поднимался вопрос о причинах такого негативного влияния. В данной работе были рассмотрены аспекты данной проблемы с использованием многовариантного гидродинамического моделирования. Также были созданы дополнительные варианты, в которых ввод скважины под закачку и дальнейшие действия на ней были смещены на два, четыре и шесть лет.

Экономические расчеты показали, что использование нагнетательных скважин с горизонтальными стволами для условий верхнеюрских пластов неэффективно ни с технологической, ни с экономической точки зрения. Соответственно, наиболее эффективным является вариант с незначительной отработкой (два года) нагнетательной скважины перед переводом под закачку. Варианты с длительной отработкой нагнетательных скважин (четыре года и шесть лет) характеризуются меньшим ЧДД, несмотря на более высокую конечную нефтеотдачу.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.А. Синцов

Т.С.КИРЕЕВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРНОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОРПУС КАТУШКИ ШЛИПСОВОЙ»

Основная задача проекта – повысить эффективность технологического процесса изготовления детали «Корпус катушки шлипсовой».

Актуальность проекта обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности изделия нефтяного машиностроения, а также необходимостью импортозамещения в сфере производства средств производства.

В результате анализа технологического процесса установлено, что наиболее трудоемкой операцией является операция 035 сверлильно-фрезерная, в ходе которой обрабатывают направляющие пазы.

Низкая производительность на данной операции обусловлена применением инструмента из быстрорежущей стали и отсутствием специальных приспособлений.

Для повышения производительности обработки детали на операции 035 предлагается использовать твердосплавный инструмент и применить схему плунжерного сверления.

Произведен патентно-информационный поиск аналогов инструмента для обработки отверстий и с учетом полученных данных спроектировано сборное сверло со сменными режущими пластинами специальной формы.

Для контроля технических требований было разработано контрольно-измерительное приспособление. Также, для базирования и закрепления детали в процессе обработки, рассчитано и разработано станочное приспособление.

Благодаря проделанной работе количество станков, необходимых для выполнения данной операции, снизилось вдвое, поскольку штучное время на операцию сократилось на 68%, кроме того, годовые затраты на операцию снизились на 54%, трудоемкость операции снизилась на 67% и энергоемкость на 69%. Срок окупаемости проекта – 1,5 месяца.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В.Киреев

А.В.МИТЯГИНА

Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет

ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ ПЛАСТОВЫХ И ЗАКАЧИВАЕМЫХ ВОД НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Системы поддержания пластового давления (ППД) в нефтедобыче Западной Сибири стали формироваться в начале освоения региона. При разработке нефтяных месторождений с применением системы ППД образуется сложная многокомпонентная система: закачиваемая вода – пластовая вода – нефть с растворенным газом – породы пласта. В результате чего, нефтеотдачу пласта можно увеличить до 70%.

Необходимость изучения состояния равновесия в этой системе вызвана проблемой солеотложения в эксплуатационных скважинах нефтяных месторождений, вызывающего ухудшение коллекторских свойств продуктивных пластов и тем самым снижение их нефтеотдачи. Опыт разработки месторождений показывает, что отложение солей в нефтяных коллекторах и на нефтепромысловом оборудовании имеет место вследствие изменения термодинамических условий пластовых флюидов, находящихся в состоянии насыщения по отношению к карбонатам коллектора, нестабильности закачиваемых вод в пластовых условиях, смешения химически несовместимых вод.

Возможность образования твердого осадка карбоната кальция и его количество на участках обводнения залежей нефти контролируется карбонатным равновесием, которое вычисляется различными расчетными методами. В результате, можно прогнозировать образование и осаждение солей по количественным критериям, такие как метод Стиффа-Деввиса и Дебая-Гюккеля, термодинамическое моделирование физико-

химических процессов в смешиваемых водах в рамках ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству», а также опытные исследования смешения пластовых и закачиваемых вод.

Как показали расчеты, на большинстве нефтяных месторождений Западной Сибири пластовые воды продуктивных пластов и закачиваемые воды являются совместимыми (за исключением некоторых месторождений Нижневартовского НГР).

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Т.В. Семенова

И.И. НУРГАЛИЕВ

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ИЗУЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ УСТАНОВКЕ FDS-350

При бурении в продуктивном коллекторе в связи с нарушением напряженного состояния пород в пристволенной зоне, проникновения фильтрата бурового (и цементного) раствора в пласт, взаимодействия с пластовой газожидкостной смесью и горной породой происходят сложные физико-химические процессы. Фильтрат, проникая в продуктивный пласт, резко уменьшает проницаемость.

С целью подбора бурового раствора, оказывающего наименьшее негативное влияние на проницаемость продуктивного пласта, в лабораториях Тюменского государственного нефтегазового университета проводились эксперименты по сравнению фильтрационных характеристик промывочной жидкости.

Исследуется колонка из трех образцов керна. Определялась проницаемость по керосину на трех режимах фильтрации до полной ее стабилизации. Затем осуществляли воздействие на образцы керна буровым раствором при пластовой температуре и реальном перепаде давлений (промысловые данные). Давление гидрообжима образцов керна составило 35,5 МПа, внутрискважинное – около 20 МПа. После прекращения фильтрации бурового раствора, из керна обратной промывкой вытесняли фильтрат и вновь определяли проницаемость образцов. За критерий оценки степени влияния на коллекторские свойства пласта были приняты коэффициент восстановления проницаемости и скорость фильтрации бурового раствора в коллектор.

Для экспериментов использовали образцы керна скважин Южно-Ягунского месторождения, пласт БС₁₀¹⁻² с известными фильтрационно-емкостными свойствами. Каждое исследование проводят на 3 образцах керна, с расхождением по фазовой проницаемости не более 25 % от среднего значения проницаемости.

Оценивая результаты экспериментальных исследований, можно утверждать, что применение биополимерных и коагулирующих растворов эффективно для вскрытия продуктивных пластов как в условиях Лянторского, так и в Южно-Ягунского месторождениях.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.А. Паршукова

А.Н. ПОТКИН

Тюменский государственный нефтегазовый университет

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРОВ НА НПС

В работе представляется модель конструкции, представляющей собой сетку способную ограничить распространение пожара внутри РВС. Статистические данные показали, что аварийные ситуации на объектах нефтегазового комплекса в большинстве случаев сопровождаются пожарами, а средний убыток от одного пожара в 7 раз больше среднего убытка, приходящегося на один пожар по всей стране. При пожарах горение углеводородов сопровождается выделением большого количества теплоты, значительная часть которой посредством излучения передается к объектам, окружающим очаг пожара. Попадающее на смежные объекты излучение может вызвать новый очаг возгорания. Большое влияние на предельное время огнестойкости до разрушения металлоконструкций оборудования нефтегазового комплекса (НГК) оказывает оперативное реагирование пожарных подразделений. В это время развиваются от воздействия огня высокие температуры, что приводит к частичному разрушению МК. Поэтому ограничение распространения пожара является одним из важнейших аспектов противопожарной защиты, который выполняется за счет применения ряда конструктивно-планировочных решений, а также различных конструкций и устройств, поглощающих или отражающих лучистую энергию. Эффективность применения таких конструкций и устройств обосновывается результатами экспериментально-поисковых и теоретических исследований, а также использованием достоверных методов расчета, учитывающих теплофизические и конструктивные особенности в условиях пожара.

Целью работы является Повышение эффективности систем пожаротушения нефтегазовых комплексов. В работе представлено: 1. Анализ причин пожаров и существующих методов противопожарной защиты резервуаров вертикальных стальных. 2. Разработано устройство огнезащиты резервуаров вертикальных стальных.

Научный руководитель: д.т.н., В.И. Берг

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТЕРМООБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ ПЕТЕЛЬ МАГНИТНОГО ГИСТЕРЕЗИСА

В процессе эксплуатации изделий из стали подвергаются различным механическим и термическим воздействиям, что вызывает рост усталостных изменений, вследствие чего происходит преждевременное старение материала, зачастую приводящие к техногенным катастрофам. Поэтому важно контролировать свойства стали и изделий из стали. Методика, которую мы предлагаем в качестве дополнительного средства контроля, была опробована на стали 34ХН3М и основана на явлении магнитного гистерезиса. Данная сталь применяется для изготовления различных деталей, работающих при температурах до 500 °С, и высоком давлении.

Квазистатические петли магнитного гистерезиса ферромагнетиков полученные путем квазистатического перемагничивания могут служить таким контролем свойств стали. Их можно снимать с помощью современных магнитометров. В магнитометрах ток намагничивания и размагничивания, а, следовательно, и напряженность поля, описывается некоторой пилообразной функцией, для которой можно сделать замену и получить представление петель аналогичное временному представлению. Полученные в результате зависимости, определяются периодическим сигналом с периодом равным 2π и могут быть разложены в ряд Фурье.

В данной работе изучаются корреляционные зависимости изменения Фурье-спектра петель гистерезиса стали от изменения ее структуры и механических свойств. К структурным изменениям в стали при ее термической обработке можно отнести, например: снятие напряжений, выделение карбидов и их изменение. Указанные превращения в стали существенно сказывается на форме петли, а так как гармонический Фурье-спектр чувствителен к изменению формы сигнала, то метод преобразования Фурье может служить дополнительным средством неразрушающего контроля структурных изменений в сталях, вместе с измерением коэрцитивной силы, твердости и других параметров.

Научный руководитель: старший преподаватель Д. Ф. Нерадовский

Ж.В. ШТЕРБОВА

Тюменский государственный нефтегазовый университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ОТ РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ (НА ПРИМЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

В работе осуществлен прогноз и дана оценка возникновения положительных социально-экономических эффектов от развития нефтегазохимии на территории Тюменской области на основе когнитивного моделирования.

Актуальность работы обусловлена ростом значимости развития нефтегазохимической отрасли в условиях переориентации российской экономики на производство продукции с высокой добавленной стоимостью и роста спроса на продукцию нефтегазохимии.

Близость сырья и рынков сбыта продукции, наличие разветвленной инфраструктуры, научной базы и квалифицированных кадров, присутствие крупных компаний (например, СИБУР, Газпром), ориентированных как на добычу, так и на переработку местного сырья формируют потенциал развития нефтегазохимических производств в регионе. Названные факторы позволяют прогнозировать возникновение положительных социально-экономических эффектов для региона за счет расширения нефтегазохимического комплекса на территории области.

Для оценки возможных эффектов представляется целесообразным применить подход, интегрирующий различные методы прогнозирования и основанный на использовании когнитивного моделирования. В процессе работы были выявлены факторы, оказывающие прямое или косвенное влияние на развитие нефтегазохимии в регионе (спрос, транспортная инфраструктура, развитие сопутствующих отраслей и другие), а также осуществлена оценка степени их влияния на объект исследования; была построена гибридная когнитивная карта, позволившая выявить направления воздействия факторов и определить характер их взаимосвязи. На основе данных, полученных в результате применения когнитивного моделирования, осуществлен прогноз возникновения положительных региональных социально-экономических эффектов от развития нефтегазохимического сектора промышленности.

Результатом выполненного исследования стало выявление и прогнозирование ожидаемого благоприятного влияния на региональные показатели социально-экономического состояния области за счет возникновения положительных эффектов от развития нефтегазохимической отрасли промышленности.

Научный руководитель: к.э.н. Е.М. Дебердиева

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТОВ НЕЛИНЕЙНОСТИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ФЛЮИДОВ В СВЕРХНИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Проверке и исследованию границ применимости закона Дарси посвящено значительное число работ отечественных и зарубежных специалистов. Анализ исследований показал, что следует выделять верхнюю и нижнюю границы применимости закона Дарси. Верхняя граница достаточно хорошо изучена, а именно отклонение определяется группой причин, связанных с проявлением инерционных сил при достаточно высоких скоростях фильтрации. Наличие нижней границы связывали с неньютоновским поведением нефти. В связи с активной разработкой низкопроницаемых коллекторов, появились научные публикации, посвященные нелинейной фильтрации (отклонение от линейного закона Дарси) в низкопроницаемых коллекторах[1,2].

Как известно, значительная часть фильтрационных экспериментов проводится при повышенных скоростях фильтрации, которая связана прежде всего с невозможностью проведения данных экспериментов на используемых установках при малых скоростях, которые близки к реальным значениям, в связи их значительной продолжительностью (которая составляет в среднем 3-6 месяцев). Созданная в ООО "РН-УфаНИПИнефть" установка нелинейной фильтрации позволяет осуществлять проведение множественных, длительных, непрерывных исследований по вытеснению нефти водой. В докладе представлены результаты проведенных испытаний по определению зависимости коэффициента вытеснения нефти водой в диапазоне реальных перепадов давления реализуемых при разработке месторождений, совместно с сотрудниками ООО «РН-УфаНИПИнефть».

При выполнении фильтрационных экспериментов использовалась изовязкозная модель пластовой нефти с вязкостью 1,62 мПа*с и модель пластовой воды Приобского месторождения с минерализацией 15 г/л и вязкостью 0,37 мПа*с при пластовой температуре 90°С. В используемых образцах нефти неньютоновских свойств не обнаружено. Все опыты проводились на естественных кернах с соблюдением пластовых термобарических условий, Приобского месторождения.

В результате проведения фильтрационных экспериментов, были выявлены динамики изменения коэффициента вытеснения нефти водой в зависимости от применяемого перепада давления и от времени. Для указанных условий выявлен эффект нелинейности, т.е. отклонение от линейного закона Дарси, данный эффект проявляется сильнее с уменьшением начальной проницаемости пористой среды.

Литература

1. В.П. Сонич, С.Л. Барков, М.Ф. Печеркин, Г.А. Малышев. Новые данные изучения полноты вытеснения нефти водой. – Москва. – 1997. – 33 с.
2. Пантелеев В.Г., Лозин Е.В., Асмоловский В.С. Зависимость полноты извлечения нефти от скорости движения воды в карбонатных коллекторах // Нефтяное хозяйство. – 1994. – №1. – С. 59-62.
3. ОСТ 39-195-86. Нефть. Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях. – М.: Из-во Миннефтепрома, 1986. – 19 с.

К.Т. ЕРГАЛИЕВ, Э.А. ИРКАБАЕВА

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАНАДИЛПОРФИРИНОВ НЕФТИ И НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ

Присутствие комплексов металлов в нефтях значительно снижает эксплуатационные свойства нефтепродуктов и обостряет экологическую ситуацию. Известно, что металлопорфирины – единственные идентифицированные на сегодняшний день металлсодержащие нефтяные компоненты. В форме порфириновых комплексов может содержаться от 5 до 50% присутствующих в нефтях ванадия. Актуально исследование нефтяных ванадилпорфиринов (ВОП), с целью разработки новых подходов к выделению ванадия, что является важной и перспективной задачей.

Наиболее эффективным методом выделения ВОП является экстракционный метод. Объектами исследований являлись Западно-Сибирская и смесь Западно-Сибирской и Арланской нефтей. Экстракты ВОП, выделенных из нефтей последовательной спиртовой и ацетоновой экстракцией, были проанализированы методом УФ-спектроскопии на SpecordUVvis. Этим методом нами выделено 60 - 80 % ВОП из нефти, что противоречит литературным данным. В нефтяных остатках: в мазуте содержание ВОП всего лишь 30 - 50 %, а в гудроне – 18 – 20 %. Металлопорфирины в сравнении с другими органическими лигандами образуют комплексы наиболее проч-

ные из известных. Очевидно, при атмосферной ректификации нефти, в результате нагревания до 350°C, а при вакуумной ректификации до 360-400°C происходит образование ассоциатов порфириновых комплексов с асфальтенами. В следствии этого, содержание ванадия, в виде в ВОП резко снижается. Эти данные доказывают, что в нефтяных остатках в виде ВОП содержится меньшая часть ванадия, чем в самой нефти, следовательно, целесообразно выделять ванадий в виде ВОП из исходных нефтей в процессе подготовки к переработке.

В ходе дальнейших исследований нами проведены эксперименты по методу химического взаимодействия нефтяной эмульсии с разными реагентами. Также изучен процесс комплексообразования с получением соединений для перевода ВОП в водную фазу. В результате опытов, методом подбора химических реагентов переведено 19 % масс. ванадия из нефтяной фазы в водную.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.Ф. Ахметов

Э.Р. ИШМАКОВА

Уфимский государственный нефтяной технический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для ускорения процесса застывания отформованные бетонные и железобетонные изделия подвергаются термовлажностной обработке (ТВО), при этом важно получить заданные качественные характеристики, в особенности, механическую прочность. Процесс ТВО состоит из нескольких стадий. В докладе, на основе литературных и опытных данных, показано, как на этапе изотермического прогрева изменение значения температуры прогрева по амплитуде и по длительности влияет на процесс ТВО.

Амплитуда A и период T колебаний меняются в зависимости от изотермической температуры $t^{зад}$ в соответствии с расчётами по формуле $A = a - b \cdot t^{зад}$, $T = c + d \cdot t^{зад}$, где коэффициенты a, b, c, d и значения $t^{зад}$ определяют для конкретного вида изделия и технологического режима по результатам физического эксперимента, например, $a=97,5$; $b=1,06$; $c=3$; $d=0,1$. Периодическое изменение температуры осуществляется посредством регулирования подачи тепла от автономного источника, например, газового воздухонагревателя.

На рисунке 1 приведён график воздействия амплитуды колебаний на прочность железобетонных изделий (сваи с нормативной прочностью 300 кг/см²) в процессе их термовлажностной обработки. При этом период колебаний τ меняется от 20 до 65 с шагом, равным 5.

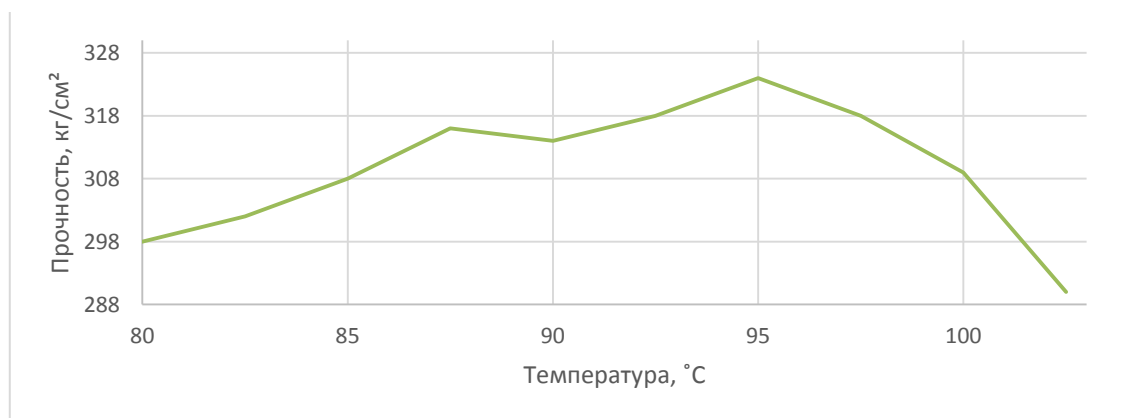


Рис. 1. Зависимость прочности от температуры

Данный метод позволяет повысить качество конечного продукта без изменений технологии ТВО и сократить энергозатраты.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Х.Г. Нагуманов

Р.М.ПУТРА, Ф.А. АРСЛАНОВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ НА МАШИНЕ ТРЕНИЯ ИИ-5018 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАБОТЕ ПАР ТРЕНИЯ «РЕЗИНА-МЕТАЛЛ» ШПИНДЕЛЬНОЙ СЕКЦИИ ЗАБОЙНЫХ ЭЛЕКТРОБУРА

Почему я остановился именно на электробурении? По моему мнению, оно является одним из наиболее перспективных способов строительства скважин, поскольку сочетает в себе преимущества роторного

бурения и бурения забойными двигателями. Этот способ позволяет использовать энергосберегающие технологии, выполнять требования по защите окружающей среды и охране недр при освоении месторождений, особенно в сложных горно-геологических условиях. Однако, электробурение пока не получило широкого применения даже в лучшие годы своего развития, а в нынешних переходных условиях и вовсе находится в плачевном состоянии.

Цель Совершенствование методики работы на машине трения ИИ-5018 применительно к работе пар трения «резина-металл» шпиндельной секции забойных двигателей.

Задачи исследования

1. Анализ литературных данных по работе шпиндельной секции электробура,
2. Подбор и совершенствование методики исследований.
3. Расчет критериев подобия применительно к электробурам.

Экспериментальные исследования проводились на триботехнической установке типа ИИ-5018. Сущность метода испытаний состоит в истирании испытываемого резинового образца на поверхности стального ролика. Так как реальные условия контактного взаимодействия в паре трения.

Выводы

- Анализ источников показал то, что применение электробуров перспективно,
- Установка ИИ-5018, при определенных доработках, позволяет моделировать условия работы пар трения «резина-металл» шпиндельной секции электробура.

И.В. ТИУНОВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет

УПРАВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМОЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЯХ

Целью работы является разработка и обоснование алгоритма принятия управленческих решений, в рамках реализации программы по утилизации попутного нефтяного газа (далее ПНГ).

За последние годы значительно вырос интерес государства к рациональному использованию углеводородных ресурсов. В частности, данная тенденция касается использования ПНГ в России, как богатого источника углеводородного сырья и энергии.

Российские нефтяные компании утилизируют ПНГ на факельных установках, вследствие чего происходят потери ценного ресурса и начисление штрафов за сжигание ПНГ, которые снижают объем получаемой прибыли. Кроме того, данные мероприятия оказывают негативное влияние на состояние здоровья человека и окружающей среды, а так же прямое воздействие на изменение климата на планете. Тем не менее, данная политика, кроме экологического, носит финансовый подтекст. Государство заинтересованно в развитии данного направления, т.к. введение прогрессивной системы санкций позволяет дополнительно пополнять бюджет.

Разработка и реализация решений, в рамках целевой газовой программы (ЦГП), является одним из приоритетных направлений развития нефтегазодобывающих компаний.

Применение разработанного алгоритма по принятию решений, позволяет выявить из совокупности альтернативных вариантов проектов наиболее целесообразные для последующей реализации, с целью достижения ключевых показателей ЦГП. Применив данный алгоритм, был разработан ряд проектов, позволяющих повысить показатель полезной утилизации ПНГ.

Таким образом, была предложена совокупность вариантов проектов по утилизации ПНГ, для того что бы достичь 95% показателя полезного использования нефтяного газа.

Научный руководитель: д.э.н., профессор И.В. Буренина

Д.И. ЧАТУРОВА

Уфимский государственный нефтяной технический университет

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДОГРЕВА ШЕЛЬФОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Освоение месторождений углеводородов на континентальном шельфе является одной из главных стратегических задач, так как Россия обладает самым крупным континентальном шельфом (6,3 млн. км²), где 65% его площади являются перспективными для добычи нефти и газа.

При эксплуатации подводных технологических трубопроводов возникает проблема застывания жидкости во внутритрубном пространстве. Оптимальным способом регулирования вязкости перекачиваемой жидкости является электротермический метод, подразделяющийся на прямой, резистивный, резистивно-индуктивный, СВЧ, индукционный. Широкое использование при нагреве подводных трубопроводов получил прямой электрический нагрев (ПЭН). Принцип действия ПЭН системы заключается

в непосредственном пропускании переменного электрического тока через материал металлической трубы. Данная система имеет ряд недостатков, среди которых можно выделить большие потери при создании тепловой энергии в трубе, неравномерность теплового потока, высокие экономические затраты на кабель и сопутствующую систему, высоковольтный источник питания.

Для решения вышеперечисленных недостатков в качестве источника тепловой энергии предлагается использовать индукционную нагревательную систему (ИНС). Данная индукционная нагревательная система состоит из источника вторичного электропитания (ИВЭП) и нагревательного элемента – индуктора. Система индукционного нагрева располагается на подводной части трубопровода таким образом, чтобы реализовать локально-ступенчатого нагрева. Данный способ является наиболее эффективным при поддержании температуры перекачиваемой нефти.

К достоинствам ИНС относятся простота монтажа и эксплуатации, высокая энергоэффективность, высокая степень надежности. При необходимости создания локального источника подогрева ИНС можно расположить на платформе без установки дополнительных теплообменников, используя вместо них технологическую обвязку трубопроводов платформы.

Научный руководитель: старший преподаватель П.А. Хлюпин

Г.В. ЮАГУЛОВА

Уфимский государственный нефтяной технический университет

РЕГУЛИРОВАНИЕ «ГОРЯЧЕЙ» ПЕРЕКАЧКИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

В настоящее время в условиях непрерывного увеличения объёмов потребления нефти в мире и одновременного истощения её запасов становится актуальным развитие технологий добычи и транспортировки высоковязких нефтей.

В ряде случаев решение проблемы трубопроводного транспорта высоковязких нефтей возможно путем комбинирования технологии "горячей" перекачки и технологии перекачки высоковязких нефтей с разбавлением ее маловязкой нефтью.

Практика эксплуатации трубопроводных систем показывает, что "горячие" магистральные трубопроводы эксплуатируются в нестационарных режимах. Любое изменение температуры окружающей среды или производительности трубопровода приводит к изменению режима его работы. Поэтому при транспортировке высоковязкой нефти по трубопроводам возникает проблема частого регулирования режима работы таких нефтепроводов. Регулирование работы возможно путем увеличения температуры подогрева нефти, но это приводит к увеличению потерь мощности и росту затрат на перекачку. Также необходимая температура подогрева может оказаться слишком высокой, что будет приводить к снижению технологической надежности нефтепровода или ухудшению свойств транспортируемой нефти.

В работе предлагается осуществлять регулирование режима работы «горячего» нефтепровода изменением реологических параметров высоковязкой нефти путем подбора необходимого количества разбавителя. Для достижения этой цели количество разбавителя и величину начальной температуры следует подбирать таким образом, чтобы обеспечить совместную работу трубопровода и нефтеперекачивающих станций без дополнительного регулирования.

В работе проводились исследования влияния вязкости смеси высоковязкой и маловязкой нефти на совмещенную характеристику трубопровода и нефтеперекачивающих станций с помощью построения динамических характеристик при различных концентрациях разбавителя.

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.Ю. Полетаева

А.А. ТЕРЕНТЬЕВ

Ухтинский государственный технический университет

ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ ПРИ ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПЛАСТ С ПОМОЩЬЮ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

За последние 30 лет в РФ средняя проектная нефтеотдача снизилась с 40-41 до 33-34%, что, безусловно, связано с ухудшением структуры запасов. Поскольку ухудшение структуры запасов это ожидаемый и неизбежный процесс, на него должен быть соответствующий вызов нефтяной науки. И надо сказать, что для большинства таких объектов в мировой практике имеются и широко применяются современные технологии, адекватные самым сложным геологическим условиям залежей.

Понятно, что для таких объектов необходимы новые технологии, позволяющие эффективно воздействовать именно на коллектора. Но для оценки эффективности той или иной технологии необходимо ис-

пользовать численное моделирование, а также совершенствовать математические модели, учитывающие характерные особенности месторождений углеводородов.

Безальтернативным способом извлечения высоковязких нефтей и битумов является паротепловое воздействие на пласт. В мировой практике широкое распространение приобрел метод термогравитационного воздействия на пласт (SAGD), предусматривающий бурение системы горизонтальных скважин и последующей закачки пара в верхний ряд нагнетательных скважин.

В данной работе также рассмотрена закачка горячей воды, пара (технология SAGD), при разных длинах горизонтального участка добывающей скважины, горизонтальное расположение добывающей и нагнетательной скважины. Представлен сравнительный анализ данных вариантов разработки, оптимизационный расчет и выбор наиболее эффективного из них.

Л.Н. БАЙРАМГАЛИНА

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ПРОГРАММЕ MICROMINE НА ПРИМЕРЕ НОВО-УЧАЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Учалинский горно-обогатительный комбинат - одно из крупнейших предприятий Республики Башкортостан и Российской Федерации по добыче руды и производству медного, цинкового и пиритного концентратов.

Для качественной отработки месторождения необходимо иметь четкое представление о границах и форме рудных тел, о закономерностях распределения полезного ископаемого в пространстве недр. Эти вопросы можно решить с помощью трехмерного компьютерного моделирования. Целью создания 3D модели месторождения является получение как можно более точного пространственного отражения всех основных параметров рудных тел что, в конечном счете позволяет произвести подсчет запасов геостатистическим способом и составить проект разработки месторождения.

Работа по созданию 3D модели Ново-Учалинского месторождения производилась в программе Micromine. Первым шагом являлся сбор максимально полной геологоразведочной информации по месторождению. Была создана база данных. Затем было построено объемное геологическое тело методом построения каркасных моделей с помощью стрингов. Рассчитаны статистические параметры, построены графики (гистограммы, накопленной частоты и диаграммы вероятности), нормального и логнормального распределения, прослежена непрерывность изменчивости элементов путем использования вариограмм. В итоге построена блочная модель на основе, которой был произведен подсчет запасов геостатистическим методом.

Применение современных компьютерных программ, таких как Micromine, позволит в оперативное режиме решать стратегические вопросы развития Учалинского ГОКа, такие как увеличение мощности производительности предприятия, минимизации потерь полезного ископаемого и повышение отработки месторождения в целом.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.Г. Баранников

М.В. КОРНЕВА

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова

ОЦЕНКА ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПЫЛЕВОГО АЭРОЗОЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ЦЕЛЮ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПЫЛЕВОЙ ЭТИОЛОГИИ

Заболевания органов дыхания и в частности силикозы являются одними из наиболее распространенных профессиональных заболеваний работников угольных шахт. При оценке условий труда по пылевому фактору определяется только запыленность воздуха на рабочем месте, сравниваемая с ПДК, величина которой зависит от содержания диоксида кремния. Однако, при этом нигде не учитывается фактическое содержание в пылевом аэрозоле респираторной фракции (0,1-10 мкм), являющейся основной причиной легочных заболеваний.

В работе представлены результаты исследований дисперсного состава пылевых аэрозолей угольных шахт Кузбасса. Показаны особенности динамики гранулометрического состава аэрозоля в очистных и подготовительных забоях при различной удаленности от источника пылеобразования. При этом была произведена не только количественная оценка респираторной и торакальной фракций в воздухе горных выработок, но и определена преобладающая форма пылевых частиц.

Учет выявленных особенностей дисперсного состава пылевых аэрозолей угольных шахт при расчете контрольной пылевой нагрузки или внесении коррективов в установленные предельно допустимые концентрации, а также в процессе выбора средств комплексного обеспыливания позволит повысить эффективность проводимых мероприятий по борьбе с пылью и снизить риск развития профзаболеваний органов дыхания горнорабочих.

Научный руководитель: д.т.н., профессор И.Е. Колесниченко

О.С. САВИНОВ

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ ВНЕДРЕНИЕМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Вследствие несовершенства технологических схем обогащения энергетических углей и использования дорогостоящего оборудования (нередко зарубежного производства) себестоимость продукции, поставляемой на теплоцентрали и электростанции, является высокой.

С целью снижения себестоимости указанной продукции предлагается усовершенствованная технологическая схема обогащения и использование в ней недорогого высокопроизводительного оборудования, разработанного в СНИЛ Шахтинского института («Бесситное устройство для предварительной классификации по крупности угля или руд», патент РФ № 2564715, опубл. 2015 г. бюл. № 28; «Диафрагмовый колесный тяжелосредный сепаратор», патент РФ № 2561440, опубл. 2015 г. бюл. № 24.)

Внедрение предлагаемого оборудования на обогатительных фабриках позволит упростить технологическую схему обогащения за счет исключения из неё ряда оборудования, что, в свою очередь, обеспечивает снижение себестоимости процесса переработки угля в 1,5-2 раза (с 280 руб./т до 150 руб./т).

Годовой экономический эффект на обогатительной фабрике с производительностью 3 млн т в год составляет 257 млн рублей. Результаты исследований и разработанное оборудование будут учтены в проекте строящейся обогатительной фабрики «Садкинская».

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Н. Петухов

Ю.С. СОРОКИНА

Югорский государственный университет

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ХАНТЫ- МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ-ЮГРЕ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

В работе предполагается экономическая оценка и анализ инновационной деятельности в Ханты-Мансийском автономном округе. Для этого необходимо проанализировать динамику развития инновационной деятельности, возможные направления и тенденции, инновационный потенциал региона, его преимущества; необходимо также оценить инновационную стратегию развития ХМАО-Югры и государственные программы содействия инновационному развитию.

Научный руководитель: профессор Л.Л. Богомолова

А.В. УСОЛЬЦЕВА

Югорский государственный университет

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА (НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ)

В работе предлагается экономическая оценка инвестиционной привлекательности нефтегазодобывающих регионов в условиях кризиса на примере Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, которая включает в себя рассмотрение таких вопросов как: ресурсный и инвестиционный потенциал Югры, инвестиционная стратегия ХМАО, основные направления инвестирования в округе, система поддержки инвестиций и инноваций в ХМАО, инвестиционный рейтинг округа, его конкурентные преимущества, а также формирование благоприятного инвестиционного климата и содействие инновационному развитию ХМАО - Югры.

Научный руководитель: к.э.н., профессор Л.Л. Богомолова

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ ОЦЕНКИ РИСКА ВЗРЫВА МЕТАНА В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ (МФСБ) УГОЛЬНЫХ ШАХТ

В работе предлагается обоснование и применение программы оценки риска взрыва метана в многофункциональных системах безопасности (МФСБ) угольных шахт. Разработанная программа позволяет рассчитать риски взрыва метана в угольной шахте и выявить из составляющих риска фактор, вносящий наибольшее значение в вероятность взрыва, а также определить фактический риск для шахты с последующим сравнением полученного результата с уровнем допустимого риска на конкретном предприятии (отрасли).

Необходимо отметить, что взрывы метана на угольных шахтах – это аварии катастрофического характера, которые не только уносят жизни десятков горняков и горноспасателей, но и наносят огромный ущерб экономике, в том числе в смежных отраслях.

Оценка рисков является актуальной научно-технической задачей для угледобывающей промышленности, требующей решения. Разработка программного обеспечения позволит упростить расчет риска взрыва метана и сформировать инструментарий для дистанционного мониторинга состояния промышленной безопасности в системах МФСБ.

Внедрив данную программу оценки риска взрыва метана в угольной шахте в системах МФСБ на практике, существует возможность снижения социально-экономического ущерба от несчастных случаев. А также уменьшения суммы налога, исчисленного за налоговый период при добыче угля на участке недр, на сумму экономически обоснованных и документально подтвержденных расходов за счет своевременного дистанционного анализа риска и газогазового контроля. Полученные результаты могут быть использованы для разработки и применения инженерных решений по совершенствованию системы безопасности и мероприятий по охране труда для снижения рисков аварий и катастроф.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.Л. Рудаков

А.В. АЛЕКСЕЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ МЕРГЕЛЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА НА ЛАНДШАФТЫ НОВОРОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Согласно материалам Госдоклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году», город Новороссийск (Краснодарский край) занимает 1-е место в перечне 100 самых загрязнённых городов страны. Индекс загрязнения атмосферы достигает значения 36, «очень высокий». Основным источником выбросов, загрязняющих атмосферный воздух в городе, признан цементный завод, в состав которого также входят карьеры. Эмиссия пыли является основным загрязняющим фактором в воздействии цементной промышленности на окружающую среду.

Работа посвящена мониторингу влияния цементной промышленности на состояние окружающей среды, загрязнение почв и вод. Детальное мониторинговое опробование почв было проведено в 2014-2015 гг. Пробы отбирались из верхнего 30-см слоя. В аквальных ландшафтах проводилось биогеохимическое опробование трех видов водорослей. С целью геоботанической оценки современного состояния прибрежных ландшафтов Цемесской бухты, в 2009 году проводился отбор 150 проб данных водорослей на 87 точках наблюдения. Все рядовые спектральные анализы проб почвы проводились в аттестованной и аккредитованной лаборатории.

Результаты исследования показали, что загрязнение городских почв под воздействием выбросов горно-перерабатывающей промышленности определяется, помимо техногенных особенностей миграции и концентрации химических элементов, локальными природными факторами – геоморфологическим строением городской территории и растительными ассоциациями. Поллютанты поступают в почву как непосредственно из источника загрязнения, так и в результате миграции из вышерасположенных ландшафтов. Наиболее загрязненными по результатам геоботанических исследований признаны внутренняя часть бухты, испытывающая максимальное воздействие сдуваемой пыли и выбросов завода, а также пос. Алексино, где располагаются городские очистные сооружения. Полученные данные характеризуют эколого-геохимическое состояние окружающей среды и позволяют проводить разработку мероприятий по улучшению экологической обстановки.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СИНТЕЗА В КАЧЕСТВА АЗЕОТРОПНОГО АГЕНТА НА ПРИМЕРЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛА И АЦЕТОНА

По действующей на ряде заводов РФ технологии совместного получения фенола и ацетона кумольным методом проблема разделения азеотропных смесей на стадии выделения товарных продуктов решается путем введения дополнительного количества воды. Этот процесс характеризуется многостадийностью и высокой энергоемкостью.

На основе анализа существующей схемы и фазовых равновесий компонентов реакционной смеси предложено использовать в качестве разделяющего агента изопропилбензол, являющийся исходным сырьем в производстве и присутствующий в разделяемой массе в качестве примеси. При применении изопропилбензола стадийность выделения фенола и ацетона снижается с 8-и до 5-и. Структурная оптимизация технологической схемы была выполнена на основе моделирования с использованием программного пакета HYSYS и моделей UNIFAC и NRTL. Энергозатраты в модифицированной схеме меньше затрат в существующей схеме на ~31 % (4,8 Гкал/ч) без учета расхода греющего пара на экстрактивную ректификацию и доочистку фенола на катионите. Формирование аппаратно-энергетического блока из двух ректификационных колонн снижает энергозатраты модифицированной схемы еще на ~29 % (2,7 Гкал/ч), а относительно существующей на ~60 % (7,5 Гкал/ч).

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.А. Романова

БАБАЗАДЕХНАНЕХКАРАН МАРЬЯМ
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ В АУДИТЕ ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ В ИРАНЕ

Существенными в аудите считаются обстоятельства, значительно влияющие на достоверность финансовой отчетности клиента. Уровень существенности выступает как количественная характеристика таких обстоятельств. Под уровнем существенности понимается предельное значение искажений бухгалтерской отчетности, начиная с которого нельзя принимать на ее основе решения. Определение уровня существенности является вопросом профессионального суждения аудитора. Аудиторы используют концепцию существенности при планировании, так и при выполнении аудита и оценке влияния идентифицированных искажений на финансовую отчетность (рис. 1):

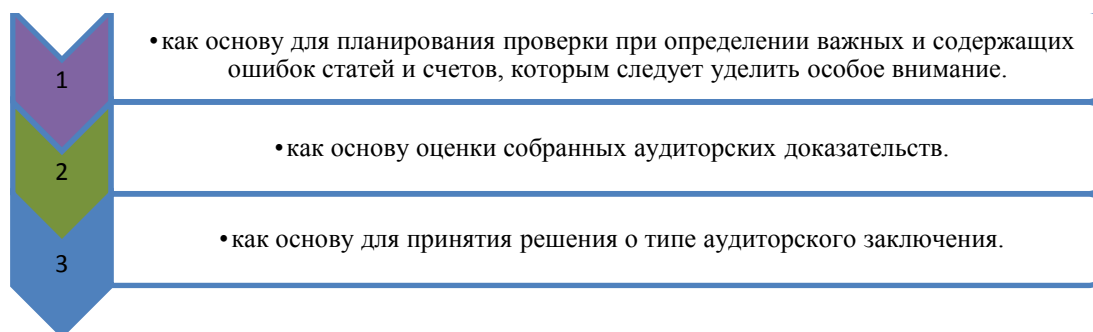


Рис. 1. Применение концепции существенности

Общую погрешность финансовой отчетности в Иранской практике аудита можно установить следующим образом (На основе финансовой отчетности компании *CeTech*):

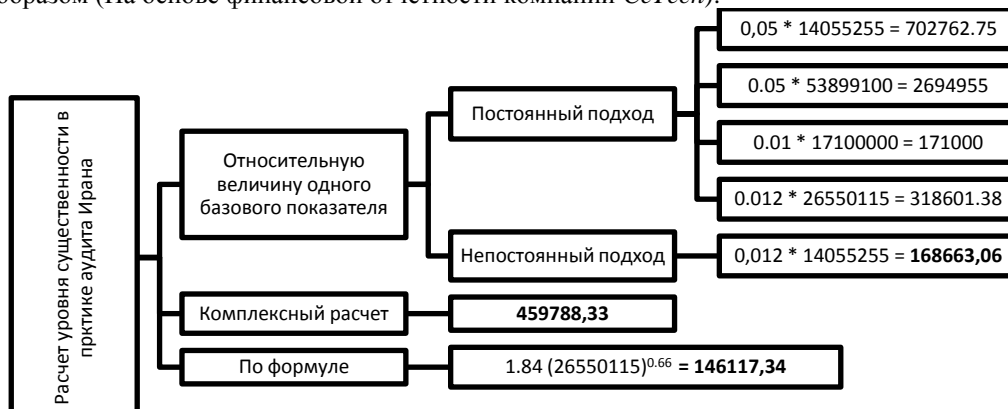


Рис. 2. Расчет уровня существенности в практике аудита Ирана, млн. риал

На основе приведенных расчетов можно сделать следующие выводы: Существенность – качественная мера, это свойство информации, которое делает ее способной влиять на экономические решения квалифицированного пользователя. Выбор метод определения уровни существенности является вопросом профессионального суждения аудитора. Иранская система определения существенности в некоторых случаях отличается от Российской системы, но комплексный подход близок к Российской системе. Различие только в значениях показателей.

Научный руководитель: к.э.н, доц. Тарабарина Т. А.

А.В. БЕЗМАТЕРНЫХ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОННОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ – ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ НАНОФОТОНИКИ

Нанотехнологии расширяют наши представления о формах существования вещества и обеспечивают обществу широкие возможности в создании новых технологий. Одной из прикладных задач технологического прорыва является улучшение тактических характеристик телевизионных (ТВ) систем подводного видения, способных повысить эффективность проведения геологоразведочных работ на морских акваториях. Для этих целей востребованы новые методы, обеспечивающие внедрение цифровой техники взамен аналоговой. Поэтому, одной из основных задач для современных ТВ систем подводного видения является переход от аналогового сигнала к цифровому. Главной причиной этому является то, что аналоговый сигнал подвергается поражающему воздействию многочисленных наводок со стороны электромагнитных полей, формируемых другими радиоэлектронными средствами. Переход на «цифру» обеспечит достоверность и точность получаемой информации в исследовании недр.

Второй прикладной задачей, в которой первостепенное значение отводится точности полученных данных, является сейсморазведка.

Успешной реализацией перечисленных задач может стать создание совершенных фотоннокристаллических материалов, например, фотонных кристаллов (ФК) - одна из наиболее насущных проблем нанофотоники. Благодаря своим уникальным оптическим свойствам, фотоннокристаллические материалы являются перспективными для оптических технологий [1].

Фотонные кристаллы (ФК) - это структуры, которые характеризуются периодическим изменением диэлектрической проницаемости в пространстве. Оптические свойства ФК сильно отличаются от оптических свойств сплошных сред. Распространение излучения внутри ФК становится похожим на движение электрона внутри обычного кристалла под действием периодического потенциала. Для создания ФК можно использовать синтетические опалы (рис.1), которые обладают определенным набором свойств, что обусловлено, прежде всего, структурой данного материала.



Рис.1. Синтетический опал

В синтетических опалах монодисперсные сферические частицы SiO₂ образуют плотно упакованные слои, параллельные поверхности роста. Чередование этих слоев может соответствовать последовательности гранцентрированной решетки (ГЦК) или гексагональной плотноупакованной (ГПУ) решетки [2].

Численное моделирование идеального кристалла из жестких шаров показывает что, по-видимому, более устойчивой является ГЦК - структура. В зависимости от величины контраста диэлектрической проницаемости и особенностей структуры, фотонные кристаллы могут обладать полной запрещенной зоной. Наличие запрещенной зоны означает, что в некотором спектральном диапазоне электромагнитные волны не могут войти в кристалл или выйти из него.

Фотонные полупроводники дают возможность благодаря брэгговскому отражению (1), в пределах которых волны распространяются в определенных направлениях за счет модуляции показателя преломления [3]:

$$2d \cdot \sin\theta = n \cdot \lambda, \quad (1)$$

где: θ - угол скольжения, λ - длина волны, n ($n = 1, 2, \dots$) - порядок дифракции.

Мы предлагаем использовать данный тип структур для преобразования аналогового сигнала в цифровой. Для этого потребуется дополнительное применение брэгговских решёток в качестве оптического фильтра, способных полностью отразить световой поток определённой длины волны. Такое преобразование механических деформаций в световой поток обеспечит повышение достоверности данных сейсморазведки.

Вывод:

Применение фотонных кристаллов позволит уменьшить помехи обратного рассеяния, что позволит получить наиболее достоверную информацию при исследовании морского дна.

Литература

1. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы/А.А. Елисеев, А.В. Лукашин // Физматлит, 2010.-118 с.
2. Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства, Сибирское отделение Российской академии наук, 2009.-200 с.
3. Манцызов, Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов//Физматлит, 2009. -200 с.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Борисова Л.Г.

Е.И. БЛИНОВА, А.В. ЛАВРОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛИФОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ «ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ» УЧЕБНО-НАУЧНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА «NATIONAL INSTRUMENTS»

Металлизация отверстий многослойных печатных плат сопряжена с большим количеством факторов, влияющих на конечный результат, в конечном итоге на качество получаемых медных слоев. Усложнение печатных плат, повышение плотности монтажа, уменьшение размеров отверстий требуют постоянного повышения показателей качества.

Для контроля качества медного покрытия в сквозных и глухих отверстиях изготавливались шлифы многослойных печатных плат, которые в дальнейшем изучались с помощью системы «Техническое зрение» учебно-научного лабораторного комплекса «National Instruments» кафедры Электронных систем.

Показано, что получение сплошных, плотных, равномерных по толщине медных покрытий в глубоких сквозных отверстиях многослойных печатных плат возможно при использовании метода металлизации током низкой плотности.

На экспериментальных заготовках удалось получить мелкозернистый слой меди, равномерный по длине отверстия, с пределом прочности на разрыв в 340 МПа, пластичностью около 25% и толщиной слоя на поверхности 23 мкм, толщиной слоя в отверстиях 26 мкм.

Введение блескообразователя позволяет повысить такие характеристики покрытия, как пластичность и прочность на растяжение: пластичность осажденного слоя меди увеличивается с 6 до 22%, прочность на растяжение – на 23% при концентрации блескообразующей добавки до 5 мг/л.

Таким образом, при гальваническом осаждении меди на поверхность и в отверстия многослойных печатных плат, возможно получение высококачественных медных покрытий в условиях металлизации током низкой плотности и использовании специальных добавок в составе раствора для меднения.

Научный руководитель: к.х.н., доцент О.В. Денисова

А.С.БОЛТЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АНАЛИЗ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ ЦЕНОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Одним из этапов в оценке проектов разработки месторождений является анализ внешней среды, включающий изучение рыночной конъюнктуры и ценовых тенденций.

Рынок золота обладает определенными особенностями, не свойственными рынкам других металлов.

Во-первых, золото является не только объектом для инвестирования, но еще и очень важным индикатором состояния современной мировой экономики, а ситуации на рынке золота аналогичны ситуациям на валютных рынках.

Во-вторых, цена на золото подвержена сильным колебаниям, обусловленным состоянием валютных рынков и финансовой политикой ведущих государств.

Мнения и прогнозы экспертов по поводу курса золота на 2016 год весьма противоречивы. По одним версиям, будет происходить снижение стоимости золота на фоне действий ФРС (независимое федеральное агентство США) и продолжением негативной тенденции спроса на драгоценные металлы, которая наблюда-

лась в конце 2015 года, согласно другим – будет наблюдаться рост цены, спровоцированный девальвацией доллара и сокращением мировых запасов золота [1].

В-третьих, на состояние рынка золота практически не влияют объемы его промышленного производства. Россия является привлекательной страной для вложения инвестиций в золоторудные месторождения, занимает второе место по добыче золота и обладает значительным количеством недостаточно изученных ресурсов в виде перспективных площадей, рудных полей и месторождений. Несмотря на это, Россия не оказывает существенного влияния на Мировой рынок золота [2].

Объектом данного исследования является проект разработки золотосеребряного месторождения «Сопка Кварцевая», расположенного в Магаданской области.

В соответствии с техническим заданием в составе ТЭО предусматривались 3 варианта производительности предприятия: 500 тыс.т /год, 750 тыс.т /год, 1000 тыс.т./год, при 2-х вариантах бортового содержания – 2 г/т и 0,8г/т условного золота. Дополнительно в ТЭО рассмотрен вариант, с бортовым содержанием золота в руде 2,0г/т с выходом на годовую проектную мощность предприятия в 500тыс. тонн с параллельной переработкой 250 тыс. тонн в год бедных руд из отвалов. В данной работе рассмотрен вариант с бортовым содержанием 2г/т с производительностью 500 тыс.т./год [1].

Одним из инструментов, характеризующих влияние факторов на результаты проекта разработки месторождения, является анализ чувствительности проекта.

Анализ чувствительности проекта показал, что самое существенное влияние на экономическую эффективность проекта оказывает стоимость товарной продукции (цена на золото). На сегодняшний день, при позитивной динамике цен на золото, самым эффективным вариантом разработки является вариант с бортовым содержанием 2 г/т с параллельной доработкой бедной руды.

При негативной тенденции к снижению стоимости золота проект, предусматривающий доработку бедной руды, может оказаться нерентабельным.

Литература

1. Электронный ресурс:<http://goldinside.ru/tsena-na-zoloto/prognoz-kursa-zolota-na-2016-god.html>
2. Электронный ресурс: <http://golden-inform.ru/banki-i-rynki/mirovoj-zolota/>
3. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) вариантов отработки месторождения «Сопка Кварцевая» открытым способом (Магаданская обл.), 2008

Научный руководитель: доцент Невская М.А.

А.С. БУРМАГИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПОВЫШЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОАО «СЕВЕРО-ОНЕЖСКИЙ БОКСИТОВЫЙ РУДНИК»

На мировой арене Россия сохраняет позицию второго после Китая крупнейшего продуцента первичного алюминия, выпуская около 4 млн тонн металла ежегодно. Однако, относительно сырья для алюминия – бокситов, первое место по добыче занимает Австралия, Россия располагается на 9-ом месте, ее доля составляет 2% мировой добычи. По итогам 2013 года глинозем отечественного производства позволил удовлетворить только 36% потребности российских алюминиевых заводов, остальная часть была импортирована из Украины, Казахстана, Австралии, Ирландии, США, Ямайки.

В настоящее время внутри страны две компании занимаются добычей бокситов ОК «Русал» и ОАО «СОБР», и если сырье первой направляется по дальнейшей цепочке производства алюминия, то продукция ОАО «СОБР» в объеме 95% уходит на изготовление огнеупоров и цемента. Возможным вариантом решения выступает строительство глиноземного комбината и повышение инвестиционной привлекательности ОАО «СОБР».

В данной работе рассмотрены подходы ученых к определению инвестиционной привлекательности, выделены основные группы инвесторов в зависимости от преследуемых интересов. Предложен проект строительства глиноземного комбината с учетом характеристик добываемого сырья, рассчитаны итоговые показатели проекта.

Инвестиционная привлекательность была рассмотрена на основе трехмерной модели Веретенниковой и Паюсова, включающей макроэкономическое окружение; оценку инвестиционной привлекательности хозяйствующего субъекта, осуществляющего инвестиционный проект; оценку эффективности инвестиционного проекта. Оценка эффективности инвестиционного проекта не производилась ввиду невозможности ее первоначального расчета. В результате реализации проекта авторами было спрогнозировано и оценено повышение инвестиционной привлекательности по шкале хозяйствующего субъекта. Так же ожидается повышение по макроэкономической шкале, но такой эффект не явен и не может быть рассчитан с позиции настоящего времени.

Научный руководитель: ассистент Д.М. Дмитриева

М.В. БЫКОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА НАКОПЛЕННОГО ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРАБОТАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТИМАНО- ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция расположена в пределах Республики Коми и Ненецкого автономного округа Архангельской области РФ. Ее площадь составляет около 350 тысяч км² и вклю-

чает в себя помимо ныне разрабатываемых месторождений, большое количество отработанных, законсервированных и числящихся на балансе запасов.

Отработанные и законсервированные месторождения углеводородного сырья представляют наибольший интерес с точки зрения оценки накопленного техногенного воздействия, в частности таким является Кумжинское, на данный момент расположенное на территории государственного Ненецкого заповедника.

В 1980 году на скважине Кумжа-9 в ходе поисковых работ произошёл выброс газа во время бурения, после чего начался пожар. 25 мая 1981 года на глубине 1,5 тыс. м был взорван ядерный заряд с целью сдвига геологических пластов, но взрыв оказался неудачным, месторождение пришлось законсервировать. Не смотря на проведенный в последние десять лет комплекс природоохранных мероприятий, последствия аварии на скважине №9 до сих пор не устранены.

Всего на территории Кумжинского месторождения летом 2015 года в окрестности скважин №1, 2 и 9 было отобрано 6 проб нефтезагрязненного грунта, проанализированные в последствии на ИК-Фурье спектрометре IRAffinity-1. Полученные значения общего содержания нефтепродуктов в почве, указывают на очень высокий уровень загрязнения нефтепродуктами подавляющего количества проб.

Данная оценка позволяет сделать выводы о неэффективности проведенной ранее рекультивации, возможном выходе нефтепродуктов на поверхность путем просачивания вместе с водой по трещинам, а так же во время половодья. В дальнейшем, полученные результаты позволяют выбрать способ повторной рекультивации нарушенных земель и разработки системы мониторинга.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А.Пашкевич

П.И. ВАСИЛЬЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Анализ причин возникновения аварийных ситуаций при строительстве и реконструкции сооружений показывает, что при создании проектов необходим комплексный подход при оценке подземного пространства как многокомпонентной системы. Подобный подход отсутствует при формировании инженерно-геологической информации, которая передается проектировщикам и служит основой для обоснования выбора технологии ведения работ и выбора конструкции подземной и надземной части сооружения.

Анализ аварий при проходке глубокого котлована (27м) в пределах исторической части города, на территории, где широким развитием пользуются песчаные отложения (до глубины 25м), свидетельствует, что не были учтены факторы, определяющие устойчивость бетонных конструкций при наличии подземных вод с высокой степенью контаминации.

Согласно проекту, проходка котлована должна была проводиться под защитой ледогрунтового щелика и бетонной стенки из двойного ряда буронабивных свай большого диаметра. Кислая реакция подземных вод, высокая степень загрязненности органическими соединениями, а также неоднородность водопроницаемости песков по разрезу способствовали крайне медленному набору прочности бетонов во времени и резкому снижению температуры замерзания загрязненных вод. Прорыв подземных вод через двойную защитную конструкцию вызвал полное затопление котлована.

Некорректный проект реставрации фундаментов Нового Эрмитажа, в котором не была учтена высокая степень загрязненности грунтовых вод, привел к развитию дополнительных неравномерных осадок этого здания, интенсивность которых в 21 веке значительно выше, чем в конце 20 века.

Для разработки проектов, адекватных сложности инженерно-геологических условий и многокомпонентности подземного пространства, необходима организация мониторинга, в структуру которого необходимо внести следующие позиции: оценка состояния по результатам полевых исследований, оценка грунтовых вод на расширенный список компонентов, изучение физиологических групп микроорганизмов для оценки их биоагрессивности к строительным материалам, динамика развития деформаций несущих конструкций во времени.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Р.Э. Дашко

А.М. ВАТЛИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ДАТЧИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧИХ И ЖИДКИХ МАТЕРИАЛОВ

Целью проведенного исследования являлось создание измерителя влажности сыпучих и жидких продуктов горного и нефтегазового производства в режиме on-line.

На основе проведенного обзора и анализа технической литературы установлено, что одним из наиболее простых и эффективных методов контроля влажности сыпучих материалов и жидкостей является высокочастотный метод, поэтому указанный метод был принят базовым при создании измерительного прибора.

В качестве первичных измерительных преобразователей влагомера применялись компланарные ячейки рассеянного поля с различной конструкцией электродов.

Разработка электрической схемы вторичного измерительного преобразователя осуществлялась на базе генераторных транзисторных схем с привлечением имитационного моделирования в специализированной программе Qucs.

С целью подтверждения теоретических выводов и результатов имитационного моделирования были изготовлены влагомеры, совмещающие измерительную ячейку и генераторную схему. С разработанными датчиками были выполнены экспериментальные исследования при наличии на поверхности измерительной ячейки слоя диэлектрика (полимерной плёнки) и при её отсутствии. Информативным параметром являлось отклонение частоты выходного напряжения генератора. В качестве измеряемой среды использовались нефть различного состава, мазут, жидкий парафин и сыпучие продукты горного производства. Измерения проводились в режиме on-line.

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- наличие диэлектрической прослойки на чувствительном элементе датчика позволяет не только защитить электроды, но и получить линейную градуировочную характеристику, однако при этом снижается чувствительность датчика;

- датчик имеет зону нечувствительности в диапазоне низких влажностей, которая может быть уменьшена за счет увеличения частоты генератора,

- результаты проведенных исследований могут быть положены в основу создания высокоточных приборов, позволяющих проводить автоматический контроль влажности жидких и сыпучих материалов в реальном времени с требуемой точностью.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Большунова О.М.

П.Э. ВЕРБИЛО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЩИНОВАТОГО ГОРНОГО МАССИВА

Предложен метод прогноза прочностных свойств трещиноватого горного массива с помощью численного моделирования методом конечных элементов применительно к условиям месторождения апатит-нефелиновых руд «Плато Расвумчорр» ОАО «Апатит» в Кировском районе Мурманской области. Приведены преимущества такого подхода к решению поставленной задачи по определению механических характеристик горного массива, основные этапы создания численной геомеханической модели горного массива и проведения численного эксперимента.

Численное моделирование проводилось с блочным горным массивом с целью получения зависимости напряжений от деформаций при нагружении численной модели, определения параметров количественной оценки влияния ориентации системы трещиноватости на величину предела прочности, определение масштабного эффекта предела прочности на двухосное сжатие трещиноватого горного массива. Построены геометрические и геомеханические модели трещиноватого горного массива в явном виде с размерами сторон от 1 до 8 м. Рассмотрена последовательность создания численной геомеханической модели горного массива, указаны схемы проведения виртуальных испытаний. Проводилось численное моделирование испытаний блоков горной породы по контакту на сдвиг на основе реального эксперимента с использованием нелинейного критерия прочности по контакту взаимодействия между блоками горной породы Бартона-Бандиса. Полученные результаты расчетов показывают их качественное совпадение с результатами проведенных натуральных экспериментов по испытанию трещиноватого горного массива.

Научный руководитель: профессор А.Г.Протосеня

И.В. ВЕРЕСОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА

В ходе данной работы были определены основные показатели и параметры карьера по добыче урановой руды. Был учтён вероятностный характер исходных данных при определении границ карьера, что позволяет учесть проектные риски. Методики, использованные в ходе данной работы, относятся к предпроектной стадии. На основе результатов работы можно начать создание проекта, но уже с учетом ряда факторов, не учитывающихся на стадии проектирования.

При выполнении работы был учтён ряд технологических процессов, связанных с получением готовой продукции в виде «желтого кека», в виде затрат при получении чистой извлекаемой ценности руды. Предполагается, что площадка кучного выщелачивания будет создана для группы месторождений, что позволит регулировать качество и может обеспечить продолжительную работу площадки. Ожидается, что данное предприятие также окажет положительный социальный и экономический эффект в Забайкальском крае и создаст новые рабочие места.

Основные итоги работы: определён граничный коэффициент вскрыши; обоснованы границы карьера, обеспечивающие целесообразность разработки; оценена структура затрат; составлен план предполагаемой инфраструктуры предприятия; учтён вероятностный характер исходных данных; по критериям потребности в селективной разработке месторождения был выбран парк необходимого технологического оборудования.

Исходя из полученных результатов, можно предположить, что целесообразно провести геологическую доразведку, чтобы уменьшить риск неподтверждения запасов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Г.А. Холодняков

О.А. ВОПИЛОВСКАЯ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МЕТАЛЛОГЕНИЯ ПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА МЕТАГАББРОИДОВ ПОЛУОСТРОВА НЮ ФРИСЛАНД (АРХИПЕЛАГ ШПИЦБЕРГЕН)

В настоящее время освоение Арктики является одной из важнейших задач для множества стран, в том числе и для Российской Федерации. Арктический регион богат полезными ископаемыми и перспективен на обнаружение не только нефтегазовых месторождений, но и месторождений других видов полезных ископаемых, что обуславливает актуальность данной работы. Архипелаг Шпицберген является одним из перспективных объектов для геологического изучения и поисков новых месторождений, находится в соответствии с международным договором 1920 года под суверенитетом Норвегии. Россия имеет на архипелаге собственные земли и права на геологоразведочную и горнорудную деятельность. В данной работе рассматривается металлогения раннерифейского комплекса метагабброидов полуострова Нью Фрисланд, находящегося на севере архипелага. Целью работы является оценка перспектив рудоносности комплекса метагабброидов. В работе изучены минеральный состав, структурно-текстурные особенности пород, определены петрохимические особенности, на основе которых был сделан вывод о соответствии пород нормальному ряду и принадлежности комплекса к габбро-долеритовой формации. Выявлены вероятные закономерности дифференциации химического состава интрузивных тел, установлены закономерности изменения содержания редкоземельных элементов, как потенциальных индикаторов рудогенеза. Было установлено, что по содержанию редкоземельных элементов породы подразделяются на 2 группы: с их высоким и низким содержанием, отмечено, что породы с низким содержанием редкоземельных элементов не обладают высокой степенью дифференциации. Выполнен сравнительный анализ с известными месторождениями сходного геолого-промышленного типа рудоносных интрузивов. На основании выполненного исследования был сделан вывод о перспективности комплекса метагабброидов на Cr, Fe, V, и, в меньшей степени, на Cu и Ni. Однако, не высокая степень дифференциации исходного магматического расплава снижает перспективы образования крупного месторождения.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.Н. Евдокимов

Е.И. ГЕОРГИЕВСКАЯ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ НА НЕФТЕГАЗОВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В настоящее время нефтегазовые и горнодобывающие предприятия, в основном, занимаются реализацией нескольких инвестиционных проектов одновременно. У компаний зачастую отсутствует возможность реализовывать все поставленные задачи и полные портфели проектов, в основном из-за недостатка денежных средств. В таких случаях предприятия недропользования прибегают к тому, что откладывают на неопределенный срок набор инвестиционных проектов. В этой связи встает вопрос о том, как выбирать наиболее эффективные для реализации в текущем периоде проекты.

Автором было разработано программное обеспечение (ПО), предназначенное для решения такой задачи. Программный продукт рассчитывает базовые показатели оценки эффективности инвестиционных про-

ектов (ЧДД, ИД, ВНД, а также индекс потерь) и дает рекомендации по выбору оптимального портфеля проектов на текущий период.

Существуют схожие программные продукты, например Альт-Инвест, @Risk, но ни одна из этих программ не дает рекомендаций относительно ранжирования проектов. Также они имеют достаточно высокую стоимость.

Разработанное автором ПО направлено на решение нескольких задач:

- повышение эффективности работы сотрудников нефтегазовых компаний;
- работа с данным ПО (как и любая автоматизированная работа) позволит свести к минимуму вероятность ошибок в расчетах при выборе оптимального портфеля проектов;
- данное ПО будет доступно небольшим компаниям и предприятиям, не имеющим возможности создать свое собственное ПО или же приобрести уже существующее на рынке в связи с его высокой стоимостью.

Апробация данного ПО была произведена на примере проекта «Новый порт», который реализуется ООО «Газпром Нефть Развитие». Данный проект является одним из крупнейших проектов компании и разделен на множество локальных проектов, которые необходимо реализовать. Автором рассмотрен пример, представляющий собой выбор 3х из 5ти локальных проектов (закупка дополнительных танкеров, увеличение пропускной способности нефтепровода, расширение ГТЭС, расширение ЦПС, увеличение нефтеотдачи). При помощи программного продукта были произведены расчеты основных показателей, произведено ранжирование проектов и сделан вывод о том, что для реализации в текущем периоде подлежат проекты по увеличению пропускной способности нефтепровода, расширению газотурбинной электростанции и закупке новых танкеров.

Основной экономический эффект от внедрения ПО связан со снижением затрат на оплату труда в среднем на 850 000 руб. в год (расчеты произведены на примере ООО «Газпром Нефть Развитие»).

Таким образом, автором была произведена разработка целевого программного продукта, который способен свести к минимуму вероятность ошибок при осуществлении стратегического выбора, а также расчетов на стадии инициации проектов при формировании инвестиционного портфеля предприятия. Также ПО позволит упростить работу сотрудников предприятий недропользования и привести к экономии на оплате труда в случае, когда программное обеспечение предоставляет возможность выполнить необходимую работу одному человеку, а не нескольким. Предложенная идея и разработка призваны оптимизировать работу нефтяных и горнодобывающих компаний, где одновременно реализуется большое количество проектов в рамках ограниченного бюджета. Апробация ПО произведена на примере проекта «Новый Порт» (ООО «Газпром Нефть Развитие»).

Научный руководитель: ассистент А.А.Ильинова

А.А. ГОЛОБОРОДЬКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПРОГНОЗ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ И РИСКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ В ПОРТУ УСТЬ-ЛУГА

Очень часто на момент изысканий проявлений тех или иных опасных геологических и инженерно-геологических процессов не фиксируется, однако, это не говорит о том, что в данных инженерно-геологических условиях они никогда не могут произойти. Поэтому возникает необходимость оценки опасности и риска возникновения того или иного опасного процесса в будущем.

В данной работе проведена оценка оползневой опасности и риска для обеспечения длительной устойчивости трубопроводов в морском торговом порту Усть-Луга.

На первом этапе работы был выполнен анализ инженерно-геологических условий территории на участке пересечения трассы коммуникаций с оврагом. Основными элементами, на которые было обращено особое внимание, были рельеф, строение толщи слабых четвертичных отложений, их свойства и наличие негативных техногенных воздействий. Следует отметить, что ранее при производстве изысканий на данном участке оползневых смещений выявлено не было.

Далее было определено значение нормативного коэффициента запаса устойчивости и выполнен расчет устойчивости склонов оврага различными методами: ручным (метод Шахунянца) и с помощью специализированного программного обеспечения (Slide 6.0). По сравнению расчетных и нормативного коэффициентов сделан вывод, что в данный момент и при данных инженерно-геологических условиях на обоих склонах оврага устойчивость обеспечена.

Для рассматриваемого участка была выполнена оценка оползневой опасности и риска качественным и полуколичественным методами, по результатам которой было определено, что оползневое смещение может произойти в расчетный период эксплуатации только при весьма неблагоприятных условиях. При этом оползень с низкой вероятностью может повлечь снижение эффективности функционирования объекта.

Несмотря на высокие коэффициенты запаса устойчивости и низкие показатели оползневой опасности и риска, вследствие техногенного воздействия в будущем возможно ухудшение инженерно-геологических

условий территории. Поэтому были разработаны рекомендации по инженерной защите территории, которые сводятся к трем основным пунктам – регулирование поверхностного стока, противоэрозионные мероприятия и организация мониторинга инженерно-геологических условий.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Г.Б. Поспехов

Д.Д. ГОЛУБЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ УГЛЯ, СКЛОННОГО К САМОВОЗГОРАНИЮ

Экономическая эффективность и безопасность горных работ на угольных шахтах в значительной степени зависит от принятой технологии отработки пластов. При отработке пластов угля, склонного к самовозгоранию, эта задача приобретает особое значение. Высокий уровень эндогенной пожароопасности на угольных шахтах создает угрозу здоровью и жизни горнорабочих, влечет за собой значительные материальные затраты и приводит к снижению темпов угледобычи. При анализе случаев самовозгорания было выявлено, что самовозгорание угля происходит преимущественно в выработанном пространстве.

В работе рассмотрены основные направления предотвращения развития процессов самовозгорания угля в выработанном пространстве шахт. Предложен метод, основанный на снижении химической активности угля, в целях исключения возникновения эндогенных пожаров. Метод основан на охлаждении опасных скоплений разрыхленного угля в выработанном пространстве путем его орошения и нагнетания сухого газа (азота).

Целью работы является создание рекомендаций по осуществлению разработки мощных пологих пластов угля, склонного к самовозгоранию. Применение данного метода позволит повысить безопасность ведения горных работ и избежать значительных материальных затрат, связанных с возникновением эндогенных пожаров.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.П. Зубов

К.В. ГРОМЦЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ, ПО ФАКТОРУ ИСКЛЮЧЕНИЯ ПРОРЫВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Без калийных удобрений не может развиваться сельское хозяйство, от них зависит урожайность сельскохозяйственных культур, поэтому из года в год объемы производства и добычи калийных удобрений возрастают.

Основная опасность, при разработке калийного рудника, это трудно прогнозируемое необратимое затопление рудника с огромным ущербом окружающей среде и невозможными потерями полезного ископаемого. Длительное техногенное воздействие на геологическую среду соленосных бассейнов, оказываемое в процессе добычи калийных руд, приводит к нарушению ее устойчивости, сопровождаемому возрастающей сейсмичностью калий добывающих регионов, проявлением оседаний земной поверхности, прорывами подземных вод в горные выработки, затоплением калийных рудников и образованием провалов на месте их затопления. Так в России затоплено 3 рудника на Верхнекамском месторождении калийных солей. Примерный оцененный ущерб составляет десятки млрд. долларов США.

Вскрытие и разработка полезных ископаемых шахтным способом всегда осложняются наличием водоносных горизонтов в толще пород или водных объектов на поверхности. Принятию решений о технологии разработки калийных месторождений должна предшествовать их оценка с позиции исключения образования водопроводящих каналов между водными объектами и горными выработками.

В данной работе рассмотрено влияние известных систем разработки, применяемых на калийных рудниках, на вышележащие слои, проведены расчеты высоты распространения водопроводящих трещин, разработана методология выбора безопасной системы разработки.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.П. Зубов

М.И. ДАВЫДЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ VBA ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Организация учебного процесса требует обработки большого количества информации, представленной в самом различном виде. Часто задача состоит в вычленении данных из общего расписания и составления таблицы загрузки аудитории на текущий семестр.

Для организации обработки информации часто оказывается эффективным использование не только программных продуктов, таких как MSExcel, Access и Word, но и различных языков программирования. Для решения поставленной задачи был использован язык VisualBasicforApplications (VBA), встроенный в линейку продуктов MSOffice.

Первым шагом решения задачи по составлению загрузки аудитории было создание алгоритма. В процессе составления загрузки алгоритм проходит по множеству узлов сортировки, исключая ненужное, и выбирая только необходимое. Именно поэтому в основу решения задачи был положен алгоритм сортировки с помощью двоичного дерева, являющийся оптимальным для данных, получаемых путем непосредственного чтения из потока (например, из файла). Алгоритм заключается в построении двоичного дерева поиска по ключам массива (списка), с последующей сборкой результирующего массива путем обхода узлов построенного дерева в необходимом порядке следования ключей.

Для обеспечения полной идентичности формы загрузки аудитории, полученной вручную, с той, которую выдает программа, был создан пустой шаблон. Созданная в VBA форма запрашивает номер аудитории и после нажатия кнопки «Составить загрузку» запускает программу обработки исходных данных. В коде программы создан массив под вывод результатов, полностью совпадающий по размерности с итоговой таблицей загрузки, что позволяет использовать один и тот же шаблон постоянно.

Код программы осуществляет последовательный перебор всех строчек столбца с аудиториями, находящегося в исходной книге MSExcel. Специальные пользовательские функции осуществляют процесс определения номера столбца и номера строчки результирующей матрицы, выводимой в Excel.

Кроме того, с помощью тех же пользовательских функций осуществляется определение вида занятия, количества групп в аудитории, недели, на которой проходит занятие и преподавателя, который его ведет.

Вывод результирующего массива происходит последовательно и поэлементно, оставляя не заполненные строчки пустыми. Полученный результат может быть перенесен в MSWord.

Таким образом, в результате работы:

1. Произведен анализ различных методов сортировки данных и заполнения массивов.
2. Создана программа составления загрузки аудитории выбранной кафедры.
3. Разработанная программа была использована для формирования загрузки аудиторий кафедры информатики и компьютерных технологий.

Научный руководитель: Е.В. Катунцов

И.В. ДАНИЛОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗИФИКАТОРА УГЛЯ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Целесообразность газификации угля в кипящем слое обоснована ее эффективностью, повышенной производительностью и пониженными требованиями к сырью, по сравнению с другими способами газификации. Но, наряду с достоинствами данной технологии, существуют и недостатки: активное соударение крупных частиц между собой вызывает повышение концентрации мелкой фракции, увеличивая пылевывос, а соударение с внутренними стенками газификатора, увеличивает износ футеровки. Неоднородность гранулометрического состава сырья делает невозможным точный контроль уровня кипящего слоя.

Для устранения недостатков газификаторов угля в кипящем слое, сформулирована цель – определение рационального гранулометрического состава частиц угля в псевдооживленном слое газификатора. Для решения поставленной задачи была разработана экспериментальная установка (физическая модель газификатора угля на основе технологии кипящего слоя), было предложено применение системы технического зрения для оценки крупности фракций угля в псевдооживленном слое, а также разработан алгоритм автоматизированной оценки крупности частиц, реализованный в среде LabVIEW.

Научные руководители: к.т.н., старший преподаватель В.В. Булатов, д.т.н., профессор В.Ю. Бажин

В.Н. ДЖОРДЖЕВИЧ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ ДИВИДЕНДНОЙ ПОЛИТИКИ НА РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ КОРПОРАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ)

Цель работы заключается в установлении типа дивидендной политики, которой придерживаются крупнейшие нефтегазовые компании России, и степени влияния дивидендных выплат на их рыночную стоимость. Актуальность темы работы обусловлена тем, что многие корпорации в настоящее время своей приоритетной целью выдвигают максимизацию рыночной стоимости, выявляя для этого факторы роста капитализации. В отношении роли дивидендных выплат в этом процессе существуют противоположные точки зрения. Согласно одной из них, дивидендная политика корпораций, наряду с другими факторами, может оказывать существенное влияние на изменение рыночной стоимости компаний.

Тестирование этой теории проводилось в несколько этапов. На первом этапе были рассмотрены положения дивидендных политик восьми нефтегазовых корпораций (Роснефть, ЛУКОЙЛ, Газпром, Газпром нефть, НОВАТЭК, Сургутнефтегаз, Татнефть, Башнефть), рассчитаны показатели средней дивидендной доходности и коэффициентов покрытия дивидендных выплат за период с 2006 по 2014 гг. В результате были сделаны выводы о том, что все рассмотренные компании придерживаются агрессивного подхода и применяют политику стабильного дивидендного выхода, направляя на выплату дивидендов от 10 до 35% чистой прибыли. Показатели дивидендной доходности в период с 2006 по 2014 год находятся в диапазоне от 2% до 12%. Коэффициент покрытия дивидендных выплат находится в приемлемых границах для всех компаний, кроме ПАО «Газпром» (для данной компании значение коэффициента в 2014 году составило 0,9, что свидетельствует об ухудшении финансового положения компании). Следующий этап исследования состоял в выявлении количественной связи между величиной дивидендных выплат компаний и рыночной ценой их акций. Для этого были вычислены коэффициенты корреляции (в дальнейшем соотнесенные со средней дивидендной доходностью за 9 лет, а также с абсолютной суммой выплаченных дивидендов). Анализируемые компании были сгруппированы следующим образом: пять компаний с сильной количественной связью между величиной дивидендов и курсом акций (НОВАТЭК, Татнефть, Роснефть, Газпром нефть, Башнефть); две компании со сравнительно низкими значениями коэффициентов корреляции (ЛУКОЙЛ, Сургутнефтегаз); и ПАО Газпром, для которого характерна обратная зависимость показателей. В дополнение к рассчитанным показателям, была проанализирована зависимость курсов акций компаний от показателей прибыли на акцию (EPS) и рентабельности собственного капитала (ROE). В результате выявлено, что четыре компании имеют высокие значения коэффициентов корреляции между прибылью на акцию и ее котировками (Татнефть, Роснефть, НОВАТЭК, Газпром нефть), еще у трех компаний (Башнефть, ЛУКОЙЛ и Газпром) сильна количественная связь между ROE и котировками. Во многом полученные результаты объясняются различиями в структуре акционерного капитала компаний: чем более распыленной она является, тем сильнее рыночная стоимость акций зависит от величины дивидендных выплат. У компаний с большим количеством акционеров (в том числе зарубежных) и дивидендная политика, и прочие факторы вызывают более сильные и частые изменения курса акций, чем в компаниях с одним или несколькими крупными собственниками. Влияние на динамику рыночной стоимости компаний оказывает и информационная эффективность рынка, его способность реагировать на поступающие со стороны компаний «сигналы» и отражать в ценах акций ожидания инвесторов.

Научный руководитель: доцент, к.э.н. О.Ю.Лебедева

М. Д. ДОЛГАНОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТРЕЛОЧНО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В связи с развитием добычи нефти и газа скважинным методом необходимо совершенствование как технологий прострелочно-взрывных работ, так и соответствующего оборудования – перфораторов и зарядов к ним.

Так как основное назначение кумулятивных перфораторов — пробивание отверстий в стенках зацементированной обсадной колонны (перфорирование колонны), то особую роль в данном процессе имеет качество зарядов, устойчивость их работы при взрыве и безопасность в использовании.

С целью совершенствования работы зарядов необходимо проанализировать принцип действия кумулятивного взрыва, кривизны поверхности заряда, образование кумулятивного ножа и другие факторы.

На сегодняшний день в отрасли применяются импортные технологии. (Кумулятивные перфораторы Gun System DYNAWELL, кумулятивные заряды ShapedCharge DYNAWELL, ударные детонаторы Percussion Initiator DYNAWELL, бустеры –Bi-Directional Booster DYNAWELL, детонирующие шнуры Detonating Cord DYNAWELL Octocord).

Несмотря на удовлетворительное качество работы, импортные заряды содержащие гексоген обладают высокой себестоимостью и определенной опасностью в обращении в связи с высокой чувствительностью гексогена. Разработанные в советский период ВВ третьей группы специального класса (например нефтяной аммонит № 1) лишены этих недостатков. Поэтому представляется целесообразным путь по совершенствованию отечественных разработок в области зарядов для прострелочно-взрывных работ и модернизации отечественных прострелочно-взрывных аппаратов (ПВА).

Научный руководитель: доцент Ю.А. Миронов

О.О. ЕВСЕЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СТОИМОСТНОЙ ИНЖИНИРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТА (НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

В настоящее время проектный подход широко применяется во многих нефтегазодобывающих компаниях. Масштаб и сложность задач, которые требуется решать при реализации крупных проектов, нередко приводят к существенным отклонениям фактических показателей затрат от плановых. Одной из основных причин отклонений является недостаточное качество управления стоимостью. В связи с этим повышение

эффективности процессов управления стоимостью в методологии проектного управления приобретает особую **актуальность**. [3]

Целью данного исследования является обоснование эффективности применения инструментов стоимостного инжиниринга в целях повышения качества процессов управления стоимостью проектов. Сформулированы следующие **задачи**: 1) Анализ результатов реализации крупных нефтегазовых проектов российскими и международными компаниями; 2) Критический анализ методологии управления стоимостью проекта, применяемой в ПАО «Газпром нефть»; 3) Обоснование управленческого решения, направленного на снижение издержек проекта разработки нефтегазоконденсатного месторождения; 4) Оценка целесообразности применения инструмента стоимостного инжиниринга в целях оптимизации затрат.

В данной работе под управлением стоимостью проекта следует понимать совокупность экономической, организационной и технической деятельности, направленной на максимизацию дохода проекта за счет минимизации издержек. [1] Комплексное управление стоимостью проекта достигается путем использования инструментов стоимостного инжиниринга. Стоимостной инжиниринг представляет собой область технической деятельности, направленной на формирование обоснованной стоимости проекта на каждом этапе инвестиционно-строительного процесса. [2] В качестве объекта исследования был выбран проект разработки нефтегазоконденсатного месторождения, реализуемый в настоящее время компанией ПАО «Газпром нефть». С целью повышения инвестиционной привлекательности проекта было предложено оптимизировать часть затрат на утилизацию попутного нефтяного газа (ПНГ) путем применения инструмента стоимостного инжиниринга, основанного на принципах совокупной стоимости владения, которая представляет собой учет не только капитальных, но и операционных затрат на всех стадиях жизненного цикла проекта.

В процессе исследования рассматривались два варианта утилизации ПНГ. Сравнение капитальных и операционных затрат по каждому из вариантов позволило принять лучшее инвестиционное решение и сократить текущие и инвестиционные затраты по проекту с учетом дисконтирования более чем на 196 млн.руб.

На основании результатов исследования были сделаны следующие **выводы**: 1) Процессы управления стоимостью позволяют минимизировать затраты и максимизировать ценность проекта; 2) Применение инструментов стоимостного инжиниринга повышает эффективность принятия инвестиционных решений; 3) На примере выбора оптимального варианта утилизации попутного нефтяного газа была доказана целесообразность применения концепции совокупной стоимости владения.

Литература

1. Мазур И.И. Управление проектами: Учебное пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге; Под общ. ред. И.И. Мазура. - 2-е изд. М.: Омега-Л, 2004. - 664 с.
2. Amos S. Skills and Knowledge of Cost Engineering // AACE International, Morgantown, 2004. -145 с
3. Добавленная стоимость: кост-инжиниринг в нефтяных компаниях / Сибирская нефть, 2014, №116, с 10.
Научный руководитель Пономаренко Т.В.

В.В. ЕВСЕЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ГРП В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Ключевое влияние на прирост запасов компании оказывает объем геологоразведочных работ (ГРП) и величина затрат на их проведение. Статистика последних лет гласит, что на фоне кризисных явлений в мировой экономике, горные компании склонны сокращать свои инвестиции в ГРП. Одной из причин этому служит высокая степень неопределенности их результата на протяжении практически всего процесса отработки месторождения. Более того, исходя из закона убывающей предельной полезности, прирост затрат на ГРП не гарантирует соразмерного прироста стоимости запасов. В связи с этим, возникает необходимость в определении оптимальной величины затрат на ГРП, позволяющей получить максимально возможный прирост запасов.

В упрощенном виде алгоритм принятия решения об оптимальных объемах инвестирования ГРП представлен на рис. 1.

Тогда основная задача сводится к поиску функции, позволяющей оценить эффективность ГРП в условиях высокой неопределенности их результатов, для дальнейшей оптимизации затрат на ГРП. Применение традиционного инструментария дисконтирования денежных потоков для инвестиционной оценки долгосрочных стратегических проектов без дополнительных корректировок не позволяет объективно оценить экономическую целесообразность реализации инвестиций в ГРП в силу невозможности учесть широкий спектр геологических, экономических, инфраструктурных и пр. рисков. Анализ зарубежных показателей оценки эффективности инвестирования показал, что их использование также не лишено недостатков, в частности из-за субъективности экспертных оценок тех или иных параметров, используемых в расчетах, и дискретности получаемых значений.

В первом приближении данную проблему можно решить, используя интервалы значений вместо дискретных величин, что позволит проанализировать разброс ожидаемых оценок инвестиционного проекта в зависимости от величины дополнительных затрат на ГРП. (рис. 2)

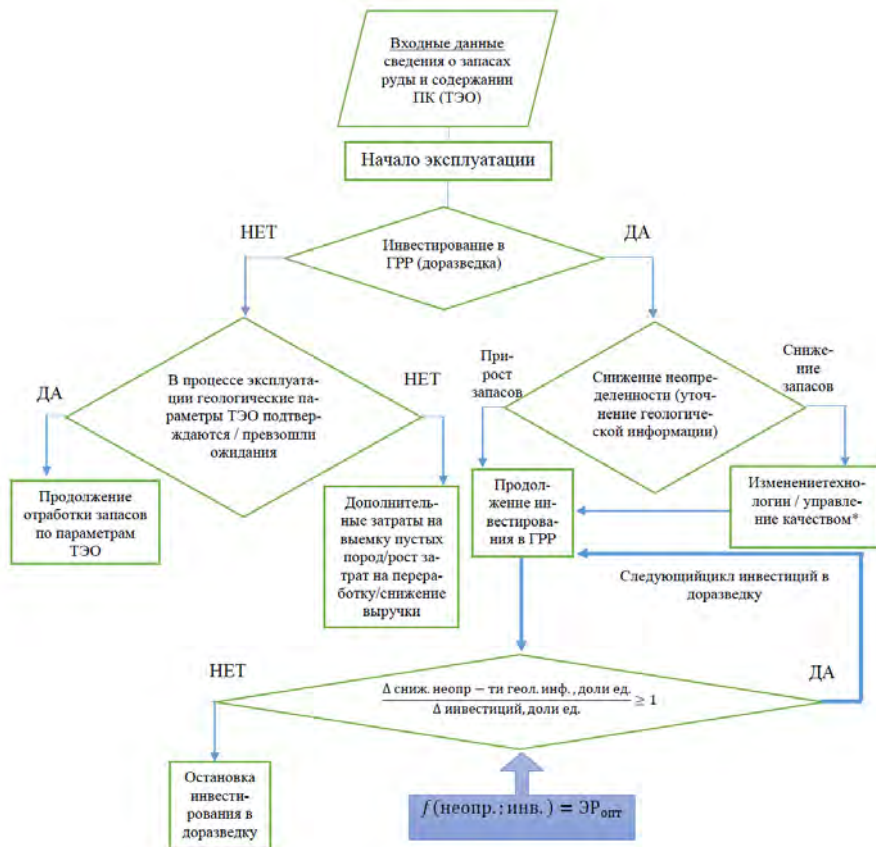


Рис. 1. Алгоритм принятия решений об инвестировании ГРП

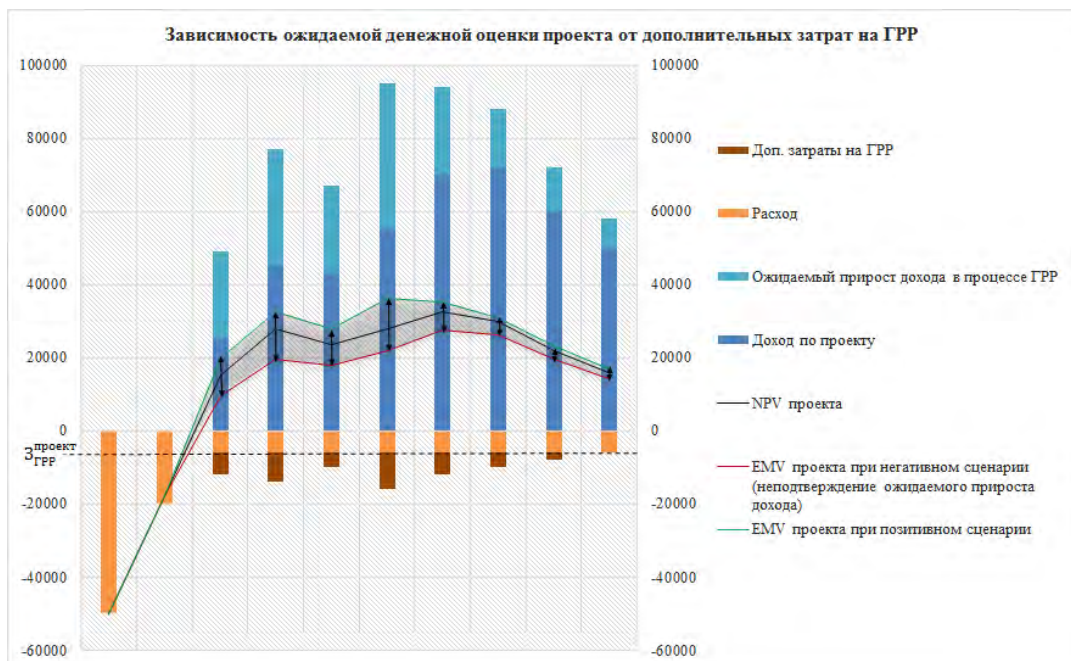


Рис. 2. Зависимость ОДО проекта от дополнительных затрат на ГРП

Для развития методов инвестиционной оценки высокорисковых проектов целесообразно дополнительно с методом DCF использовать математический аппарат, включающий в себя инструментарий предельного анализа, в частности, модель, при которой переменной величиной являются затраты на ГРП, а функцией – коэффициент инвестиционной эффективности с учетом риска.

Тогда условия оптимизации затрат на ГРП должны подчиняться следующим ограничениям:

$$\begin{cases} ROI_{EMV} = \frac{EMV}{P \cdot MNC - (1 - P) \cdot NPV} \rightarrow \max \\ \sigma = \sqrt{P(NPV - EMV)^2 - (1 - P)(RC - EMV)^2} \leq p \end{cases}$$

где $r = f(ROI_{EMV})$

В предложенной модели оптимизации затрат на ГРП значение коэффициента инвестиционной эффективности должно быть максимальным, а величина дисперсии значений ожидаемой денежной оценки проекта должна зависеть от коэффициента инвестиционной эффективности и находиться в пределах, установленных и комфортных для менеджмента компании.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Сергеев И.Б.

Д.В.ЕГОРОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АНАЛИЗ УРОВНЯ РИСКА НА СООРУЖЕННЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Потери при транспортировке углеводородов причиняют вред экологии и экономике страны. Одним из методов сокращения таких потерь является анализ уровня риска.

В настоящее время существует проблема разгерметизации трубопроводов под действием внешних факторов. Её актуальность заключается в том, что при помощи установки мониторингового оборудования и анализа уровня риска можно спрогнозировать опасное воздействие на объекты трубопроводного транспорта при наиболее эффективном расходе денежных средств.

Для решения данной проблемы предлагается количественный анализ рисков с усовершенствованной методикой их оценки. В данной работе использовалась балльная оценка на основе методического руководства по оценке степени риска аварий на МН от компании Транснефть. Были выделены группы для балльной оценки риска - внешние антропогенные и природные воздействия. Присвоение баллов было произведено по шкале от 1 до 10.

После присвоения шкалы были выделены наиболее опасные участки по суммированию баллов. Была посчитана суммарная и высокая плотность возникновения аварий. Распределение значений было произведено с помощью статистического квартиля. Для выявления конечного результата была использована система распределения цветовых сочетаний. Также была произведена экспертная оценка шестью специалистами в сфере строительства и эксплуатации трубопроводных систем.

Далее выбирается оптимальный участок трассы для установки мониторингового оборудования и контроля наиболее опасных участков. Заключительный этап: ранжирование участков по показателям опасности и расчет эффективности метода. Таким образом, в данной работе был выполнен расчет максимальных и минимальных рисков. Для сокращения денежных средств была произведена градуировка риска. Полученные результаты помогут следить за внешними воздействиями на трубопроводном транспорте путем установки специального мониторингового оборудования на наиболее опасных участках.

Научный руководитель: доцент Г.Х. Самигуллин

А.М. ЕРЕМЕЕВА, И.Л. ОЛЕЙНИК

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА И ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ С БИОДОБАВКАМИ

Объем производства дизельного топлива в России с каждым годом увеличивается в среднем на 6,5%, в перспективе ожидается выпуск до 80 млн. тонн данного топлива. Это позволит развиваться рынку присадок и добавок к топливу. Биодобавки в составе топлива позволяют улучшать эксплуатационные свойства, в том числе его смазывающую способность, препятствующую быстрому износу деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей. Другим неоспоримым преимуществом введения биодобавок является экологическая чистота новых составов топлив. Вследствие чего, при сгорании их в топливной системе, не происходит выбросов сернистых газов в атмосферу города.

Процесс получения биодобавок является экологически чистым производством, простым в технологии. В основе лежит реакция переэтерификации (химическая реакция перераспределения групп сложных эфиров) компонентов растительного происхождения спиртами в присутствии катализатора. Полученные соединения являются поверхностно-активными веществами.

Процесс переэтерификации растительного масла нормальным бутиловым спиртом проводили по разработанной методике на лабораторной установке (рис. 1) в присутствии концентрированной серной кислоты (ГОСТ 4204-77), не омыляющей компоненты реакционной смеси. Об эффективном протекании реакции судили по резкому снижению вязкости реакционной смеси по ходу опыта, а также по изменению цвета – переходу от светлого к более темному.

Сырьем для производства смеси эфиров (биодобавок) может быть практически любой органический материал – от мусора до водорослей. Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.К. Кондрашева

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ В СОСТАВЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКИХ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ

На сегодняшний день перспективным приводом технологического оборудования морских буровых платформ является электропривод переменного тока. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод позволяет повысить энергетические и технико-экономические показатели всего технологического комплекса буровой платформы. Однако для его наиболее эффективного применения необходимо учесть специфику системы энергоснабжения. Современные буровые платформы комплектуются электротехнической системой, имеющей ряд особенностей: автономный источник электрической энергии, мощность электроприводов и преобразователей соизмерима с мощностью источника энергии, случайный характер нагрузок. Поэтому большое влияние на показатели качества электроэнергии и на режим работы источников энергии оказывают электромеханические и электромагнитные процессы в электроприводе. В связи с этим для буровых платформ актуален вопрос электромагнитной и электромеханической совместимости.

Решение вопросов электромагнитной и электромеханической совместимости электроприводов и тиристорных преобразователей с автономным источником электроэнергии требует применения устройств, призванных снижать негативное влияние преобразователей (нелинейных потребителей) на качество электрической энергии.

В данной работе предлагается использовать активный выпрямитель для поддержания коэффициента мощности на требуемом уровне и рекуперации энергии. Применение активного выпрямителя позволит снизить негативное влияние нелинейной нагрузки на автономную систему энергоснабжения.

Научный руководитель: профессор А.Е.Козярук

ЕФИМОВА О.И.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТОРФА И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время большую долю топливно-энергетического баланса Ленинградской области занимают невозобновляемые энергоносители, такие как газ, нефть, мазут и т.д.. В современных условиях, когда запасы традиционных топливных ресурсов неуклонно уменьшается, данное обстоятельство является большим недостатком, особенно при наличии на территории области колоссальных запасов торфа, ежегодный прирост которого в несколько раз превышает объем суммарной годовой добычи.

Транспортировка углеводородного топлива из других регионов, во-первых, приводит к оттоку денежных средств из Ленинградской области, во-вторых, способствует росту цен на тепло- и электроэнергию. При использовании местных видов топлива в 1,3-1,5 раза сократится использование привозных энергоресурсов.

В мировом рейтинге Российской Федерации по торфяным запасам занимает первое место, однако использование торфа в национальных энергобалансах близко к нулю. Опираясь на опыт стран-лидеров, можно сделать вывод, что в России необходимо развивать малую энергетику, которая будет приближена и к местам добычи торфа, и к местам потребления. При этом крайне важно поддерживать отрасль на федеральном уровне, посредством расширения нормативно-правовой базы, которая будет регулировать правовые отношения, процесс получения лицензии на разработку именно торфяных месторождений, так как в настоящее время торф упоминается в трех различных кодексах: лесном, водном и земельном.

Северо-Западный Федеральный округ занимает лидирующее положение по агломерации торфа. При этом значительное количество болот находится на территории Ленинградской области (13,5% общей площади), что обуславливает наличие равномерно распределенных промышленных залежей торфа. В округе находится 6197 торфяных месторождений общей площадью 1597,7 тыс. га в границе промышленной глубины залежи с общими запасами торфа 5720,7 млн. т. Наибольшие торфяные ресурсы (2188,7 млн. т) сосредоточены в Ленинградской области.

Торфяная промышленность в настоящее время сталкивается с рядом проблем, препятствующих ее дальнейшему развитию, основными проблемами являются: низкая инвестиционная привлекательность, нехватка финансовых и материальных ресурсов на воспроизводство основных фондов. Для решения данной проблемы необходимо привлекать новых инвесторов, в том числе частных, для развития не только торфодобывающих предприятий, но и смежных отраслей, использующих торф в качестве сырья.

Прежде всего, торф является энергоносителем, обладающим уникальными физико-химическими свойствами. Низкое содержание серы способствует тому, что при его сгорании не образуется

вредных выбросов в атмосферу, а так же значительно сокращается выброс твердых взвешенных частиц. Оставшаяся от торфа зола может быть использована как ценное сельскохозяйственное удобрение.

Современные малые ТЭЦ, работающие на торфе, характеризуются небольшими размерами, высокими показателем КПД (до 80%), возможностью использования любого твердого вида топлива, а так же торфяных брикетов, добываемых на разных месторождениях. Данные характеристики торфа как топлива делают его использование перспективным для обособленных, отдаленных от централизованных систем газо-, тепло- и электроснабжения домохозяйств. Также малые ТЭЦ работающие на торфе могут обеспечить независимую работу отдельных предприятий.

Помимо энергетики торф также может использовать в других отраслях. Такие характеристика, как низкая плотность, высокая пористость и биологическая стерильность верхового торфа позволяют использовать торф в животноводстве, тепличном овощеводстве, цветоводстве и растениеводстве. Большое распространение получило использование торфа в экологических целях и природоохранных технологиях. Также торф является отличным абсорбентом, в промышленных целях он может использоваться при разливах нефти и нефтепродуктов, в строительных – как защита от проникающей радиации.

Подводя итог, можно сказать, что данная тема в настоящее время не получает достаточного внимания. На территории Ленинградской области действует порядка семи малых ТЭЦ, использующих торф как основной вид топлива, однако данные проекты реализуются в рамках эксперимента. Предугадать результаты довольно сложно.

Научный руководитель: д.э.н., профессор А.Е.Череповицын

ЗАГОРОДНЕВА Е.Ю.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СООРУЖЕНИЕ ОБВЯЗКИ НАДЗЕМНЫХ КРИОГЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ СПГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОУРАВНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЖИДКОСТНО-ГАЗОВОГО ЭЖЕКТОРА

В работе рассматривается сооружение обвязки надземных криогенных резервуарах с применением газоуравнительной системы при строительстве малотоннажного завода сжиженного природного газа (СПГ) с общей производительностью 12 т/час.

Выполнен анализ технологии хранения сжиженного природного газа, конструктивных элементов изотермического резервуара, существенным образом влияющих на уровень его пожарной опасности. Определено, что такими элементами являются системы контроля расхода и уровня продукта в резервуаре, предохранительные устройства, теплоизоляция межстенного пространства, системы контроля утечек продукта и другие части объекта.

Предлагается комплекс организационных, технических и технологических мер по организации процесса хранения СПГ, выполнение которых позволит повысить безопасность эксплуатации оборудования изотермического резервуара: технологической обвязки, технологических трубопроводов, предохранительных устройств и системы защиты от повышения давления и образования вакуума, факельных систем, системы контроля и автоматизации.

Для эвакуации отдельных групп примесей, накапливающихся в криогенном резервуаре в процессе его эксплуатации, а также для сброса паров газа в плановых и аварийных случаях предлагается использовать жидкостно-газовые эжекторы (ЖГЭ) с аэродинамическими схемами различных типов.

На линии газосброса криогенных резервуаров должно быть установлено регулирующее устройство, препятствующего падению давления в резервуаре ниже заданного оператором. При этом необходимо предусматривать функцию нерегулируемого сброса давления с помощью устройства, оснащенного ручным приводом.

Использование и применение такого оборудования значительно улучшит эксплуатацию всей системы хранения при производстве СПГ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Воронов

А.А. ЗАЙЦЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Продолжающийся рост энергопотребления приводит к исчерпыванию ресурсов традиционных энергоносителей – нефти и газа. Поэтому актуальным является необходимость расширения сырьевой базы за счет вовлечения дополнительных, альтернативных источников сырья для получения энергии. Одним из таких источников могут быть древесный уголь, пеллеты и топливные брикеты, изготовленные из отходов деревообрабатывающей промышленности – древесных опилок. Использование древесных опилок без предварительной подготовки (брикетирования) усложняет технологические схемы переработки древесины, и они, как правило, складываются на территории завода в отвалах [1-3].

Для поиска новых, рациональных технологических решений использования древесных опилок были использованы и решены следующие задачи:

1. Изучены брикетизирующие свойства древесных опилок;
2. Определены физические характеристики полученных брикетов (плотность, пористость, зольность);
3. Определена влагонасыщаемость различных фракций опилок и брикетов;
4. Определено время возгорания и горения брикетов;
5. Найден оптимальный технологический режим получения древесного угля.

Объектом исследования служили древесные опилки смешанных пород древесины фракцией до 2 мм.

По результатам проведенных экспериментов установлено, что использование древесных опилок находит свое применение как минимум в двух случаях – применение топливных брикетов в целях отопления небольших помещений, и использование брикетов в качестве сырья для получения древесного угля. Оптимальными условиями брикетирования является мелкая фракция опилок, давление брикетирования умеренное при влажности исходного материала 10 %. Установлено, что время возгорания и горения напрямую зависят от фракции опилок, из которых изготовлен брикет. Найден оптимальный технологический режим получения древесного угля.

Литература

1. Рудаков Ю.А. Древесные пеллеты как альтернатива углеводородным источникам // Инновации и инвестиции. - 2013. - №6. - С.180-182.
2. Руденко С.А., Репина О.М. Исследование российского рынка древесных пеллет: сырьевой аспект //European social science journal - 2014. - №9 -2 (36). - С. 452-460.
3. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ. - 2006. -68 с.

Научный руководитель: доцент Салтыкова С.Н.

Ю.В. ЗАМОРКИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ БОГАТЫХ РУД НА УЧАСТКЕ «БОЛЬШОЙ ГОРСТ» РУДНИКА ТАЙМЫРСКИЙ ПАО ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»

Программными задачами стратегии развития горно-металлургической промышленности России до 2020 г предусмотрено решение задач по поддержанию и увеличению объемов добычи медно-никелевой руды на рудниках Норильского промышленного района. Это потребовало вовлечения в отработку запасов удароопасных богатых руд сконцентрированных на участках с высокой степенью тектонической нарушенности. Одним из основных направлений по обеспечению геодинамической безопасности ведения горных работ в таких условиях является разработка технических решений по рациональному планированию работ. Вместе с тем, проектирование работ в зонах влияния тектонических нарушений представляет собой весьма сложную задачу, поскольку требует учета аномально-неоднородного напряженного состояния, формируемого в рудном массиве в результате совокупного влияния исходного (от действия гравитационных и тектонических сил) и техногенного (влияние горных работ) полей напряжений.

Для обоснования порядка отработки запасов богатых руд принят программный комплекс «PRESS 3D URAL», разработанный в Научном центре геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный» и учитывающий совокупное влияние геоинформационных данных: пространственного залегания и формы рудной залежи, геометрических параметров расчетных элементов, физико-механических свойства руд (пород), параметров тектонических нарушений и профилактических мероприятий.

При проведении численных экспериментов установлено, что общее развитие работ в структуре «Большой Горст» необходимо осуществлять в направлении от центра к флангам. В тоже время, очистные работы в лежащих крыльях горста целесообразно вести в направлении к его приподнятой части.

Научный руководитель: д.т.н. Д.В. Сидоров

Р.Ю. ЗИМИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ ФИЛЬТРОВ, АДАПТИРОВАННОГО К ЧАСТОТНО- РЕГУЛИРУЕМОМУ ЭЛЕКТРОПРИВОДУ

В процессе выполнения исследования разработан гибридный электротехнический комплекс с общим звеном постоянного тока, оптимизированного под частотно-регулируемый электропривод с векторной системой управления.

По результатам математического и имитационного моделирования произведена оценка показателей качества электрической энергии до и после применения гибридного электротехнического комплекса. Данное устройство снижает суммарный коэффициент гармонических составляющих по току с 22,99% до 0,43% и суммарный коэффициент гармонических составляющих по напряжению с 16,09% до 1,43%.

Произведено исследование зависимости суммарного коэффициента гармонических составляющих по току и напряжению от величины зоны нечувствительности релейного регулятора тока. Из анализа исследования, полученного в ходе компьютерного моделирования, следует, что изменение величины гистерезиса $\pm \Delta H$ непосредственно влияет на качество выходного тока гибридного фильтрокомпенсирующего устройства. Увеличение зоны гистерезиса приводит к увеличению амплитуды и снижению частоты колебаний, формируемого выходного тока инвертора. При увеличении зоны гистерезиса до ± 3 А уровень высших гармонических составляющих остается примерно равномерным в течение всего исследования, в том числе и при динамическом изменении нагрузки.

Разработанный гибридный электротехнический комплекс позволяет обеспечить долговременную работу и функционирование основного электроэнергетического оборудования на промышленных предприятиях и обеспечить электромагнитную совместимость.

Научные руководители: д.т.н., профессор Б.Н. Абрамович, к.т.н., доцент Ю.А. Сычев

Р.Р. ЗУБАЙРОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВИСБРЕКИНГА

В настоящее время основной проблемой в нефтеперерабатывающей промышленности является повышение качества нефтепродуктов и экономической эффективности их производства. Одним из инструментов решения данной проблемы является использование технологии усовершенствованного управления, которые реализуются на базе многопараметрического регулирования с использованием прогнозирующих моделей.

В данной работе представлен процесс разработки многопараметрического регулятора для реакционного блока установки висбрекинга, включающий в себя печь и сокинг-камеру.

В ходе выполнения работы был произведен анализ установки висбрекинга как объекта управления. На данном этапе были выделены основные технологические параметры, влияющие на качество продукта, определены целевые критерии качества. Далее была построена модель процесса висбрекинга в программной среде AspenHYSYS, по которой было снято комбинированное влияние основных входных параметров на выходные. По полученным данным моделирования построена нейронная сеть в Matlab для разработки многопараметрического регулятора.

В результате, используя многопараметрический регулятор, были подобраны оптимальные значения основных управляющих параметров для обеспечения заданных критериев качества, учитывая установленные ограничения, горизонты управления и значения весовых величин для управляемых и управляющих переменных.

Научный руководитель: доцент Котелева Н.И.

А.С. ИВКИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА СЦЕПЛЕНИЯ БИТУМА С МИНЕРАЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Сцепление дорожного битума с минеральными материалами является основной характеристикой, определяющей прочностные свойства и долговечность дорожного покрытия. На территории РФ адгезионные свойства битумов в основном проводят по ГОСТ 11508-74 и авторским методикам.

В настоящей работе изучается влияние природы минеральных материалов на сцепление с дорожным битумом. Для проведения испытаний были взяты три типа минерального материала (гранит, мрамор и габбро-диабаз) и дорожный битум марки БНД-60/90 с Киришского НПЗ. Минеральные материалы были изучены методами петрографического анализа на микроскопе LeicaDM 2700 P. Для этого были изготовлены плоскопараллельные шлифы толщиной 50 мкм.

Габбро-диабаз сложен плагиоклазами – около 50 %, клинопироксенном (30 %), биотитом – 5 % и рудными минералами (15 %). Структура – крупнокристаллическая, плотная, средний размер зерен более 1 миллиметра. Нет трещин и пор. Гранит состоит в основном из полевого шпата – 40 % и плагиоклазов (20 %), а также кварца – 20 %. Развита фемическая минералы (20 %) типа мусковита и биотита. Причем на слюдах видны вторичные изменения, например, некоторые биотиты уже полностью замещены хлоритом. Поры и трещины редко распространены. Мрамор практически полностью представлен кальцитом, структура – крупнокристаллическая.

Характер сцепления дорожного битума с минеральными материалами оценивали по двум методам: по ГОСТ 11508-74 (оценка производится визуально путем сравнения с фотографиями эталонов) и авторской методике (оценивают по количеству оставшегося битума на минеральном материале после испытания). Сцепление битума по ГОСТ можно отнести: с мрамором – 2-3 эталону, с гранитом и габбро-диабазом к 3 эталону. По авторской методике сцепление битума составляет в % масс.: с мрамором – 66, габбро-диабазом – 12 и гранитом – 7. То есть, с увеличением кислотности породы сцепление ее с битумом ухудшается.

Автор выражает искреннюю благодарность Сухановой К.Г. – аспиранту кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии за проведение исследования пород.

Научные руководители: д.т.н., проф. Н.К. Кондрашева; д.т.н., проф. В.В. Васильев

А.П.ИЛЬИНА, О.В. ЧЕРЕМИСИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

КИНЕТИКА ЭКСТРАКЦИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА(3+) ДИ-2-ЭТИЛГЕКСИЛФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ФОСФОРНЫХ КИСЛОТ

Ключевые слова: хибинский апатит, экстракционная фосфорная кислота, редкоземельные металлы, катион железа(III), примесные ионы, жидкостная экстракция, кинетика экстракции, энергия активации.

Обширное применение редкоземельных элементов в различных отраслях промышленности обуславливает важность разработки методик их получения. Эта проблема особенно актуальна в России, обладающей значительным запасом РЗМ. Около 40% из них сосредоточено в хибинской группе апатитовых руд, содержащей порядка 0,4% РЗМ. При сернокислом выщелачивании апатита, часть РЗМ переходит в ЭФК, которая является готовым сырьем для извлечения РЗМ. Наиболее перспективным способом извлечения и разделения РЗМ из ЭФК является метод жидкостной экстракции [1]. В работе в качестве экстрагента использовалась ди-2-этилгексилфосфорная кислота в смеси с керосином в качестве инертного растворителя. Объектами исследования были модельные растворы катионов РЗМ и железа(III).

Серьезной проблемой для извлечения РЗМ является наличие примесей в технических растворах ЭФК [2]. В частности, экстракции РЗМ мешают примесные ионы катиона железа(III), концентрация которых составляет 0,3-0,4% в пересчете на Fe_2O_3 , что превышает концентрацию РЗМ в ЭФК. Их выведение из раствора путем образования малорастворимых соединений железа(III) недопустимо, так как при этом будет меняться состав технического раствора ЭФК, которая в дальнейшем пойдет на получение фосфорных удобрений. Поэтому важно вывести методику разделения РЗМ и катионов железа (III), а для этого необходимо исследовать кинетику экстракции катиона железа(III).

Полученные результаты:

1. Катион железа(III) взаимодействует с Д2ЭГФК по реакции: $Fe^{3+} + 3(NR_2PO_4)_2 = Fe(R_2PO_4)_3 \cdot 3NR_2PO_4 + 3H^+$ Выведенная зависимость степени экстракции церия и иттрия в органическую фазу от концентрации катиона железа(III) показала, что увеличение концентрации катионов железа снижают степень извлечения РЗМ. Степень извлечения легкой группы РЗМ сильнее чем у тяжелой зависит от концентрации катиона железа.

2. По изменению коэффициента a , имеющего физический смысл обратных величин суммы диффузионных сопротивлений в фазе рафината $\frac{1}{\beta_R}$ и в органической фазе $\frac{1}{\alpha\beta_E}$, и химического сопротивления $\frac{1}{K}$, можно определить лимитирующую стадию процесса. [3] Если к увеличению a приведет более интенсивное перемешивание, значит лимитирующая стадия – массоперенос. Зависимость a от температуры означает, что лимитирующая стадия – химическая реакция.

3. Была экспериментально определена зависимость степени извлечения катиона железа(III) от скорости перемешивания, равновесие для нее установилось на 400об/мин. Зависимость от температуры и времени перемешивания определялась при $T=301K$ и $T=317K$. При увеличении температуры на 16K значение коэффициента a увеличилось в два раза. Была рассчитана энергия активации: $\ln \frac{a_2}{a_1} = \frac{E_{акт}(T_2 - T_1)}{RT_2 T_1} = 32,9 \pm 0,6$ кДж/моль. Определено, что лимитирующей стадией экстракции железа(III) является химическая реакция.

4. Построена экспериментальная зависимость степени извлечения иттрия, самария и железа(III) от параметра времени перемешивания. Определено время достижения равновесия, которое для тяжелой группы РЗМ составляет 2 минуты, для легкой 5 минут, а для катиона железа(III) более 15 минут, это может являться условием их разделения. Проведение экстракции в течение двух минут обеспечит снижение степени экстракции катионов железа(III) до 5-10%.

Литература

1. Гиндин, Л.М. Экстракционные процессы и их применение / Л.М. Гиндин. - М.: Наука, 1984. - 144 с.
2. Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в металлургии. М.: Металлургия, 1983. - 376 с.

Е.И. КАБАНОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЕЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ КУЗБАССА

В работе представлены результаты натуральных исследований по измерению уровней объемной активности радона в подземных выработках угольных шахт Кузбасса. Целью данных исследований являлось определение интенсивности выделения радона на участках подземных выработок. Полученные данные позволяют выявить основные источники выделения радона на угольных шахтах.

В результате проведенного анализа горно-геологических условий было выявлено, что зоны с высокой интенсивностью эманиции радона обладают локальным характером, а основной причиной поступления радона в воздух подземных выработок являются нарушения сплошности геологической среды – дизъюнктивы различных видов, а так же развитая трещиноватость угольных пластов и вмещающих пород. Нарушения подобного рода приводят к росту интенсивности выделения радона и способствуют его миграции из окружающей геологической среды в пространство горных выработок. Значение абсолютной газообильности шахт по метану может коррелироваться с уровнями ОА радона. Это объясняется общими путями поступления этих газов в воздушное пространство выработок через трещины и нарушения сплошности массивов горных пород.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Г.И. Коршунов

Н.В. КАРЕЛИНА, Н.К. КОНДРАШЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КОМПАУНДИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Основной задачей, стоящей перед отечественной нефтеперерабатывающей промышленностью на современном этапе является повышение эффективности переработки нефти и качества выпускаемых нефтепродуктов. В решении этой задачи большая роль отводится процессу компаундирования.

Одним из недостатков имеющихся систем управления процессом компаундирования бензинов является отсутствие эффективных автоматизированных систем оперативного управления, позволяющих осуществлять процесс компаундирования в оптимальном режиме при приготовлении товарных бензинов. Это, в первую очередь, связано со сложностью разработки математических моделей, адекватных данному процессу, ошибками в определении соотношений между компонентами и измерении их качественных и количественных показателей, а также наличием потерь производства.

В настоящей работе рассмотрена математическая модель смешения автомобильных бензинов в условиях изменяющегося состава перерабатываемого сырья.

Для решения поставленной задачи был предложен алгоритм нахождения состава аддитивных смесей со свойствами, с определенной степенью точности соответствующими требованиям стандарта. Такой подход объясняется тем, что в процессе приготовления реальных рецептур смешения допускаются небольшие отклонения свойств смеси от желаемых значений, связанные, в частности, с неизбежными погрешностями при измерении свойств смеси.

Допустим, что смесь предполагается составлять из n компонентов, а долю каждого компонента в смеси примем за c_j , при этом надо контролировать m свойств. Обозначим численные значения i -го свойства смеси через T_i , а его идеальное значение через T_i^* . Показатели качества компонентов измеряются заранее или применяются как стандартные по нормативным документам.

Предположение об аддитивном характере смеси означает, что измеренное значение любого свойства или показателя смеси равно:

$$T_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} c_j,$$

где c_j – доля компонента в смеси, $j = 1, \dots, n$;
 n – количество компонентов в смеси;
 a_{ij} – i -ый показатель j -го компонента, $i = 1, \dots, m$;
 m – количество контролируемых показателей качества;
 T_i – i -ый показатель качества смеси.

Пусть ΔT_i – максимально допустимое отклонение i -го показателя смеси от его эталонного значения. Будем считать, что допустимые отклонения каждого показателя в сторону его увеличения или уменьшения одинаковы, тогда модель аддитивного смешения можно представить следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_i^* - \Delta T_i \leq \sum_{j=1}^N a_{ij} c_j \leq T_i^* + \Delta T_i \quad i = 1, \dots, m; \\ 0 \leq c_j \leq 1 \quad j = 1, \dots, n; \\ \sum_{j=1}^N c_j = 1. \end{array} \right.$$

Ограничения по показателям качества автомобильных бензинов запишем в виде неравенств:

- ✓ по октановому числу: $|T_1 - 92| < 0,0001$;
- ✓ по давлению насыщенных паров (ДНП): $50 < T_2 < 100$;
- ✓ по содержанию бензола: $|T_3 - 1| < 0,0001$;
- ✓ по содержанию ароматических углеводородов: $|T_4 - 35| < 0,0001$;
- ✓ по содержанию олефиновых углеводородов: $|T_5 - 18| < 0,0001$;
- ✓ по ресурсам вовлекаемых в смешение компонентов из резервуаров парков смешения: $|T_6 - 500| < 0,0001$;
- ✓ по содержанию серы: $|T_7 - 1| < 0,0001$.

Сформулированная выше задача решена численными методами на ЭВМ.

Проведена проверка соответствия полученных рецептур смешения реальным значениям для нескольких НПЗ России. Имеющаяся погрешность расчетов связана с отсутствием неаддитивной составляющей в формуле расчета октанового числа смесевго бензина.

Литература

1. Леффлер Уильям Л. Переработка нефти. – 2-е изд., пересмотренное / Пер. с англ. – М.: ЗАО "Олимп – бизнес", 2004. – 224 с: ил.
2. Паркаш Суриндер. Справочник по переработке нефти / Перевод с английского. – М.: ООО "Премиум Инжиниринг", 2012. – 776 с.: ил.
3. Лесин В.В. Основы методов оптимизации: Учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. – 3-е изд., испр. – СПб.: Издательство "Лань", 2011. – 352 с.: ил.

Научный руководитель: д.т.н., профессор, Н.К. Кондрашева

Е.В. КИРЕЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА ЛЕГКИХ И ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ НА КАЧЕСТВО ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В данной работе рассмотрены нефтепродукты специального назначения, такие как профилактические средства (ПС), применяемые при транспортировке и хранении вскрышных горных пород, а также для борьбы с пылеобразованием. Исследовались ПС, полученные на базе высокоароматизированных газойлей (200-340°C) каталитического крекинга и замедленного коксования: легкий и тяжелый газойли каталитического крекинга (ЛГКК и ТГКК), а также легкий и тяжелый газойли замедленного коксования (ЛГЗК и ТГЗК) в смеси с крекинг-остатком (КО). Анализ результатов исследования низкотемпературных свойств смесей ЛГЗК и смеси ЛГЗК:ТГЗК=1:1 с КО подтвердил высокую депрессорную способность КО понижением температуры застывания ПС на 22°C. Температура застывания ПС, регламентируемая требованиями ТУ, зависит как от углеводородного состава газойля, используемого в качестве растворителя, так и от природы и содержания депрессора. Смолисто-асфальтеновые вещества КО кристаллизуются вместе с парафиновыми углеводородами, присутствующими в газойлях. С целью установления влияния на низкотемпературные свойства группового углеводородного состава газойлевых фракций были проведены подробные хромато-масс-спектрометрические исследования. Как известно, ароматические углеводороды обеспечивают хорошие смазывающие и антикоррозионные свойства продуктов. Так как обе газойлевые фракции высокоароматизированные (суммарное содержание ароматических углеводородов около 90%), они должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, влияющими на процессы эксплуатации.

Полученные смеси могут применяться в качестве ПС против прилипания, примерзания и смерзания влажных сыпучих грузов, против пылеобразования и выдувания мелкодисперсных материалов. Выпуск новой продукции позволит более рационально и эффективно использовать тяжёлые нефтяные остатки и дисциллы термодеструктивных и каталитических процессов.

Научные руководители: профессор, д.т.н. Н.К. Кондрашева; доцент, к.т.н. О.В. Зырянова

УСТРОЙСТВО РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА

В работе предлагается систематизация механизмов воздействия ультразвуковых колебаний на жидкие среды, а также модернизация существующей конструкции установки регенерации масла.

Одним из наиболее эффективных способов утилизации является регенерация отработанных масел. В работе были рассмотрены различные методы регенерации масел. Однако, большинство методов не обеспечивают необходимого качества, а так же требуют значительных энергетических затрат. Применение ультразвука при регенерации масла может помочь устранить отмеченные недостатки. В работе рассматриваются вопросы взаимодействия ультразвука с жидкими средами. Были выделены направления использования ультразвука для повышения эффективности регенерации отработанного моторного масла такие как: объемная фильтрация, дегазация, эмульгирование, диспергирования, очистка фильтра, увеличение межфазной поверхности взаимодействия, ультразвуковая кавитация. Так же в работе показана эффективность ультразвука при отработанном масле.

Проведенный анализ источников позволил выявить прототип к предполагаемой технологии в диссертации Погасяна А.М. «Повышение эффективности очистки масла при хранении центробежно-адсорбционным и адсорбционно-ультразвуковым способами» – Саратов, 2009 г. Анализ приведенной конструкции показал, что она позволяет проводить эксперименты по воздействию ультразвука. Приведенные в работе результаты показали наличие положительного результата при использовании ультразвука в процессе регенерации масла, но к сожалению в предложенной в работе конструкции имеются недостатки (точечный нагрев, точечный излучатель ультразвука и, соответственно, неравномерность распределения ультразвука в рабочей камере).

Для повышения эффективности воздействия ультразвука предложена трехкамерная резонансная конструкция озвучивания. Кроме того предложена модернизация конструкции нагревателя, в которой в качестве теплового носителя предлагается использовать устройство СВЧ, позволяющее снизить энергозатраты и повысить эффективность нагрева масла.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.Ф. Кацан

В.С. КОВАЛЬЧУК, А.Г. ПЕВНЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Совершенствование существующих и разработка новых способов и технологий бурения скважин в сложных природных и геологотехнических условиях связано с необходимостью учета всевозрастающих проявлений разнообразных теплообменных процессов, изучение и регулирование которых становится одной из актуальных направлений исследований. Это, прежде всего, относится к проблеме повышения эффективности бурения разведочных и эксплуатационных скважин в областях распространения многолетнемерзлых пород (ММП) – мерзлых пород, характеризующихся многолетним циклом промерзания – протаивания [1].

Для предупреждения технологических и экологических осложнений, связанных с бурением скважин в породах с естественными отрицательными и положительными температурами, необходимо, прежде всего, правильно определять и учитывать роль температурного фактора как режимного параметра в этих условиях [2, 3].

Разработанная для этих целей программа расчета и анализа температурного режима бурения скважины позволяет для конкретных геолого-технических условий определять и регулировать температуру промывочной среды и режим ее циркуляции, предупреждающие возможность возникновения осложнений и обеспечивающие достижение высокие технико-экономические процесса. В ходе вычислительного эксперимента для условий бурения разведочной скважины на Мессояхского месторождении природных газовых гидратов построена графическая зависимость изменения температуры в циркуляционных потоках промывочной среды от глубины скважины.

Литература

1. Кудряшов Б.Б., Чистяков В.К., Литвиненко В.С. Бурение скважин в условиях изменения агрегатного состояния горных пород. – Л.: Недра, 1991. – 295 с.

2. Чистяков В.К. Геотехнологические опасности при поисках, разведке и эксплуатации месторождений природных газовых гидратов. / Геология и полезные ископаемые Мирового океана. Национальная Академия Наук, Украина, Киев, №32, 2008, с. 103-112

3. Чистяков В.К., Леонова Д.В., Вишневский Н.А. Обоснование состава и свойств промывочной жидкости для разведочного бурения на газовые гидраты. // Разведка и охрана недр. - 2012. - № 1, с. 60-63

Научный руководитель: профессор Чистяков В.К.

РЕАЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ КОМПАНИЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

Сегодня компаниям необходимо осуществлять свою деятельность в условиях постоянно меняющейся внешней среды. Поэтому необходимо учитывать изменение и ухудшение ключевых факторов, влияющих на проект, для повышения эффективности методов оценки проекта и принятия управленческих решений в условиях неопределенности.

Одним из перспективных методов для решения данных задач является метод реальных опционов.

Цель исследования: применение метода реальных опционов для повышения эффективности стратегической программы проектов компании КОО «Эрдэнэт».

Задачи исследования:

- анализ практики применения метода реальных опционов в компаниях минерально-сырьевого сектора;
- анализ условий реализации проектов программы развития компании КОО «Эрдэнэт»;
- выявление и оценка реальных опционов в проектах для повышения эффективности программы и анализ целесообразности их применения.

В данной работе объектом исследования является программа диверсификации производственной деятельности компании КОО «Эрдэнэт». Программа включает 3 основных и один инфраструктурный проект: строительство молибденового завода, строительство завода по производству медной катанки, строительство завода по производству катодной меди, реконструкция существующей теплоэлектростанции.

Был проведен анализ выполнения условий применения реальных опционов для выбранной программы: наличие финансово-экономических моделей проектов для оценки их инвестиционной эффективности на основе метода ДДП; трудность прогнозирования цен на медь и продукты обогащения; наличие неопределенности относительно содержания меди в руде; отсутствие полупромышленных испытаний, подтверждающих эффективность применения технологий переработки окисленных и некондиционных руд; высокий уровень компетенций у компаний-партнеров, проводящих НИОКР.

В ходе реализации проекта по производству катодной меди компания провела ряд НИОКР в 1994-1995 гг. по выщелачиванию меди из окисленных руд и в 1996г. было построено совместное предприятие «Эрдмин» для получения катодной меди по гидрометаллургической технологии Dump Leaching – SX-EW, мощностью 3000 т катодной меди в год, который подтвердил эффективность технологии. За период 2001-2005 гг. СП «Эрдэнэт» совместно с профильными научно-техническими и инжиниринговыми компаниями выполнил ряд научно-исследовательских и проектных работ на сумму 4 млн.долл для выбора новых инженерных решений с целью оптимизации процесспроизводства, внедрения экономически эффективных технологий добычи переработки сырья. В результате в 2005 г. «Предприятие Эрдэнэт» в законодательном порядке расторгло договор с КОО «Эрдмин» и было принято решение о создании нового совместного предприятия, с долей "Эрдэнэт" 51%.

Важно отметить, что менеджмент компании мог рассмотреть спектр различных решений и выявить опционные возможности. Каждое управленческое решение предусматривает различные инвестиции в определенный момент времени и обеспечивает получение различного экономического эффекта. Поэтому авторами было построено «дерево решений» для рассмотрения всех возможных вариантов реализации проекта и выявления опционов.

Было найдено 7 вариантов реализации проекта, по каждому из которых были определены основные показатели инвестиционной привлекательности. Наиболее эффективные варианты: опцион ожидания, опцион расширения и текущее решение менеджмента компании.

Был проведен сравнительный анализ данных вариантов по следующим критериям: мощность завода, необходимый объем инвестиций, доля компании Эрдэнэт, ЧДД и ВНД.

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

- применения исключительно метода ДДП для оценки эффективности инвестиционного проекта в условиях постоянно меняющейся внешней среды недостаточно;
- метод реальных опционов дает возможность выбора наиболее выгодного решения после получения необходимой информации об изменении внешней среды (уровень цен на продукцию, спрос, успешность технологии производства и т.д.);
- в программе диверсификации производства КОО «Эрдэнэт» выявлены опционы;
- построено дерево решений по проекту переработки окисленных и некондиционных руд для получения катодной меди;
- проведено сравнение эффективности применения опциона ожидания, опциона расширения и выбранного менеджментом КОО «Эрдэнэт» решения;

- применение опциона расширения целесообразно при увеличении доли Эрдэнэт в совместном предприятии не менее чем до 49%;
- сравнение ВНД вариантов показало, что применение опциона расширения позволяет привлечь заемные средства под более высокий процент;
- применение опциона ожидания позволит повысить эффект проекта на 9,85 млн.долл.

Научный руководитель: д.э.н., проф. каф. ОиУ Пономаренко Т.В.

Р.Р.КОНОПЛИН, В.А.РУДКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЕМИСТОСТИ СРЕДНЕДИСТИЛЛЯТНЫХ ФРАКЦИЙ ПРОЦЕССОВ КОКСОВАНИЯ И ГИДРООЧИСТКИ К ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРГИРУЮЩИМ ПРИСАДКАМ

Одновременно с углублением переработки нефти ужесточаются экологические требования к дистиллятным и остаточным видам топлив, которые применяются в судовых дизелях. Актуальным является вопрос улучшения эксплуатационных свойств судовых топлив и расширения области их применения.

Судовое маловязкое топливо имеет дистиллятное происхождение и применяется для судов морского, речного и рыбопромыслового флота, т.е. в акваториях рек, морей и крупных портов. Из-за этого к нему предъявляются более жесткие требования по качеству. Для улучшения эксплуатационных свойств в судовом топливе, полученном на базе дистиллятных или остаточных фракций процессов прямой перегонки, термодеструкции и гидрогенизации, применяют присадки различного функционального назначения. Для улучшения низкотемпературных свойств, в частности температуры застывания, используют депрессорно-диспергирующие присадки. Действие депрессоров основано на их адсорбции на поверхности кристаллов нормальных парафиновых углеводородов, выделяющихся из топлива при понижении температуры, препятствуя их дальнейшему росту, ассоциации и образованию устойчивой пространственной решетки.

В данной работе было изучено влияние депрессорно-диспергирующей присадки DodiFlow 5934 на легкий газойль замедленного коксования и гидроочищенную дизельную фракцию. Исследования проводили в соответствии с ГОСТ 20287-91 метод Б.

Присадка вводилась в виде 10 %-го раствора в прямогонной дизельной фракции. При увеличении концентрации депрессора с 0,01 до 0,75 % масс., температура застывания легкого газойля замедленного коксования и гидроочищенной дизельной фракции снижалась с минус 23 до минус 40 °С и с минус 17 до минус 37 °С, соответственно. Максимальная депрессия составила 17 и 20 °С при концентрации присадки 0,5 % масс., соответственно для лёгкого газойля коксования и гидроочищенной дизельной фракции.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения данной присадки для улучшения низкотемпературных свойств судового топлива.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Кондрашева Н.К.

А.С.КУЗНЕЦОВ, А.А.КУНШИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН РЕГУЛИРОВАНИЕМ ДИНАМИКИ КОМПОНОВКИ НИЗА БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Целью работы является анализ динамики совместной работы бурильной колонны (БК), компоновки низа бурильной колонны (КНБК) и винтового забойного двигателя (ВЗД).

Бурение сложных участков с ВЗД затруднительно. Причинами этому являются большие трения между трубами и стенкой скважины и недоведение нагрузки до долота. Решением является периодическое или постоянное вращение БК ротором, либо верхним приводом (комбинированный способ вращения).

В процессе бурения в БК возникают различные колебания и вибрации, которые могут вызывать повреждения и потерю целостности её элементов и КНБК. Колебания подразделяются на: осевые (подскакивание долота на забое); крутильные (заклинка колонны или её проворот) и поперечные (прогиб колонны труб).

Основной причиной случающихся повреждений БК, искривлений скважины и деформации её стенок являются поперечные колебания. Причиной их возникновения является неустойчивость вращения, возникающая в КНБК.

Интенсивные поперечные колебания ВЗД возникают вследствие эксцентричного расположения ротора двигателя и совершение им планетарного (переносного) движения.

При бурении ВЗД с вращением БК имеют место собственные колебания ВЗД и вынужденные поперечные колебания КНБК и БК. При наложении этих колебаний происходит резонанс, амплитуда поперечных колебаний КНБК и БК резко возрастает.

Результатом работы является анализ частоты биения корпус ВЗД и поперечных колебаний колонны труб и выведение рекомендаций по выбору оптимальных параметров их совместной работы.

Научный руководитель: профессор М.В. Двойников

А.В. КУТЫРЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПЛАТИНОМЕТАЛЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ РУЧЬЯ ПРИЖИМНЫЙ

За последние десятилетия рядом исследователей была проделана большая работа по изучению платиноносных интрузий дунит-клинопироксенит-габбровой формации Корякско-Камчатского региона. Были сделаны описания россыпной и коренной платинометалльной минерализации целого ряда массивов: Гальмозанского, Сейнавского, Эпильчикского, Итчайваямского, Снегового, Алхавитоваямского, Леоандринского и многих других (Корякско-Камчатский регион..., 2002). Мачевнинский массив, с которым, как будет показано далее, связана рассматриваемая в этой работе россыпь ручья Прижимный, вероятно, является одним из наименее изученных потенциально платиноносных объектов региона. Основной причиной низкого интереса исследователей к этому массиву является незначительная глубина эрозионного среза, установленная по результатам геологической съёмки: на карту масштаба 1:200 000 вынесены исключительно габброиды, в то время как ультраосновные породы лишь упомянуты в пояснительной записке; на более поздней карте масштаба 1:50 000 уже можно видеть тела клинопироксенитов и верлитов площадью до 4 км², однако, дуниты, благодаря разрушению которых возможно формирование россыпных проявлений платины, до настоящего времени не обнаружены. Тем не менее, в золотой россыпи ручья Прижимный, расположенной в 8 км к западу от основного тела Мачевнинского массива, попутно с 850 кг золота было извлечено около 50 кг металлов платиновой группы. Установление коренного источника россыпи интересно как с научной, так и с практической точки зрения. В ходе изучения минеральной ассоциации россыпи было установлено, что металлы платиновой группы в ней представлены самородной платиной с примесью железа и меди, содержащей включения самородного осмия, иридийского осмия, сульфидов и арсенидов платины, а также включения хромистого магнетита и некоторых силикатов. Коренным источником для этой ассоциации могла послужить платиновая минерализация, связанная с краевыми частями массивов урало-алаякского типа, сложенных верлитами, клинопироксенитами и, возможно, дунитами.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.В. Козлов

Е.А. ЛЕБЕДИК

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВОДЫ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Большой объем воды на промышленных металлургических предприятиях используется для охлаждения производственных агрегатов (65-80% расхода воды в промышленности). Охлаждающая вода после использования не загрязняется вовсе или загрязняется весьма незначительно и лишь нагревается, поэтому целесообразно такую воду охлаждать и подавать снова для использования на том же объекте. В связи с этим основную роль в водоснабжении предприятий играют системы оборотного водоснабжения (СОВ), позволяющие многократное использование воды после ее обработки.

Типичный состав воды системы оборотного водоснабжения металлургического предприятия накапливает примеси, специфичные именно для металлургической промышленности. Таким образом, поддержание качества воды в оборотных системах испарительного типа является важным фактором оптимального режима работы металлургического производства. Главным образом это влияет на эффективность работы теплообменных устройств. Ухудшение качества воды приводит к уменьшению работоспособности и производительности металлургического производства.

В результате испарения в охладителях части воды повышается концентрация минеральных солей, растворенных в циркуляционной воде систем оборотного водоснабжения. Кроме солей жесткости в трубках

теплообменных аппаратов могут отлагаться продукты кислородной коррозии, механические взвеси и биологические организмы, содержащиеся в воде

Для решения основных возникающих проблем в систему вводятся различные добавки - реагенты, предотвращающие образование отложений на теплообменных поверхностях и коррозию труб. При охлаждении оборотной воды за счет испарения и брызгоуноса в градирнях концентрации этих добавок изменяются, и необходима автоматическая дозировка их в систему для поддержания постоянных свойств оборотной воды.

В настоящее время применяемые Системы Автоматического Управления (САУ) качеством воды основаны на расчетной информации о составе воды по датчикам концентрации, за счет чего возникает большая погрешность, неточная дозировка реагентов и, как результат, - не достигается постоянное качество воды. А существующий в мире уникальный мониторинг в режиме реального времени, работающий в режиме 24/7, для обнаружения, определения и обеспечения эффективной работы систем охлаждения является очень дорогостоящим запатентованным решением. В связи с этим актуально создание АСУ, основанной на новых технологических решениях и алгоритмах управления.

Цель. Создание автоматизированной системы управления комплексом оборудования для поддержания оптимальных параметров качества воды системы оборотного водоснабжения на металлургических предприятиях путем разделения реагентов дозируемых по концентрации и по объемам, на основе входящих и выходящих объемах воды из системы и объема самой системы.

С учетом основных проблем качества воды в теплообменных аппаратах разработана технологическая система коррекционной обработки воды СОВ. Система включает в себя механические фильтры, датчики, блоки дозирования реагентов. Также предусмотрена продувка оборотной системы. Открытие/закрытие электромагнитного клапана (ЭМК), расположенного на линии продувки, осуществляется по команде контроллера. В программу заносятся два независимых алгоритма управления ЭМК, а также требуемые диапазоны значений показателей, поддерживаемых данной системой в оборотном контуре.

За счет предъявления к качеству потребляемой воды специфических требований, от количества и качества используемой воды, организации водоснабжения промышленного предприятия в значительной мере зависят качество и себестоимость выпускаемой продукции. Предложенная система контроля параметров качества воды, за счет применения новой методики позволит существенно уменьшить количество необходимых реагентов и воды на продувку, решая проблему поддержания оптимального режима работы теплообменного оборудования, при котором предусматривается надежная и долговечная работа.

Научный руководитель д.т.н., профессор Шариков Ю.В.

П.В. ЛИСИЦЫН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРИНЫ ВОДООХРАННЫХ ЗОН ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

В работе описаны методические вопросы, связанные с определением водоохранных зон озер на примере Северо-Западного Федерального округа. На сегодняшний день, согласно статье 65 Водного Кодекса Российской Федерации - основным показателем, влияющим на ширину водоохранной зоны, является площадь зеркала водоема, что не является достаточным, так как каждое озеро индивидуально по-своему и проблема его экологического состояния складывается и из других показателей. На наш взгляд необходимо учитывать такие факторы, как площадь озера и его объем, степень водообмена, тип берега (степень проницаемости грунтов) и степень антропогенного воздействия. При учете этих данных, можно определить эффективную ширину водоохранной зоны, которая соответствовало бы понятию «Водоохранная зона».

Необходимо отметить, что многие озера подвержены антропогенному воздействию, что, несомненно, ведет к его загрязнению и засорению. На примере данных из Института Озероведения, можно сделать вывод, что антропогенное воздействие влияет по-разному на каждый водный объект, в связи с тем, что период водообмена для каждого озера также разный.

Следующим вопросом, который необходимо решить является определение степени воздействия на озера отходов антропогенной деятельности в зависимости от состава и типа грунтов береговой зоны. Представляется важным дифференцирование береговой линии по типу грунта, так как проницаемость песчаного или песчано-илистого основания существенно выше, чем в случае, когда берег представлен скальными породами. Актуальность рассмотренных вопросов весьма высока и требуется доработка освещенных задач в данной области с целью улучшения экологического состояния водных объектов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.Г. Мустафин

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ КАЛИБРОВОК КАМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ СРЕДЫ LABVIEW ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ

При использовании систем технического зрения для контроля геометрических параметров требуется калибровка камер, используемых в этих системах. Калибровка необходима для определения коэффициентов преобразования и устранения искажений, вызванных непараллельностью объекта контроля оптической оси и свойствами оптических компонентов системы. В качестве объекта рассмотрения выбрана методика калибровки камер технического зрения по тест-объектам. Использовался стандартный тест-объект, представляющий собой массив точек.

Исследовались полиномиальная и тангенциальная модели коррекции дисторсии камер технического зрения в среде LabVIEW, с одним или тремя коэффициентами. Исследование проводилось монохромной камерой технического зрения Basler 0,3 Mpix с 25 мм объективом Computar при отклонениях от перпендикулярности относительно оптической оси камеры технического зрения в пределах $\pm 20^\circ$.

Результаты исследования показывают возможность контроля геометрических параметров изделия с погрешностью, не превышающей ± 2 pix (или 0,3 мм для объектов размером до 100 мм) только при отклонениях в положениях пределах пяти градусов относительно оптической оси. При нарушении этого условия приводит увеличению погрешностей до 5 пикселей. Однозначных выводов о преимуществах реализованных компанией National Instruments алгоритмов для исследованных условий, сделать не возможно. В результате коррекции искажений с применением данных моделей требуется обрезание (кадрирование) изогнутых краев исправленного кадра, что влияет на разрешение изображения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.А. Кульчицкий

Н.В. ЛОГИНОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИЗУЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОДАХ НА НИЖНЕ-КАНСКОМ МАССИВЕ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ

Федеральный пункт окончательной изоляции средне- и высокоактивных отходов планируется разместить на глубине 450-500 м в трещиноватом гранито-гнейсовом массиве на территории Красноярского края.

В строении исследуемого участка принимают участие гнейсовая толща канского метаморфического комплекса архея, дайки основного состава архей-раннепротерозойского и рифейского возрастов, гранитоидные образования раннепротерозойского таракского комплекса и современные элювиально-делювиальные отложения. С гидрогеологической точки зрения рассматриваемая территория представляет собой массив трещинных и трещинно-жильных вод.

Для изучения фильтрационной неоднородности трещиноватого кристаллического массива на участке были проведены детальные поинтервальные опробования с помощью пакеров. Длина фильтровой зоны пакера варьировала в диапазоне от 5 до 50 м. Технические условия эксперимента сводились к практически мгновенной откачке (несколько часов) и довольно продолжительному этапу восстановления (1-3 сут).

С помощью аналитических и численных решений изучалось влияние характерных для данных условий значений коэффициентов фильтрации на поведение кривых изменения уровня при откачке и восстановлении. Показано, что при опробовании трещиноватых пород с коэффициентом фильтрации ниже $5 \cdot 10^{-4}$ м/сут опытная скважина практически не чувствительна к проницаемости пласта на этапе понижения уровня (откачки). В свою очередь, изменение уровня в скважине на стадии восстановления малочувствительно к фильтрационным свойствам пород, находящихся у же на удалении 20–30 м от скважины при коэффициенте фильтрации 10^{-3} м/сут и 3–5 м – для 10^{-4} м/сут.

По результатам обработки значительного количества пакерных экспериментов было установлено, что коэффициент фильтрации в гранито-гнейсах падает с глубиной от значений $1 \cdot 10^{-2}$ м/сут в верхней части разреза, до $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-5}$ м/сут в интервале глубин 200–500 м.

Если масштаб опытного опробования не достигает минимального репрезентативного объема, то не выполняется предпосылка сплошности среды, на которой основаны все численные и аналитические решения в гидродинамике. Так как были проведены кратковременные откачки, предпосылка сплошности не выполняется, следовательно, для дальнейшего изучения необходимо провести более длительные кустовые откачки.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор С.М. Судариков

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ УСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Основной целью данной работы является исследование физико-химических свойств тяжелой нефти Усинского месторождения, а также определение химического и фракционного состава для прогнозирования возможных продуктов её переработки.

Актуальность заключается в том, что продукты, получаемые при переработке нефти, зависят от её химического и фракционного состава. Состав нефти влияет на работу оборудования при её транспортировке и переработке, закупоривая трубопровод или повышая скорость образования коррозии. На нефтеперерабатывающие заводы поступает смесь нефтей с различных месторождений, образуя нестабильную композицию, что, таким образом, приводит к получению низкокачественных нефтепродуктов.

Усинское нефтяное месторождение открыто в 1963 г., а разрабатывается с 1973 г. Центр добычи - г. Усинск — центр крупнейшего нефтедобывающего района в республике Коми (3/4 всего объема добычи нефти в республике). Месторождение расположено между Тиманским кряжем и Полярным Уралом на берегах реки Усы, откуда и получило свое название. Оно относится к Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, куда также входят Возейское, Харьгинское, Южно-Хыль-Чуюское месторождения. Промышленные запасы составляют 350 млн тонн. В настоящее время разработкой с ежегодной добычей более 2 млн тонн в год занимается нефтяная компания «Лукойл», а также «Роснефть» и другие нефтяные компании.

Исходя из полученных значений определённых физико-химических свойств нефти Усинского месторождения и её фракций, данную нефть в соответствии с ГОСТ 51858 «Нефть. Общие технические условия» можно охарактеризовать как сернистую, битуминозную, малопарафинистую, с высоким содержанием тяжёлых фракций, выкипающих выше 340 °С (около 70%). Следует отметить, что в данной нефти отсутствует фракция «н.к.-140 °С». Таким образом, можно сделать вывод, что при переработке усинской нефти будет наблюдаться незначительный выход светлых фракций (бензиновых и керосиновых) и большой выход тяжёлых фракций, в том числе мазута и гудрона (при вакуумной перегонке). Тяжёлые фракции можно использовать для получения таких товарных нефтепродуктов, как, битум, игольчатый кокс и др.

Научный руководитель: профессор Кондрашёва Н. К.

ЛЮБОМИРОВА Е.П.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

НАЛОГ НА ФИНАНСОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В настоящее время основная часть доходов бюджета России формируется благодаря сырьевому комплексу. Поэтому проблема налогообложения в данной сфере является довольно актуальной.

Из всех налогов, которые выплачивают недропользователи, особое внимание привлекает налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ). Его основной смысл состоит в налогообложении выручки недропользователей.

В последнее время порядок расчета НДПИ претерпевает изменения. Одним из альтернативных предложений является переход с НДПИ на налогообложение финансового результата. Целью работы является анализ данного проекта, а также оценка возможности его введения.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи: изучение сути подхода к налогообложению финансового результата; сопоставление НДПИ и НФР; выделение ожидаемых проблем при воплощении идеи НФР в жизнь.

В идее НФР предлагается отказаться от налогообложения объема добычи полезных ископаемых в пользу налогообложения финансового результата. Данная идея была отражена в виде законопроекта и пока находится на стадии рассмотрения. Действующая система налогообложения состоит из НДПИ и экспортной пошлины на нефть. С течением времени доходность недропользователей приобрела убывающую тенденцию за счет увеличения долей НДПИ и экспортной пошлины. Кроме того, количество проблемных месторождений, требующих предоставления им налоговых вычетов, неустанно растёт. Таким образом, пересмотр принципов налогообложения в сфере недропользования становится необходимым.

Законопроект признает объектом налогообложения фактическую прибыль от реализации сырья. Единой ставкой по НФР предлагается принять 60%. Также предусмотрен десятипроцентный аплифт, позволяющий первые 4 года включать в расходы до 10% первоначальной стоимости основных средств.

Изначально для участия в эксперименте было отобрано 12 проектов от «Роснефти», ЛУКОЙЛа и «Газпром нефти». Они представили ожидаемый эффект НФР: добыча может увеличиться в 1,64 раза, а в бюджет страны поступят дополнительные 28 млрд руб.

Обобщив все вышесказанное, можно сказать, что на сегодняшний день вероятность включения НФР в НК достаточно высока, так как рассчитать НДС с течением времени становится всё труднее. При этом механизм НФР является более универсальным.

В данной ситуации введение НФР кажется целесообразным, однако существует ряд проблем. Во-первых, всё сводится к очередному столкновению интересов государства и недропользователей по поводу нефтяных доходов. Во-вторых, компании, имеющие льготы по НДС, против введения НФР. Помимо того, появится возможность для включения дополнительных затрат, тем самым уменьшая долю изъятий.

Подводя итог, можно сказать, что рассматриваемый вопрос и сейчас остается на повестке дня. Предугадать результат данного эксперимента довольно сложно. Остается лишь надеяться, что данная попытка усовершенствования действующей налоговой системы действительно принесет результат.

Научный руководитель: доцент Катыхева Е.Г.

Е.М. МАЛЮХИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СОВПАДЕНИЯ ГРАНИЦ ОЧИСТНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПРОГНОЗЕ ЗОНЫ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ТРЕЩИН

Значение высоты зоны водопрводящих трещин (ЗВТ) один из важнейших параметров, необходимых для безопасного ведения горных работ под водными объектами. При повторной подработке необходимо учитывать деформации полученные после отработки каждого пласта. Значение степени совпадения границ очистного пространства оказывает существенное влияние на высоту зоны водопрводящих трещин. Так ранее предполагалось, что с выемкой каждого последующего пласта высота ЗВТ увеличивается. Данная теория не в полной мере соответствует натурным данным. Сложение деформаций, полученных вследствие ведения горных работ, рассчитанное с учетом степени совпадения границ очистного пространства показывает, что высота может остаться как неизменной, так и увеличиться на значительную величину, что подтверждается натурными данными. Для каждого месторождения и каждого отдельного случая требуется предварительный анализ, который покажет при каком положении границ очистного пространства высота ЗВТ может увеличиться.

С.А. МАРТЫНОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМИ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ДУГОВЫХ ПЕЧАХ

В настоящее время доля производства различных металлов в дуговых печах растет с каждым годом, это связано с преимуществами такого типа печей. Учитывая мировую тенденцию к минимизации потребления энергии и ресурсов, а также высокий расход электродов на тонну выплавляемого металла, который получается вследствие неэффективного управления и плохой автоматизации процесса, появляется возможность повышения эффективности управления дуговыми печами.

Цель работы: повышения эффективности управления тепловыми и электрохимическими процессами в дуговых печах. Задача - с помощью программы ANSYS исследовать основные причины разрушения электрода, создать алгоритм управления, снижающий вероятность поломок электрода.

Основными причинами разрушения электродов являются: удар электрода с шихтой при зажигании дуги, взаимодействие с токонепроводящей шихтой, обрушение колодцев во время расплавления шихты, эрозия боковых поверхностей электрода. В работе они были исследованы с помощью программы ANSYS, и как результат составлен алгоритм работы регулятора, который снизит вероятность возникновения поломок электродов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Ю. Бажин

Е.С. МАРТЫНОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОСТОЯННУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В процессе выплавки никелевых анодов из продуктов обжигового отделения в трехэлектродной дуговой печи переменного тока изменение расхода компонентов шихты осуществляется вручную плавильщиком по внешнему виду расплава. Такие методы сильно зависят от человеческого фактора. Одним из перспективных направлений в этой области является получение информации о протекании процесса в печи с помощью измерения постоянной составляющей фазного напряжения ($U_{ПС}$).

$U_{ПС}$ – это нулевая гармоника фазного напряжения, выделенная при помощи двухзвеньевого RC-фильтра низких частот. Она меняется в ходе процесса в зависимости от технологических параметров.

Цель работы: оценить влияние технологических параметров на постоянную составляющую фазного напряжения.

Создана модель, которую условно можно разделить на две подсистемы. Первая подсистема служит для вычисления механического прироста массы компонентов расплава за счет загрузки шихты и выполнения расчетов изменения массового содержания компонентов Ni, NiO, Ni₃C из-за протекающих в расплаве химических реакций. Для создания второй подсистемы была выбрана каскадная модель Гаммерштайна-Винера в программном обеспечении Matlab System Identification Toolbox, которая позволяет установить нелинейные динамические зависимости между параметрами. Данная модель состоит из статических нелинейных блоков на входе и выходе и динамического линейного блока, позволяющая учесть инерционность параметров объекта управления. Входами выбранной модели являлись выходы первой подсистемы, выходом – $U_{ПС}$. Для идентификации модели использовались экспериментальные данные $U_{ПС}$, полученные на промышленном объекте.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Ю. Фирсов

К.В. МАТРОХИНА, А.А. ЧЕРНОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АУДИО-КОДЕКОВ И МОБИЛЬНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Качество систем IP-телефонии существенно зависит от используемого для сжатия речевого сигнала аудио-кодека и от канала связи, по которому осуществляется передача сжатых аудио-данных. Поэтому оценка реальных значений параметров кодека и канала представляет большой интерес, как для разработки, так и для эксплуатации систем IP-телефонии.

Целью данной работы являлась оценка реальных значений параметров аудио-кодексов и мобильных каналов связи, используемых в системах IP-телефонии, путем проведения экспериментов с помощью специально-разработанного программного обеспечения.

На основании проведенных экспериментов, можно сделать следующие выводы:

1. Для частоты дискретизации 8 кГц по совокупности параметров лучшим является кодек BTMC-26, разработанный в Горном университете.

2. Для частоты дискретизации 16 кГц кодек BTWC-50, разработанный в Горном университете, имеет в 12 раз меньшие вычислительные затраты на кодирование и в 35 раз - на декодирование, но обеспечивает в 1.5 раза большую скорость потока, чем SILK.

3. Технология EDGE не обеспечивает необходимого качества связи для использования IP-телефонии (в особенности у операторов МТС и Билайн).

4. При использовании технологии 3G круговая задержка пакетов имеет наименьшее значение у оператора МегаФон. На втором месте – Билайн. На третьем - МТС.

5. Величина джиттера при использовании технологии 3G имеет небольшое значение.

6. Потеря пакетов во время исследований не наблюдалось.

Результаты работы были использованы при оформлении заявки на патент на кодеки, разработанные в Горном университете, и при проектировании перспективной системы IP-телефонии с шифрованием передаваемой аудио-информации.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Б. Маховиков

С.С. МОЛОДЫХ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНОЙ ГЛУБИНЫ РУДНОГО КАРЬЕРА НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Методология проектирования карьеров, формировавшаяся в нашей стране последние десятилетия, основывалась главным образом на технологических показателях. Многие динамические экономические показатели не находили практического применения (прибыль, процентная ставка, кредит, дисконтирование и др.).

Практика проектирования горнотехнических систем промышленно-развитых стран использует "pre-preliminary study" и "preliminary study", которые выполняются по заказу инвесторов потенциальных проектов с целью установления в максимально короткий срок целесообразности и вероятности риска инвестирования реализации этих проектов.

В условиях ограниченного объема стохастической исходной информации, для решения вопроса о целесообразности строительства рудного карьера, часто необходимо оперативно определить возможную глубину карьера на конец отработки и его границы. При открытой разработке рудных месторождений эксплуатационные затраты в значительной степени зависят от коэффициента вскрыши или коэффициента добычи при разработке комплексных месторождений.

В данной работе рассмотрена методика определения конечной глубины карьера и граничного коэффициента вскрыши, с учетом величины эксплуатационных затрат, на предварительной стадии проектирования, на примере рудного крутопадающего месторождения.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.И. Фомин

А.В. МОРОЗОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ – ОСНОВА ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Неотъемлемым этапом проектирования земельных участков любого вида разрешенного использования является анализ пространственных условий территории проектирования. Данная задача является весьма актуальной в условиях конкуренции за наиболее инвестиционно-привлекательные земли.

В работе проведен ретроспективный анализ существующих методов оценки пространственных условий территории, определены недостатки принятых в практике землеустройства методов и подходов. Несмотря на имеющийся научный задел в рассмотренном вопросе, на данный момент не разработаны концептуальные положения, методологический подход и аналитический аппарат для комплексной оценки пространственных условий территории.

Предложена оценка пространственных условий территории на основе потенциальной эффективности территории (прямой аналог потенциала электростатического поля электрического заряда). Данная величина определяется удаленностью r от важных экономических, административных объектов (фактор-объекты) и их значимостью Q :

$$\varphi = \frac{Q}{r}.$$

В общем виде получены расчетные формулы для определения потенциальной эффективности территории относительно точечных и линейных объектов местности. Для площадных объектов предлагается моделирование его как совокупности точечных и линейных объектов. Совместное влияние фактор-объектов, согласно принципу суперпозиции, определяется как сумма потенциальных эффективностей относительно каждого объекта.

Полученные соотношения позволяют производить оценку сложившихся пространственных условий территории, сравнительную оценку вариантов проектируемого земельного участка, а также разрабатывать карты потенциальной эффективности территории.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Н. Быкова

А.С. МУХИНА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕОТВАЛОВ ПАО «УРАЛКАЛИЙ»

Цель работы: снижение негативного воздействия солеотвалов на окружающую природную среду, за счет внедрения технологии гидроизоляции их оснований.

«Уралкалий» - разрабатывает одно из крупнейших в мире Верхнекамское месторождение калийно-магниевого солей. Сырьем для производства хлористого калия является сильвинит. Основными видами продукции являются - стандартный хлористый калий и его гранулят.

Одна из основных проблем на предприятиях по добыче и переработке минерального сырья - это образование солеотвалов. Солеотвал представляет собой насыпной вал из галитовых отходов и состоит в основном из хлорида натрия, примесей хлорида калия и сульфата магния. Отличительной особенностью является большое (до 95 %) содержание в них легкорастворимых в воде солей. Выпадающие на поверхность со-

леотвала атмосферные осадки выщелачивают из объема отходов растворимые соли, что приводит к образованию избыточных рассолов. В следствие чего повышается опасность прорыва гидроизолирующих материалов.

В связи с этим, предлагается на этапе строительства нового месторождения Усть-Яйвинского рудоуправления предусмотреть разработку противодиффузионной защиты основания в условиях высокого давления и агрессивного воздействия рассолов. Для этого предлагается к внедрению технология формирования гидроизоляционного покрытия на основе вторичных полимеров с экструзивным нанесением смеси на подготовленную поверхность.

Согласно проведенным исследованиям в состав полимерной смеси входят:

- вторичный полиэтилен высокого давления (ПЭВД);
- вторичный полиэтилен низкого давления (ПЭНД);
- полиизобутилен – (в качестве присадки).

Состав смеси и процентное соотношение компонентов уточняется в зависимости от особенностей, подстилающих экран пород.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

А.В.МЫСИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК СТАЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сотрудниками Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана и Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) с помощью программы AutoDyna было произведено численное моделирование процесса воздействия кумулятивной струи на железобетонную преграду. В процессе расчета определялись текущие параметры кумулятивного ножа в зависимости от расположения заряда относительно преграды. С целью подтверждения теоретических полученных данных, нами в лаборатории «Физика взрыва» кафедры Взрывного дела Национального минерально-сырьевого университета «Горный» была подготовлена и проведена серия экспериментов с использованием установки по определению скорости кумулятивной струи и пробивного действия кумулятивного заряда.

Для определения скорости кумулятивной струи при взрыве кумулятивного заряда и пробивного действия кумулятивного заряда в работе использовался сверхскоростной фоторегистр СФР-2М, работающий в режиме лупы времени, в сочетании с теневой установкой ИАБ-451 и система импульсивной подсветки ИФК-20000.

Полученные экспериментальные результаты вполне коррелируют с результатами, полученными при программном моделировании. Однако, имеется ряд отклонений. С нашей точки зрения отклонения значений в результате лабораторного эксперимента от программной методики расчета заключаются в следующем:

1. Невозможность обеспечения точного контакта заряд – порода, из-за неровностей разрушаемого объекта.
2. Непостоянство плотностных свойств и кривизны поверхности в серии взрывааемых зарядов.
3. Погрешности величины начального импульса в следствие технологии изготовления лабораторных детонаторов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Парамонов Г.П.

М.Ю. НАЗАРЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Горючие сланцы являются одним из перспективных видов органического сырья для различных областей промышленности. В отличие от других видов твердых горючих ископаемых, горючие сланцы содержат значительные количества водорода в органическом веществе и большое содержание минеральных компонентов. Одной из проблем, связанных с переработкой горючих сланцев, является образование большого количества зольных отходов и для повышения эффективности использования горючих сланцев необходимо найти способы применения этих отходов. Исходя из этого - целью данной работы являлся поиск рационального использования горючих сланцев, учитывающий минеральную составляющую.

Для решения данной цели были поставлены следующие задачи:

- Определены физико-химические свойства и элементный, химический и минералогический составы горючих сланцев и сланцевой золы;

– Исследована возможность использования минеральной части горючих сланцев в качестве флюсующей добавки и проведено сравнение восстановительных свойств горючих сланцев с бурыми и каменными углями в аналогичных условиях;

– Изучены сорбционные свойства горючих сланцев и сланцевой золы для очистки воды от органических загрязнителей.

Объект исследования – горючие сланцы Ленинградского и Эстонского месторождений. Было использовано современное лабораторное оборудование, такое как, энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр Epsilon - для определения состава и сканирующий электронный микроскоп TESCAN - для анализа получаемых металлов.

По результатам работы установлено, что одним из преимуществ использования горючих сланцев в качестве углеродсодержащего восстановителя является то, что за счет оксидов минеральной части горючих сланцев (Si_2O , Al_2O , CaO) понижается температура процесса, за счет чего снижаются расходы на электроэнергию, а также на приобретение флюсующих добавок (так например 1 кг CaO стоит в среднем от 30р/кг, SiO_2 – от 100 р/кг, Al_2O_3 - от 120 р/кг).

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.К. Кондрашева
Соруководитель: к.т.н. доцент С.Н. Салтыкова

Д.Н. НАУМОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОМ С ОБОЖЖЁННЫМИ АНОДАМИ

В работе рассматривается автоматизация процесса получения алюминия в электролизерах с обожженными анодами на 320 кА. Сложность управления электролизером состоит в невозможности частого автоматического контроля важных внутренних параметров процесса (межполюсного расстояния, температуры, обратной ЭДС, концентрации глинозёма, криолитового отношения и т.д.), так как высокотемпературная агрессивная среда не позволяет измерять их напрямую в контуре управления. Измерение температуры, например, осуществляется вручную погружной термопарой раз в сутки, состав расплава определяется химическим анализом проб, взятых раз в двое суток. Поэтому желательно научиться вычислять их косвенными методами, используя известные управляющие воздействия и измеряемое рабочее напряжение на электролизёре.

В работе использовалась база данных, в которой собраны статистические данные о работе электролизера за 3 месяца, и его параметров, таких как, сила тока, напряжение на ванне, возникновение и продолжительность анодного эффекта, волнение металла, качественный состав электролита, температура, время замера и т.д.

Была изучена структура базы данных и был сформирован запрос к MicrosoftSQLServer 2008 на создание таблицы с необходимыми для последующего моделирования параметрами. Далее таблица была преобразована в текстовые файлы для анализа данных программно-вычислительном пакете MATLAB, где была создана дискретная математическая модель в виде разностных уравнений для последующей идентификации. Накопление средних квадратов отклонений расчетных параметров от имеющихся в базе значений ручных измерений по каждому отдельному параметру (J_i) позволяет корректировать коэффициенты математической модели для минимизации функционала $J_{\Sigma} = \sum_i a_i \cdot J_i$, средневзвешенного по шести моделируемым

параметрам. После идентификации модель предполагается использовать для оценивания оперативно не измеряемых технологических параметров таких как температура электролита, концентрация глинозема, криолитовое отношение, уровень алюминия, уровень электролита, межполюсное расстояние.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Ю. Фирсов

А.Н. НИКОЛАЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СГУЩЕНИЯ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДАЧИ СУСПЕНЗИИ И РЕАГЕНТОВ С УЧЕТОМ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

В докладе рассмотрена возможность создания системы управления сгустителями посредством автоматического управления загрузкой и разгрузкой сгустителя. Особенность состоит в том, что управление ведется комплексом сгущения в целом, по заданию объема разгрузки, а также выходной плотности. При этом учитывается значение текущих плотностей в каждом сгустителе.

Основная проблема сгущения – это нестабильное значение плотности выходящей пульпы, основная цель нашей системы – стабилизация этого значения.

Для создания системы автоматического управления построена статистическая модель на основе данных с Талнахской обогатительной фабрики.

Проблема стабилизации процесса сгущения является одной из главных в металлургии и обогащении. Существует множество исследований на эту тему, а также созданных систем управления. Свой вклад в разработку моделей и систем управления внесли такие специалисты как Растяпин В. А., Лайнер А. И., Болотаева И. И., Так, Болотаева И. И. в своей работе «Исследование и разработка автоматизированной системы управления процессом сгущения пульпы в металлургии» детально изучает данный процесс и создаёт обобщенную математическую модель, а на ее основе строит систему автоматического управления.

Однако наличие неконтролируемых возмущений, а также узкое применение созданных моделей, предполагает дальнейшее исследование в этом вопросе.

Систему автоматизации комплекса сгущения планируется внедрять на ТОФ. Основные проблемы существующей системы автоматизации: отсутствие датчиков (мутность слива), отсутствие автоматического управления насосами и клапанами (оператора в ручную запускает разгрузку или загрузку в зависимости от плотности на выходе), подача флоакулянта подается в сгуститель (происходит в ручную), необходимость визуального подтверждения человеком косвенных параметров (мутность слива). Перечисленные выше минусы оказывают высокое влияние на стабильность плотности выходного концентрата, и соответственно на выходной продукт никелевой флотации, что значительно увеличивает затраты на каждом из переделов производства.

Для того чтобы исключить вышеописанные недостатки или в какой то мере уменьшить их влияние на процесс, существует необходимость внедрения экспертной системы управления.

Состав экспертной системы. Два модуля с последовательными функциями. Первый модуль – модуль управления загрузкой сгустителя, второй – модуль управления разгрузкой сгустителя.

Первый модуль содержит две последовательные функции: 1 - Стабилизация уровня в распределительной коробке; 2 - Выравнивание плотностей пульпы разгрузки работающих в системе сгустителей. Управление первого модуля ведется по заданию уровня в распределительной коробке и по обратной связи с плотностью сгустителей. Исполнительный механизм в данном случае – клапана на загрузке.

Второй модуль содержит две последовательные функции: 1 - Стабилизации общего объема пульпы разгрузки работающих в системе сгустителей с выравниванием плотности пульпы; 2 - Функция стабилизации общей плотности питания флотации на заданном уровне. Управление второго модуля ведется по заданию объема разгрузки и по заданию общей выходной плотности всех сгустителей системы. Исполнительным механизмом выступают насосы на разгрузке.

Особенность данной системы, а также ее новизна, состоит в том, что стабилизация плотности происходит в комплексе сгущения по общей плотности. Управление происходит посредством загрузки и разгрузки, при этом работа функций каждого модуля ведется по обратной связи с плотностью в каждом сгустителе. Например, стабилизация уровня в распределительной коробке происходит за счет работы клапанов, однако сами клапана открываются в зависимости от того, какая плотность сейчас в сгустителе. Сгуститель с меньшей плотностью, будет получать большую загрузку, с большей - меньшую. В данный момент работа системы проверяется на статистической модели передела сгущения на ТОФ.

При стабильной подаче реагентов в сгустители, такая система позволяет стабилизировать значение плотности на необходимой величине. Что позволит избавиться от высоких затрат на проведение процесса сгущения, а также позволит получать стабильный концентрат на выходе флотации. При этом, такая система не потребует от производства больших затрат, так как работает без внедрения дополнительного оборудования дорогостоящего оборудования или софта, а выступает как отдельный программный продукт.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.В. Шариков

В.А. ПАЙОР

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ГЛИНОЗЕМОМ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ

Современные технологии электролитического способа получения алюминия являются результатами совершенствования процесса Холла-Эру, единственного на сегодняшний день промышленного способа получения алюминия. Сущность данного процесса заключается в электролизе глинозема (оксида алюминия) в расплаве криолита. Наиболее актуальной задачей современного производства алюминия на мощных и сверхмощных электролизерах является поддержание оптимальной концентрации оксида алюминия в расплаве электролита. Для этого используются системы автоматического питания глиноземом (АПП).

Цель работы – повышение эффективности работы мощных алюминиевых электролизеров за счет разработки алгоритма питания глиноземом содержащим сырьем, учитывающего влияние технологических параметров процесса в каждом канале питания.

Для решения задачи стабилизации концентрации глинозема в высокоамперном электролизёре была разработана концепция системы АПП, позволяющая измерять некоторые параметры электролиза (уровень расплава, уровень алюминия и температуру) в процессе пробоя корки электролита непосредственно перед подачей глинозема в расплав. Разработан виртуальный стенд, имитирующий пробойник для пробивки криолит-глиноземной корки и обеспечивающий измерения уровня металла и электролита в электролизной ванне, а также создан алгоритм для системы питания глиноземом.

Пробойник обеспечивает работу на двух давлениях, высоком и низком для экономии расхода воздуха. Задача пробивки корки в нормальном режиме происходит на низком давлении воздуха в пневмоцилиндре пробойника. При наличии сигнала обратной связи о не разрушении корки, работа пробойника осуществляется на высоком давлении. В случае не пробоя обеспечивается передача информации об ошибке в систему управления. Пробойник системы АПП является изолированным – это обязательное условие по реализации возможности получения измерительной информации о состоянии расплава электролита. Алгоритм предотвращает продолжительное нахождение штока пробойника в электролите и, соответственно его перегрев и расплавление материала штока. Наличие сигнала от датчика положения штока свидетельствует о том, что корка пробита, и можно включать питатель глинозема. Для этого обратное движение из расплава происходит на высоком давлении воздуха, а затем доведение до верхней конечной точки пневмоцилиндра на низком давлении. По величине опускания штока пробойника и началу контакта пробойника с электролитом определяется уровень расплава в ванне. С учетом глубины шахты электролизера и его формы рабочего пространства контролируется изменение высоты расплава. Уровень металла определяется по напряжению в межэлектродном пространстве.

В качестве среды отладки данного алгоритма использовалась платформа UnityEngine, позволяющая наглядно продемонстрировать процесс выполнения алгоритма с использованием трехмерной интерактивной визуализацией. Разработанная визуализация алгоритма работы АПП будет использоваться на дальнейших этапах построения автоматизированной системы, а также для совершенствования параметров работы АПП.

Предложенная концепция автоматизации процесса подачи глинозема и разработка оптимального режима питания электролизера позволят работать электролизеру без образования глиноземных осадков на подине, с близкой к теоретической потребности в питании глиноземом. Это в свою очередь приведет к значительному сокращению количества анодных эффектов, имеющих отрицательное воздействие на технологический процесс и возникающих в большинстве случаев из-за проблемы с дозированием. Таким образом, предлагаемые решения позволят повысить выход алюминия по току и снизить затраты электроэнергии на процесс электролитического получения алюминия на мощных и сверхмощных электролизерах.

Научный руководитель: к.т.н., доцент П.А. Петров

А.А.ПАНТЮХИН, А.А.ЮДИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ НА АБРАЗИВНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД

При строительстве скважины, процесс углубления напрямую связан со свойствами буримых горных пород, одним из основных является - абразивность. Как известно, абразивность – это свойство горных пород изнашивать контактирующие с ними части бурового оборудования, в том числе и элементы КНБК (компоновки низа буровой колонны), что приводит к износу и, соответственно, выходу из строя.

Наиболее абразивными являются крупнокристаллические породы, состоящие из зерен твердых минералов, слабо связанных между собой, и образующие при бурении крупный остроугольный шлам. При бурении в трещиноватых и пористых породах резцы буровой коронки обкалывают острые края трещин и образующиеся при этом крупные угловатые частицы породы перетираются под торцом, вызывая интенсивный износ породоразрушающего инструмента.

В связи с этим, исследования, направленные на снижение влияния абразивного износа, являются актуальными. Поэтому в данной работе оценивается влияние различных веществ на абразивный износ, что позволит увеличить продолжительность работы бурового оборудования и элементов КНБК.

В статье представлены исследования влияния различных видов водных растворов ПАВ на абразивность горных пород. Экспериментальные исследования были проведены на приборе ПОАП-2.

Абразивность горной породы зависит от твердости породообразующих минералов, от характера сцепления зерен друг с другом, от крупности и формы зерен, от плотности породы и степени ее трещиноватости.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшее снижение коэффициента абразивности, в сравнении с сухим песком показывает раствор Катамина-АБ концентрацией 0,5 %.

Дальнейшие исследования направлены на разработку составов буровых растворов, с добавкой Катамина-АБ, для снижения абразивности горных пород и предотвращения изнашивать контактирующие с ними частей бурового оборудования, в том числе и элементов КНБК.

Научный руководитель: ассистент, к.т.н. Леушева Е.Л.

ИНВАРИАНТНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6-35 кВ ПРЕДПРИЯТИЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время ненаправленные токовые защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), применяемые в сетях 6-35 кВ предприятий минерально-сырьевого комплекса при условии наличия переходного сопротивления в месте замыкания на землю работают неселективно, что приводит к неоправданным отключениям и простоям электрооборудования. Возникает необходимость в разработке мероприятий, направленных на повышение качества работы защиты от ОЗЗ в условиях непостоянства параметров контура тока нулевой последовательности.

Выявлены закономерности влияния переходного сопротивления в месте замыкания фазы электрической сети на землю на характеристики срабатывания ненаправленной токовой защиты от ОЗЗ. Для сетей с изолированной и резистивно-заземленной нейтралью разработан алгоритм действия токовой защиты от однофазных замыканий, в котором предусмотрена оценка степени неполноты замыкания фазы на землю и последующая коррекция токов нулевой последовательности защищаемых линий, в результате чего обеспечивается независимое действие защиты по отношению к параметрам контура тока нулевой последовательности (инвариантность).

В результате проведенных испытаний разработанного алгоритма действия защиты от ОЗЗ на имитационной модели электрической сети 6 кВ установлена его работоспособность вне зависимости от величины переходного сопротивления в месте замыкания на землю, что подтверждает заявленную повышенную чувствительности и инвариантность действия защиты.

Применение инвариантной защиты от однофазных замыканий на землю, обладающей повышенной селективностью действия позволит значительно повысить надежность электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса.

Научный руководитель: д.т.н. профессор Б.Н. Абрамович

Е.К. ПЕРМЯКОВА
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ Н-ГЕКСАНА ИЗ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ

Нормальный гексан - это востребованный продукт и широко применяемый в нефтехимической и химической промышленности. В данной работе в программном пакете HYSYS разрабатываются две встраиваемые технологии выделения н-гексана с концентрацией не менее 70% из широкой бензиновой фракции, включающей в себя более 180 компонентов. Обе схемы представляют собой две колонны, работающие при различных давлениях. После оценки стоимости оборудования, а также подсчетов энергозатрат, выявлена оптимальная технологическая схема. Себестоимость продукта по этой схеме, исходя из затрат на энергетику (12,5 Гкал/ч), составила 5,4 руб/кг продукта, что относительно второго рассматриваемого варианта меньше на 35%. В работе выявлены основные технологические параметры работы колонн. Анализ предполагаемых схем показал, что себестоимость продукта позволяет его конкурентоспособным на рынке. Выделение н-гексана не ухудшает качество бензиновой фракции, которая возвращается в основной поток с повышенным ОЧ. Дистилляты колонн, такие как н-пентан и 2метилпентан, 3метилпентан можно использовать как сырье изомеризации или в качестве присадок к товарному топливу. Дальнейшей задачей является: исследование рынка для окончательного определения объема спроса.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.А. Романова

К.П. ПОДЧИНЕНКОВА
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОЧНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА ОЛИГОМЕРНЫХ ЦИКЛОКАРБОНАТОВ

1. Актуальность, проблематика, цель работы

Олигомерные циклокарбонаты (ЦК) используются как компоненты ремонтных составов в нефте- и газопереработке. В своем роде, это универсальный материал, подходящий для ремонта как металлических, так и бетонных конструкций.

Для организации опытного производства олигомерных циклокарбонатов сначала необходимо выбрать конструкцию и провести моделирование проточного реактора синтеза, обеспечивающего гибкость использования по ассортименту при сравнительно небольших габаритных размерах и допустимом количестве побочного продукта. В настоящий момент для этих целей используются реакторы периодического действия, с механической мешалкой.

В ходе выполнения работы была выбрана и обоснована концепция проточного реакторного узла для опытного производства циклокарбонатов на основании кинетических данных по реакции циклокарбонилирования, а также найден оптимальный режим работы с использованием модели реактора.

Для анализа кинетики реакции были использованы ранее опубликованные данные, полученные с использованием калориметрии Кальве, являющейся удобным и эффективным инструментом исследования кинетики экзотермических реакций по тепловыделению с последующим анализом продуктов реакции.

2. Результаты работы

1) Проведен анализ вариантов аппаратного оформления проточного реакторного узла. Рассмотрены следующие типы реакторов:

А. Трубчатый змеевиковый реактор с теплообменом («режим идеального вытеснения»);

Б. Пленочный реактор с нисходящим движением пленки жидкой фазы и восходящим движением газовой фазы с теплообменом («режим идеального вытеснения»);

В. Емкостной проточный реактор с механической мешалкой с теплообменом («режим идеального смешения»).

2) Синтезирована математическая модель проточного реактора циклокарбонилирования с теплообменом на основе соответствующей кинетической модели реакции.

3) Найден оптимальный режим работы выбранного реакторного узла для заданной производительности.

Поиск оптимальных условий вели по следующим направлениям:

А. Максимальный выход целевого продукта по отношению к исходному компоненту, минимизация выхода полимерных групп;

Б. Минимальные длина и перегрев в реакторе относительно заданного значения по теплоносителю при достижении заданной конверсии;

В. Оценка режима работы и производительности для аппарата данного размера.

Моделирование проточного реактора проводилось с помощью программного пакета ReactOp Cascade. В качестве дополнительных результатов работы были сформулированы требования безопасности применительно к опытному производству циклокарбонатов.

3. Выводы

Был проведен анализ результатов кинетического исследования реакции циклокарбонилирования эпоксидных смол семейства «Оксилин» с использованием углекислого газа в качестве карбонилирующего агента. На основании проведенного анализа выбран и обоснован тип проточного реакторного узла для организации опытного гибкого производства циклокарбонатов.

В программной среде ReactOp Cascade 3.20 построена математическая модель проточного реакторного узла с теплообменом и определены оптимальные технологические параметры для реализации данного процесса.

Сделана оценка размеров и производительности выбранного типа реактора для получения различных олигомерных циклокарбонатов.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Ф.Ю. Шариков

Е.В. ПУМПУР

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПРОТОТОПИРОВАНИЕ РОТОРА ШЕСТЕРЕННОГО ГИДРОНАСОСА

Шестерёнчатые насосы типа НШ широко используются в горной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, аграрной и других производствах. В процессе эксплуатации оборудования его составные части подвергаются постоянному износу, что приводит к утечкам рабочей жидкости через зазоры, образованные головками зубьев и корпусом насоса, а также между торцовыми поверхностями шестерен и торцами уплотнительных торцевых опор, вследствие чего происходит падение его объемного КПД. На практике при уменьшении объемного КПД до 0,65 шестеренчатые насосы считаются неработоспособными.

Восстановления ротора или его изготовление является технологически сложным процессом, выполняемым на нескольких рабочих участках, с применением как сложного металлообрабатывающего оборудования, так и высококвалифицированного рабочего персонала. Решение данной проблемы может стать 3Dпечать подобных деталей.

3D принтер - это устройство, которое послойно создает физический объект по виртуальной трехмерной модели. При помощи такого устройства можно изготавливать практически любые объекты. Но прежде чем приступить к печати детали необходимо создать цифровую модель, подобрать материал и выбрать принтер.

Моделирование детали в САДредакторе, может осуществляться тремя методами:

1. По предлагающимся от производителя чертежам.
2. Собственными замерами детали.
3. Используя 3D сканер.

Наиболее точное моделирования – по чертежам производителя, так как два остальных метода имеют свои минусы и применяются только в случае отсутствия чертежей.

В современных 3D принтерах применяется две основные технологии печати: струйная и лазерная. Эти технологии также подразделяются на отдельные подвиды, которые могут различаться по расходным

материалам, которые используются для печати. В качестве расходных материалов в наше время может использоваться фотополимерная смола, порошок, силикон, различные металлы, воск, фотополимеры, а также разные виды пластика. Способ прототипирования и материал полностью зависит от требований к детали.

Крупные иностранные компании обладают технологиями, позволяющими печатать металлом и добиваться высоких прочностных характеристик. Российские принтеры способны печатать только полимерными материалами.

В качестве примера реализации ротора шестерного насоса была разработана 3Dмодель и на ее основе распечатан ведомый ротор шестеренчатого насоса НШ 32. Для реализации поставленной задачи был выбран принтер Picaso 3D DesignerPro 250 и материал PLA REC. Такой выбор был сделан на основе анализа доступности на отечественном рынке.

Существующие 3D технологии печати позволяют изготовить сложно-конструкционную деталь с высокой точностью за относительно небольшое время, а обоснованный выбор материала и технологии изготовления позволит детали не уступать по качеству традиционно изготовленной детали. Но в связи с относительной новизной данной технологии в России, процесс изготовления связан с большими экономическими затратами, что должно подталкивать на расширение рынка данных услуг и исследований в этой области.

Научный руководитель: профессор каф. машиностроения С.Л. Иванов

Ю.В.РАСТВОРОВА, К.Ю.ХОБНЯ, С.С.ПОДЕНКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПЛАЗМЕННЫЕ ФОТОИОНИЗАЦИОННЫЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

В результате проведенных исследований создан микроплазменный сенсор, способный детектировать при высоких давлениях вплоть до атмосферного. Работа данного анализатора основана на новом методе столкновительной электронной спектроскопии, предполагающем измерение энергий характеристических электронов напрямую, не учитывая импульс частиц, что позволяет отказаться от использования вакуумных установок и в результате дает преимущества, такие как уменьшение габаритных размеров, веса, стоимости и энергопотребления при сохранении необходимой точности и чувствительности. Регистрация спектров энергии характеристических электронов в режиме послесвечения плазмы производится с помощью второй производной вольт-амперной характеристики детектора [1], (метод Дрювестейна).

При создании сенсора предпринят ряд мер по увеличению его точности и чувствительности. В качестве источника ионизации молекул создана малогабаритная газоразрядная лампа, наполненная *Kr* и *He* в качестве буферного газа. Фотоны, испускаемые такой лампой, обладают энергией 10,5 и 11,5 эВ, которой достаточно для ионизации примесей воздуха, представляющих интерес с точки зрения детектирования, при этом основные компоненты, такие как O_2 и N_2 , остаются нейтральными. Таким образом, нами создана модификация фотоионизационного микроплазменного сенсора, отличающаяся повышенной чувствительностью и точностью. Подробный анализ работы фотоионизационного сенсора представлен в работе [2]. Для стабилизации плазменных характеристик сенсора нового поколения и увеличения его чувствительности приняты меры подавления плазменных неустойчивостей путем введения управляющего электрода, располагающегося вне плазменной области. Эмиссионная стабильность электродов сенсора обеспечивается специальным графеновым покрытием, уменьшающим работу выхода электродов до величин порядка 1 эВ.

Созданный в Горном университете сенсор обладает низкой себестоимостью, миниатюрностью (10*10*1 мм), высокой точностью, чувствительностью и способен детектировать широкий спектр молекул. Это делает его актуальным для химической и автомобильной промышленности, в системах безопасности и контроля, а также в медицинских целях в качестве индивидуального газоанализатора. С помощью непрерывного контроля состояния здоровья человека путем детектирования биомаркерных молекул возможно диагностировать заболевания на ранних стадиях. Выполненный в отдельном корпусе или встроенный в мобильное устройство фотоионизационный сенсор будет обрабатывать полученные данные, и высылать их владельцу устройства или врачу. Такой подход может стать основой предупредительной медицины и улучшить качество жизни населения.

Работа выполнена при поддержке гранта УМНИК-2015, договор №7007ГУ/2015.

Литература

1. Kudryavtsev A., Mustafaev A., Tsyganov A. et al. Technical Physics, 2012. V. 57. N 10, pp. 1325-1330
2. Mustafaev A.S., Maximova E.N., Rastvorova J.V., Chirtsov A.S., Tsyganov A.B., The Proceedings of 2nd International Scientific Symposium "Sense. Enable. SPITSE". St. Petersburg. Russia. 2015. V.1. pp. 211-217

Научный руководитель: профессор А.С. Мустафаев

АНАЛИЗ СУММАРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

В работе было рассмотрено определение емкости конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности как многофакторная задача, предполагающая учет влияния различных параметров на работу электроэнергетических установок.

Основной целью выполненной работы было определение влияния $\cos\phi$, меняющегося в зависимости от мощности установленных конденсаторных батарей, на суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения. Важным являлось выявить связь между двумя параметрами, первый из которых устанавливается для каждого предприятия индивидуально, а второй – регламентируется ГОСТом 32144-2013 по качеству электроэнергии.

Выявленный в результате имитационного моделирования в среде Simulink характер зависимости был подтвержден результатами, полученными при обработке измерений, снятых с порталных кранов Новороссийского морского порта, находящихся в различных режимах нагрузки.

Возрастающий характер исследуемой зависимости говорит о том, что при определенных параметрах установок полная компенсация реактивной мощности может привести к превышению суммарным коэффициентом гармонических составляющих напряжения значения, предусмотренного ГОСТ 32144-2013.

Таким образом, при выборе мощности конденсаторных батарей необходимо учитывать их влияние на суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, то есть на основании анализа зависимости $K_U=f(\cos\phi)$ необходимо устанавливать максимально допустимый $\cos\phi$. Дальнейшее определение $\cos\phi$ целесообразно проводить, исходя из иных критериев, например, получения максимального коэффициента мощности.

В перспективе, анализируемая зависимость совместно с учетом перегрузки конденсаторов токами высших гармоник, может стать основой метода расчета оптимальных значений параметров конденсаторных батарей.

Научные руководители: д.т.н., проф. Я.Э. Шклярский, к.т.н., асс. В.С. Добуш

РАХАТКУЛОВ Д.Х

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ С РАЗРАБОТКОЙ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ AutoCAD

На сегодняшний день существуют программные комплексы для решения моделирования маркшейдерских задач, такие как DATAMINE, GEMCOM, MICROMINE, SURPAC MINEFRAME и т. д., которые широко используются. Но они не позволяют формировать необходимые документы в соответствии с государственными и корпоративными стандартами, а на это маркшейдерская служба на горном предприятии тратит огромное количество времени. Тем не менее данное ПО предоставляет инструменты для ручного оформления необходимой документации, но такое оформление уменьшает производительность труда в разы и допускает возможность на ошибку. Это и подтолкнуло нас к разработке приложения для автоматизации маркшейдерских моделей и автоматического построения отчетно-графической документации по данным электронных измерений в соответствующих стандартах.

Автоматизированное построение модели горной выработки основано на теории полюсов. Теория полюсов является законченной теорией интерполяции. Особенность сглаживания методом полюсов заключается в том, что оно выполняется «на лету». То есть при построении сечения или внутренней поверхности выработки, при этом конкретная грань сглаживается с помощью нормалей вершин и не нуждается в большой мощности вычислительной машины. При этом по сравнению с ручным интерполяционным сглаживанием метод полюсов является более строгим сглаживанием, максимально отражающим истинные контуры (в случае построения сечений) или истинную поверхность горной выработки (в случае построений её 3D- модели).

Э.А. РЕЗВАНОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СМЕЩЕНИЯ В БИТУМНЫХ ШЕСТЕРЕННЫХ НАСОСАХ

Битум является одним из важных органических материалов, применяемых в строительстве. Он используется как связующее при производстве асфальтового покрытия, кровельных материалов, гидроизоляции, в основе резиновых и клеевых составов.

Основными производителями битума являются нефтеперерабатывающие заводы.

В подогретом состоянии, свыше 180°C, битум становится текучим, но вязкость его всё равно велика. Поэтому для его перекачки используют объемные насосы: винтовые и шестеренные. В практике нефтепереработки большее применение нашли шестеренные насосы, агрегируемые с электродвигателем и редуктором на единой раме.

Постоянный вибрационный контроль и мониторинг за техническими показателями насосного агрегата с шестеренным насосом во время его работы позволяет своевременно прогнозировать его остаточный ресурс, не допуская его эксплуатации до предельного состояния.

Рабочие элементы шестеренного насоса образуют качающий узел: ведущая и ведомые шестерни, находящиеся в зацеплении с фиксированным межосевым расстоянием, определяемым расточками корпуса, и торцевые вставки, установленные в корпусе и прижимаемые к торцам шестерен, для уменьшения утечек перекачиваемого материала. Работоспособность насоса определяется размерами зазоров в сопряжениях между основными рабочими элементами насоса. Образующие этими элементами насоса зазоры увеличиваются в процессе эксплуатации из-за износа сопрягаемых поверхностей абразивом и водородного изнашивания при повышенных температурах перекачиваемой среды.

Основные утечки из камеры нагнетания в камеру всасывания идут через торцевые зазоры между шестернями и торцевыми втулками. Конструкцией насоса не предусмотрена их компенсация за счет дополнительного прижатия.

Устранить недостатки возможно проектированием зацепления с коэффициентом перекрытия ε_α равным единице, а для того чтобы вписаться в габариты качающего узла E целесообразно использовать комбинированное смещение.

Зацепление с коэффициентом перекрытия равном единице не имеет защемленного объема рабочей жидкости и не требует изготовления в конструкции шестеренных гидромашин специальных разгрузочных канавок, при этом зубчатые роторы возможно нарезать стандартным режущим инструментом. Вместе с тем вся технология производства шестеренных гидромашин остается практически неизменной и не требует значительных пересмотров.

Применение комбинированного смещения в практике расчетов зацепления шестеренных насосов делает возможным широкое маневрирование в геометрических параметрах зацепления даже при неизменном числе зубьев z , и заданном коэффициенте перекрытия.

Применение зубчатого зацепления с комбинированным смещением, полученным за счет отрицательного тангенциального смещения, является наиболее целесообразным, так как в этом случае не требуется применения специального оборудования и инструмента. Разработанные блокирующие контуры зубчатого зацепления с коэффициентом перекрытия равным единице и теория расчета зубчатых зацеплений с комбинированным смещением, дают возможность получить зацепления с заданным коэффициентом перекрытия для широкого диапазона чисел зубьев и межцентровых расстояний.

Научный руководитель: профессор Иванов С. Л.

А. В. РОЗЕНЦВЕТ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ШАРИКОВЫЙ ЦЕНТРАТОР-ТУРБУЛИЗАТОР

На сегодняшний день строительство скважин и боковых стволов с наклонными и горизонтальными участками обеспечивает достижение высоких показателей разработки месторождений нефти и газа с наименьшими экономическими издержками. Строительство скважины подразумевает создание надежного и долговечного канала связи продуктивного пласта с земной поверхностью. Для обеспечения герметичности заколонного пространства требуется создание за обсадной колонной флюидонепроницаемого цементного камня, имеющего плотный контакт со стенкой скважины и обсадной колонной, что невозможно добиться без полного вытеснения бурового раствора цементным.

Суть цементирования скважин заключается в закачке тампонажного материала в кольцевое пространство между стенками скважины и обсадной колонны. Качество цементирования зависит от многих факторов, таких как: свойства тампонажного и бурового растворов, наличие глинистой корки на стенках скважины и обсадной колонны, степень замещения бурового раствора и др. Высоким показателем качества цементирования является полное замещение в затрубном пространстве бурового раствора тампонажным. Регулирование реологических свойств промысловых жидкостей, с целью снижения вязкости и статического напряжения сдвига до минимально допустимых значений, позволяет в повысить качество крепления скважины.

Большое влияние на замещение промысловой жидкости влияет эксцентриситет скважины. Из-за несоосности ствола скважины и колонны труб могут образоваться застойные зоны. Для предотвращения таких зон и турбулизации потока используют центраторы и турбулизаторы, а так же центраторы-турбулизаторы. Однако, существующая центрирующая оснастка не всегда позволяет добиться высокой степени центрирования колонны, а также уменьшить силу трения при спуске ее в скважину. В связи с чем, авторами предложена новая конструкция центрирующего турбулизирующего устройства для крепления скважин и боковых стволов с наклонными и горизонтальными участками.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. профессор Николаев Н.И.

ПРИМЕНЕНИЕ ТУРБОДЕТАНДЕРОВ В УСЛОВИЯХ ГРС С ЦЕЛЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ПОТОКА. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ НА ГРС

В работе представлены результаты термогазодинамического и конструктивного расчетов турбодетандерного агрегата с оптимальными характеристиками для ГРС «Сокол». Также в работе описана схема подключения оборудования к действующим коммуникациям газораспределительной станции. Произведен технико-экономический анализ целесообразности использования полезной мощности на валу турбодетандера для выработки электроэнергии. Описаны результаты анализа существующих технологий получения сжиженного природного газа (СПГ) и произведена оценка возможности применения данных технологий в условиях газораспределительной станции (ГРС) с подключенным турбодетандером.

Актуальность проекта заключается не только во внедрении ресурсосберегающих технологий в процесс транспорта газа, что отвечает основному направлению внутренней политики России в области ресурсо- и энергосбережения, но и также в освоении передовых технологий получения СПГ в условиях ГРС.

Реализации проекта по совместному внедрению в эксплуатацию ГРС турбодетандера и установки по производству СПГ способствует не только большой объем накопленного зарубежными коллегами опыта по использованию турбодетандерных установок, а также мини-заводов СПГ, но и низкие температуры потока газа на выходе из турбодетандера (около 200К), что позволяет обеспечить дополнительную экономию энергетических ресурсов и значительно снизить себестоимость готовой продукции.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Воронов

К.П. РЯЗАНОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ЛИТОЛОГО-БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПАЙ-ХОЯ

Предметом изучения осадконакопления в северо-восточном районе Пай-Хоя являются породы, преимущественно карбонатной тальбейтывисской, кремнисто-карбонатной сопчинской (средний и верхний ордовик) и черносланцевой оюской (силур - нижний девон) свит. Разрезы исследуемых подразделений в разные годы рассматривались в трудах таких геологов, как А.И. Елисеев, А.С. Микляев, В.В. Юдин, В.И. Бондарев. В 2012-2015 гг. при проведении геологического доизучения площадей проводился комплекс литологических и биостратиграфических изучений разрезов тальбейтывисской, сопчинской и оюской свит. Полученный материал дает возможность, используя основы структурно-генетического анализа и новые палеонтологические находки, разделить и поэтапно охарактеризовать седиментационную ситуацию в рассматриваемом палеозойском интервале.

Целью работы является выяснение условий и стадий формирования тальбейтывисской ($O_{2-3} tb$) сопчинской (O_{3sp}) и оюской ($S-D_1 oj$) свит на основе литолого-биостратиграфических методов.

В исследуемый интервал палеозойского времени геологическое развитие контролировалось эвстатическими изменениями уровня мирового океана в условиях пассивной континентальной окраины. Формирование осадочного чехла происходило в результате крупных трансгрессивно-регрессивных циклов в условиях внешнего шельфа (конец ордовикского периода) и континентального склона (начиная с силурийского периода) пассивной окраины. Трансгрессивным этапам, как правило, соответствуют кремнистые, кремнисто-глинистые и карбонатно-кремнистые пелитоморфные отложения, а регрессивным – градационные циклы различного состава, маркирующие усиление стока с бровки, или с мелководной части шельфа.

Научный руководитель: к.г. - м.н., доцент Р.А. Щеколдин

Е.А. РЯЗАНОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДАННЫХ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА, МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИМУЩЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Для повышения качества управления федеральным имуществом, принятия целесообразных и эффективных решений в области планирования его использования необходима комплексная модель единой информационной системы, которая представляла бы собой интеграцию функций учета, результатов мониторинга и оценки эффективности использования объектов федерального имущества (далее ФИ).

Разработка указанной модели явилась целью исследования, приведенного в статье.

В процессе работы выявлен перечень показателей эффективности использования ФИ, сформирована даталогическая структура организации данных на основе реляционной модели, создана физическая модель базы данных.

Разработка модели направлена на повышение гибкости и оперативности в управлении подведомственным имуществом, обеспечение достоверности учета объектов ФИ, выявление неэффективно используемого имущества, определение нормативного и фактического объема средств, выделяемых на содержание собственности, а также на оценку технического состояния объектов и возможность их дальнейшей эксплуатации.

Предлагаемая модель информационной системы может составить основу для информационного обеспечения руководителей ведомств и организаций, проводящих работу по учету и мониторингу использования федерального имущества образовательных учреждений.

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.Ю. Лепихина

В.Н.САГДИЕВ

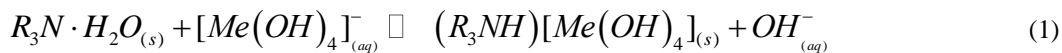
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СОРБЦИЯ ГАЛЛИЯ И АЛЮМИНИЯ НА СЛАБОУСНОВНОМ АНИОНИТЕ

Ключевые слова: галлий; алюминий; глиноземное производство; щелочные растворы; сорбция; слабоосновные аниониты; формы сорбирующихся ионов

Ввиду того, что процесс сорбции галлия из алюминатных растворов не достаточно детально освещен в литературе, представляло интерес выяснить поведение галлия в совместном присутствии с алюминием в процессе ионообменного извлечения с использованием слабоосновных анионитов.

Для промышленного извлечения галлия предлагается использование слабоосновного анионита АН-31 [1]. Известно, что слабоосновные аниониты используют в нейтральных или кислых средах. В сильнощелочной среде ионообменное равновесие должно быть смещено в сторону исходных веществ, однако высокую сорбционную емкость по галлию и алюминию из сильнощелочных растворов сложно объяснить простым уравнением ионного обмена:



Электростатическое взаимодействие между ионами во внутреннем электролите выражено в большей степени, чем во внешнем растворе [2]. Это обусловлено меньшей степенью гидратации ионов в концентрированном растворе в фазе ионита, меньшем среднем расстоянии между ионами и более низкой диэлектрической проницаемостью. Все перечисленные факторы могут приводить к изменению формы сорбирующихся ионов, выявлению которых посвящена данная работа.

Для определения термодинамических параметров сорбции и установления формы сорбированного галлат-иона в твердой фазе анионита на основании полученных экспериментальных данных построили изомеры сорбции галлат-иона на анионитах D-403 и АН-31.

Литература

1. Водолазов Л.И., Молчанова Т.В., Смирнов Д.И. Сорбционное извлечение галлия из щелочных растворов глиноземного производства // ЖПХ. 1995. Т. 68. Вып. 2.

2. Казанцев Е.И., Смирнов А.Л., Белакин В.М., Лапин В.Г. Сорбция галлия и алюминия из щелочных растворов // Известия вузов. Цветная металлургия, 1974. № 4.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Черемисина О.В.

К.А. САФРОНЧУК

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ НА ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ И СИГНАЛ ТРАНСМИССИИ

Анализ условий эксплуатации различного оборудования и систем промышленных объектов указывает на наличие естественных факторов, оказывающих разрушающее воздействие на элементы оборудования. К ним относятся механический и гидроабразивный износ, молекулярно-механическое изнашивание, коррозия и эрозия, объемное или упругое деформирование материала, образование, микротрещин в результате усталости материала, релаксация и деструкция металлов.

Своевременное обнаружение неисправностей и развивающихся дефектов из-за влияния указанных факторов возможно на основе методов технической диагностики. Она также изучает признаки дефектов, методы и средства, при помощи которых устанавливается диагноз, т.е. делается заключение о причине возникновения и месторасположения дефекта.

Усталостное разрушение является основной причиной выхода из строя деталей трансмиссий горных машин, которое обусловлено необратимыми потерями энергии при циклическом нагружении.

Повышение надежности технологических машин и оборудования в настоящее время невозможно без использования современных средств мониторинга их состояния и диагностики оборудования в процессе его эксплуатации. Современное диагностическое оборудование позволяет создавать диагностические комплексы, обеспечивающие эффективный контроль текущего технического состояния сложных систем и достаточно обоснованное прогнозирование остаточного ресурса их наиболее ответственных элементов.

Оценить состояние трансмиссии и технологической машины в процессе ее работы возможно по величине и характеру вибрационного сигнала, сигнала акустической эмиссии, интенсивности и уровню выделения теплоты при ее работе, по составу спектра тока и напряжения на обмотках приводного электродвигателя.

С целью возможности оценки фиксирования изменения величины сигнала акустической эмиссии при изменении технического состояния механической трансмиссии были проведены эксперименты на специальном стенде с замкнутым потоком мощности.

В процессе эксперимента изменялась частота вращения приводного вала и вводились дефекты в одну из зубчатых пар. Измерения виброакустического сигнала осуществлялось виброанализатором СД-12М, акустико-эмиссионный сигнал фиксировался приборами АРП-11 и ИРП-11. В процессе эксперимента определялась возможность выявления дефекта зубчатого колеса по амплитудным показателям акустической эмиссии, виброперемещения и виброскорости.

Показания акустико-эмиссионного сигнала, значительно отличались от показаний виброперемещения и виброскорости.

Акустико-эмиссионный метод позволяет выявлять изменение технического состояния наблюдаемой трансмиссии на ранних стадиях развития дефекта с использованием интегрального показателя в условиях резонанса. При этом нет необходимости создавать сложные математические модели оборудования, за которым ведется мониторинг или осуществляется диагностика.

Научный руководитель: профессор Иванов С.Л.

Ю.Л. СВЕТЛОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗОЛОТА РАЙОНА ЛОГРОСАН АУ-W ПОЯСА ГЕРЦИНИД (ЗАПАДНАЯ ИСПАНИЯ)

Район гранитного массива Логросан располагается на территории Центральной зоны Иберийского массива, в южной части Sn-W металлогенической провинции европейских герцинид. Участок работ представляет исключительный интерес для оценки рудного потенциала по целому ряду элементов, прежде всего Au. Проведенного организацией геохимического опробования оказалось не достаточно для определения местонахождения и типа коренного источника, было принято решение провести шлиховое опробование и комплексное изучение золота из шлиховых проб.

Основной целью моего исследования стало изучение морфологии, анатомии и химического состава россыпного золота изученного района для определения возможных типов коренного источника, а также дальности переноса металла в россыпи. Для реализации этой задачи шлиховые концентраты были разделены на различные фракции, выделены золотины, изучены их анатомия и морфология, проведен микрозондовый анализ и построена карта предположительного размещения рудного тела.

Результатом минералогического анализа стало выделение двух групп золота:

1. Золото с исключительно высокопробной (927-1000) поверхностной каймой, как результатом его гипергенного преобразования. По морфологии оно гемиидиоморфно, со слабошероховатой поверхностью и средней степенью окатанности.

2. Высокопробное (900), низкопробное золото (700) и электрум (580), характеризующиеся зональным строением, смешанной морфологией, местами ямчато-бугорчатой поверхностью и слабой степенью окатанности.

По исследованным особенностям морфологии россыпного золота предварительно можно судить о дальности переноса, но этот вопрос требует доизучения. По результатов электронно-зондового анализа была определена главная химическая примесь – сурьма в виде зёрен антимонита, джемсонита, бертьерита и ауристита (525%) в золоте. Принимая всё это во внимание и обработанные литературные данные о геологии района можно предположить, что рудное тело изученного участка имеет сходство с отработанным месторождением Мари Росса (Западная Испания) и относится к Au-Qz-Sb формационному типу.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Ю.Б. Марин

М.П. СЕВРЮГИНА, Н.С. ПЩЕЛКО

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСТОТНАЯ ДИСПЕРСИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОМ ВЫСОКООМНОМ ПОЛУПРОВОДНИКЕ POR-SI

Использование низкотемпературных электрохимических процессов при изготовлении полупроводниковых приборов и интегральных микросхем является перспективным направлением в современной технологии полупроводников. В настоящее время широко применяются такие методы изготовления и оптимизации материалов микроэлектроники, как электрохимическое травление, осаждение пленок металлов, методы анодного окисления, электрохимическое легирование полупроводников и т.д.

В связи с этим пористый кремний (por-Si, ПК), формируемый электрохимическим травлением монокристаллического кремния [1], представляет особый интерес. Для исследования состава такого сложного гетерофазного наноматериала, а также его электрофизических свойств, эффективным методом является диэлектрическая спектроскопия, особенно в области низких частот [2]. Исследования такого рода могут быть осуществлены с применением спектрометра Consert-81 фирмы Novocontrol Technologies. Установка состоит из частотного анализатора импеданса, измерительной ячейки, системы автоматического сбора данных с компьютерным интерфейсом. Consert-81 позволяет проводить анализ диэлектрических и электрофизических свойств материалов в диапазоне частот от $3 \cdot 10^{-6}$ Гц до $30 \cdot 10^6$ Гц в диапазоне температур от 113 до 673 К.

Целью данной работы являлось исследование процессов диэлектрической релаксации в слоях por-Si методом низкочастотной диэлектрической спектроскопии при варьировании температуры образца. Измерения частотных зависимостей диэлектрических коэффициентов слоев por-Si были выполнены с применением спектрометра Consert-81 в частотном интервале $1 < f < 10^6$ Гц при варьировании температуры от 173 до 373 К и приложенном напряжении 1 В.

Исследование диэлектрических характеристик пористого кремния, позволяет сделать вывод о влиянии различного рода включений на механизмы протекающих в нем электронных процессов. В слабых полях существенное влияние оказывает наличие объемных неоднородностей исследуемого образца. Наблюдаемые процессы отвечают двум типам поляризации: дипольно-релаксационной и миграционной в области низких частот. Вклад миграционной составляющей поляризации обуславливается существованием в порах пористого кремния абсорбированных ионов в электрически активном состоянии, которые перемещаются к границе раздела пористый кремний-монокристаллический кремний и образуют пространственный заряд. Таким образом, результаты полученных исследований позволяют говорить о пористом кремнии, как о сложном композитном материале, электронные свойства которого существенно меняются в зависимости от частоты приложенного электрического поля.

Литература

1. Мошников В.А., Спивак Ю.М., Глава 5. «Электрохимические методы получения пористых материалов для топливных элементов»//Основы водородной энергетики / Под ред. В.А. Мошникова и Е.И. Терукова. 2-е изд. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 288с.

2. Севрюгина М.П., Спивак Ю.М., Пщелко Н.С. Низкочастотная диэлектрическая спектроскопия слоев por-Si // Intermatic-2014, материалы международной научно-технической конференции "Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения" М.: Энергоатомиздат, 2014. Ч. 3. С. 59-61.

М.О. СИЛИВАНОВ, А.Г. СЫРКОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ АММОНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРОВ АДСОРБЦИИ НА АЛЮМИНИИ

Последовательная (совместная) хемосорбция на металлах триамина и алкамона - препаратов на основе четвертичных соединений аммония (ЧСА) с разноразмерными молекулами – показала себя перспективным методом регулирования водоотталкивающих, антифрикционных свойств металла [1 - 3]. С точки зрения уровня перечисленных свойств и наблюдаемых синергетических эффектов, одними из наиболее интересных объектов являются адсорбционно-модифицированные образцы на основе дисперсного алюминия и соответствующие Al - содержащие смазки.

В данной работе изучено влияние нанесения на поверхность порошка алюминия (ПАП-2) триамина (Т) подслоя на силу и коэффициент трения для сложной гетерогенной системы, содержащей индустриальное масло И-20 и поверхностно-модифицированный Al - порошок с внешним адсорбционным слоем на основе органогидридсилансана (ГКЖ), а также изучены активные центры поверхности алюминиевых образцов.

Методики модифицирования алюминия препаратами на основе ЧСА и ГКЖ описаны в работах [2, 3]. Коэффициент трения (f) и сила трения ($F_{тр}$) были измерены с помощью машины трения ДМ-29М. Методика получения спектров распределения кислотно-основных центров на поверхности описана в работе [4].

При анализе данных выявлено, что лучшими антифрикционными характеристиками обладают смазки с порошками, где на Al последовательно адсорбированы Т и А (алкамон с $C_{16} - C_{18}$ - группами) или Т и ГКЖ (образцы Al/Т/А или Al/Т/ГКЖ соответственно). Снижение $F_{тр}$ достигает 16% (Al/Т/А) и 8% (Al/Т/ГКЖ) относительно уровня базового масла. Образец Al/ГКЖ, не показывает снижения $F_{тр}$ и f в системе. Предварительное нанесение двух или трех Т - подслоев на металл (в образцах Al/Т/Т/ГКЖ и Al/Т/Т/Т/ГКЖ) практически не дает эффекта. Из представленных Al – добавок усиление антифрикционного

эффекта показывают лишь те, где под внешним слоем ГКЖ находится один Т – подслоем с небольшими по размеру ($C_1 - C_2$) органическими заместителями у атома азота.

Впервые были получены данные о распределении донорно-акцепторных центров на поверхности исходного Al – порошка и образца Al/(A+T), с адсорбированными из смеси молекулами алкамона и триамо-на. На спектре наблюдается интенсивный пик в области значений $pK_a = 9,5$ (кислотная сила индикатора), что показывает наличие активных центров в области основных центров Бренстеда. Выявлено, что адсорбция разноразмерных молекул ЧСА в смесевом режиме снижает количество активных центров поверхности, особенно в области основных центров Бренстеда (~ 1,8 раза).

Литература

1. Быстров Д.С., Сырков А.Г., Пантюшин И.В., Вахренева Т.Г. Антифрикционные свойства индустриального масла с присадками наноструктурированных металлов. // Хим. физика и мезоскопия. 2009. Т.11. № 4. С. 462 - 466.
2. Сырков А.Г. Синергетическое усиление реакционной способности алюминия в присутствии четвертичных соединений аммония на поверхности. // ЖОХ. 2013. Т. 83. № 8. С. 1392 - 1393.
3. Сырков А.Г., Фадеев Д.В., Тарабан В.В., Силиванов М.О. Количественная оценка нелинейных эффектов в зависимости интегрального показателя трения трибосистемы от водоотталкивающих свойств металла-наполнителя. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2014. Т.16. № 2. С. 215 - 219.
4. Нечипоренко А.П., Буренина Т.А., Кольцов С.И. Индикаторный метод исследования поверхностной кислотности твердых веществ // ЖОХ. 1985. Т.55. № 9. С. 1907 – 1912.

Д.А. СМЕРНЯГИН

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю₁ НА ПРИМЕРЕ МАЛОЮГАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Построение трехмерных цифровых геологических моделей в настоящее время стало обычной процедурой в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Создание 3D моделей решает при этом, как правило, следующие задачи: 1) подсчет запасов углеводородов; 2) планирование (проектирование) скважин; 3) оценка неопределенностей и рисков; 4) подготовка основы для гидродинамического моделирования.

Традиционно технология геологического моделирования 3D представляется в виде следующих основных этапов: 1) сбор, анализ и подготовка необходимой информации, загрузка данных; 2) структурное моделирование (создание каркаса); 3) создание сетки (3D грида), осреднение (перенос) скважинных данных на сетку; 4) фацимальное (литологическое) моделирование; 5) петрофизическое моделирование; 6) подсчет запасов углеводородов.

Основные три источника и три составные части структурного каркаса модели - стратиграфические разбивки (маркеры) пластов в скважинах, стратиграфические поверхности пластов и плоскости. Материалами для построения двумерных моделей продуктивного пласта Ю₁ Малоюганского нефтяного месторождения служат результаты интерпретации ГИС (выделение коллекторов, оценка их характера насыщения и ФЕС), отбивки стратиграфических границ и проницаемых пропластков, а также поверхности флюидных контактов и тектонических нарушений. В первую очередь были построены карты стратиграфической кровли пласта по отбивкам полученным при интерпретации ГИС. Далее выполнялся расчет стратиграфической толщины пласта в скважинах по стратиграфическим отбивкам и расчет по этим данным карты стратиграфической толщины пласта, при необходимости с последующей ручной редакцией. Карта стратиграфической подошвы получилась прибавлением к карте кровли карты стратиграфической толщины пласта. Следующим за созданием структурного каркаса этапом построения модели является построение трехмерной сетки, или 3D-грида. Построение дискретного куба литофаций является следующим за построением структурно-стратиграфического каркаса важным этапом построения трехмерной геологической модели. При построении литологического куба использовался детерминистский метод, а именно было построено несколько непрерывных кубов параметров и затем был получен дискретный куб литофаций на основе отсечек – граничных значений величин, и также благодаря интерпретации результатов ГИС. Создание куба проницаемости основывалось на интерпретации данных ГИС, то есть построение было аналогично кубу пористости, так как керн был утерян и не был изучен. При построении куба нефтенасыщенности использовалась послойная интерполяция с использованием куба пористости и зависимостей между пористостью и насыщенностью, которые могут различаться для разных литофаций. Затем через зависимость нефтенасыщенности и остаточной воды был получен куб водонасыщенности продуктивного пласта Ю₁.

По результатам проделанных расчетов была составлена таблица для наглядного сравнения запасов посчитанных с помощью трехмерной модели и с помощью объемного метода с использованием подсчетных параметров из соседнего лицензионного участка.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Е.Д. Михайлова

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА В СВЕРХМОЩНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРАХ

Сегодня ведутся активные исследования в направлении увеличения производительности электролизных ячеек. Крупнейшие исследовательские институты России (Сибирский федеральный университет, Иркутский национально-исследовательский университет и ИТЦ «РУСАЛ») получили мегагрант на разработку сверхмощного электролизёра силой тока 550 кА.

В аппаратах таких больших размеров неизбежно возникает пространственная неоднородность, и как следствие застойные зоны и зоны неактивного перемешивания. Также из-за большой силы тока, в аппарате возникает магнитогидродинамическая (или МГД) неустойчивость.

Данные проблемы целесообразно исследовать путём создания математической модели процесса, например, в программном пакете ANSYSFluent, и дальнейшее исследование процесса на основании этой модели. Данный подход активно используют учёные из многих стран по всему миру.

В рамках работы планируется создать трёхмерную модель электролизёра, включающую в себя взаимодействие полей распределения: концентраций, температур, скорости потоков, напряжённости электрического поля и плотности тока.

Также планируется оценить совместное влияние на процесс таких возмущающих воздействий как: сила тока, напряжение на электролизёре, межэлектродное расстояние, введение в систему глинозёма. И в завершении планируется оценить величину воздействия каждого из этих возмущений на выход по току, для создания схемы оптимального управления технологическим процессом.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.В. Шариков

Н. В. СНЕГИРЕВ, И.В. ТКАЧЕВ, Р.В. САМОЙЛОВ
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПО ПОЛУЧЕНИЮ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ НАФТЕНОВЫХ КИСЛОТ СИНТЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Нафтенновые кислоты - одноосновные карбоновые кислоты, содержащие пяти- и шестичленные насыщенные циклы. Нафтенновые кислоты широко используются, во многих отраслях химической и нефтехимической промышленности, например, в качестве экстрагентов, при производстве удобрений, добавок к моторным топливам и ингибиторов коррозии для транспортировки нефти в магистральных трубопроводах.

Нафтенновые кислоты в промышленности производятся практически единственным методом, основанным на выделении их из узких фракций нефти путем выщелачивания и последующей нейтрализации. Таким способом получают технические нафтенновые кислоты, которые содержат большое количество примесей. Для получения более чистых кислот их подвергают очистке до содержания 96% основного вещества, что соответствует классификации «дистиллированные нафтенновые кислоты».

Наибольшим содержанием нафтенновых кислот в нашей стране характеризуются Артемовская и Нефтечалинская нефти. Поэтому эти нефти можно рассматривать как источники природных нафтенновых кислот. Из нефтей ближнего зарубежья относительно высоким содержанием нафтенновых кислот отличаются нефти Азербайджана, где организовано их промышленное производство. Основная часть потребляемых в нашей стране нафтенновых кислот ввозится из за рубежа, поэтому проблема создания отечественного производства нафтенновых кислот является чрезвычайно актуальной. Учитывая, что во всем мире потребность в нафтенновых кислот значительно превышает их содержание в добываемых нефтях, проблема создания технологии производства синтетических нафтенновых кислот, особенно учитывая необходимость импортозамещения в настоящее время, является особенно важной для нашей страны. Поэтому в последнее время проводятся научные исследования по созданию синтетического метода получения нафтенновых кислот путем окисления нафтенновых углеводородов.

Наиболее обширные исследования были представлены в диссертации М.Р. Зайнулова. В этой работе представлены результаты исследования кинетики окисления нафтенновой фракции Семановского конденсата Уренгойского месторождения.

С использованием полученных М.Р. Зейналовым экспериментальных данных в программном комплексе ReactOr была создана кинетическая модель процесса окисления и определены параметры этой модели. Далее была создана модель окисления в каскаде аппаратов смешения и исследовано влияние количества аппаратов в каскаде на производительность и качество продуктов окисления. Было установлено, что

оптимальное число аппаратов в каскаде равно трем. Было исследовано влияние температуры на конверсию и определена температурная зависимость конверсии в каскаде из 3-х аппаратов. Далее эти данные были использованы для разработки технологической схемы производства в программном пакете HYSYS. Технологическая схема состоит из следующих стадий:

1. Выделение узкой фракции нафтенных концентратов
 2. Окисление концентратов и получение оксидатов. Для стадии окисления использовали каскад из трех реакторов конверсионного типа. Для каждого реактора были определены необходимый расход воздуха и интенсивность теплообмена, обеспечивающую заданную температуру процесса.
 3. Омыление оксидата. Для этой стадии был определен размер аппарата и расход щелочи.
 4. Нейтрализация. Для этой стадии был определен размер аппарата и расход серной кислоты.
 5. Сепарация с отделением целевого продукта
 6. Стабилизация и концентрирование готового продукта.
- Созданная модель узла стабилизации и выделения концентрированных кислот включает две ректификационные колонны, на выходе из которых продукт имеет концентрацию нафтенных кислот, соответствующую ГОСТ 13302-77.

Исследование математической модели технологической схемы позволило определить условия работы всех технологических стадий, обеспечивающие получение заданной производительности и качества конечного продукта. Была определена структура рециркуляционных потоков теплообмена, обеспечивающих минимальный подвод тепла к технологической схеме. Анализ математической модели технологической схемы позволил определить материальный и тепловой балансы для каждой стадии и схемы в целом. Полученные результаты использованы в качестве исходных данных для технико-экономической оценки целесообразности создания промышленного производства синтетических нафтенных кислот с использованием в качестве сырья Сеноманского конденсата Уренгойского месторождения.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.В. Шариков

Ц.В. СОКОЛОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТРАНСПОРТА КОМПРИМОВАННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ПО МАРШРУТУ ОТМЕНЕННОГО “ЮЖНОГО ПОТОКА” ОТ КС “РУССКАЯ” ДО ГОРОДА ВАРНЫ НА ПОБЕРЕЖЬЕ БОЛГАРИИ

Тема посвящена анализу основных элементов зарождающейся индустрии морской транспортировки компримированного природного газа (КПГ). В рамках работы приводится анализ предпосылок развития морской транспортировки КПГ, дается описание технологий транспортировки КПГ и анализируются экономические аспекты реализации проекта.

Научный руководитель: профессор Крапивский Е.И.

С.Т. СОКОЛОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ, ПРОИЗВОДИМЫХ НА ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ, ВБЛИЗИ НАДШАХТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В данной работе рассмотрены вопросы обеспечения сейсмической безопасности надшахтных сооружений при ведении взрывных работ на подземных рудниках на ранних этапах разработки месторождения полезных ископаемых. Проанализировано влияние поверхностных сейсмических волн, распространяющихся по горным выработкам, на сейсмическое действие взрыва. Обсуждены возможные причины катастрофических последствий в результате слабых сейсмических воздействий. Предложен новый критерий оценки сейсмической безопасности охраняемых объектов, основанный на сопоставлении отклика системы грунт – наземные сооружения на сейсмическое воздействие взрывных работ с уровнем такого воздействия. Также представлены результаты инструментальных измерений параметров сейсмических волн при взрывном рыхлении руды на ОАО «Ново-Широкинский рудник». Обоснован выбор допустимой скорости смещения применительно к структурно-геологическим свойствам массива и промышленной инфраструктуры рудника.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент А.Н. Холодилов

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ СЛОЖНО - ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПЯТИОСЕВЫХ СТАНКАХ

В работе предлагаются способы повешения эффективности контурной обработки сложно-профильных деталей машин на станках с ЧПУ путем управления процессом формообразования и режимами резания, как на этапе разработки управляющей программы, так и в процессе выполнения операции. Применение технологии высокоскоростного фрезерования приводит к повышению производительности при обработке металлов резанием с одновременным повышением точности и качества поверхности деталей, что важно в производстве деталей сложной геометрической формы с многоэлементным составом обрабатываемых поверхностей.

В работе представлены результаты практического применения САПР при изготовлении моноколес на пятиосевых станках ЧПУ. В процессе выполнения работы были спроектированы различные варианты обработки данной детали. В ходе анализа получившихся результатов, был выбран оптимальный способ изготовления детали «Моноколесо». В итоге обработка детали выполняется методом спирального фрезерования, при этом осуществляется точечный контакт конусной фрезы и обрабатываемой поверхности лопатки. Количество проходов устанавливается исходя из требований по шероховатости. Вектор оси фрезы в процессе обработки непрерывно меняется с целью исключения соударения со смежными лопатками. Например, для обработки титанового моноколеса диаметром 100 мм потребовалось чуть больше восьми часов.

Результаты работы получены на основе теоретических и экспериментальных исследований с использованием системного анализа, методов математического моделирования, на базе фундаментальных положений технологии машиностроения, теории размерных цепей, теории баз, теории резания и программного управления станочным оборудованием. Прделанная работа продемонстрировала: эффективность использования САПР; обеспечение стабильности параметров профиля лопатки; снижение трудоемкости и уменьшение сроков механической обработки; повышение точности обработки; повышение качества выпускаемого изделия.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Максаров

А.А. ТЫНТОРОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В машиностроительном производстве при обработке деталей образуется большое количество отходов. При утилизации отходов желателен повторное использование перерабатываемых материалов в качестве вторичного сырья для производства новой продукции. Механообрабатывающие производства, вырабатывающие 25-30% металлической стружки от общей массы металла при изготовлении деталей, выбрасывают эту стружку или продают по очень низкой цене. В стружке находится до 30% смазочно-охлаждающей жидкости, которая при испарении загрязняет окружающую среду.

Эффективность переплавки стружки в плавильной печи очень низкая — она просто сгорает в плавильной печи. Для эффективной переплавки металлической стружки её необходимо спрессовать в плотные сухие брикеты. Брикеты плавятся в плавильной печи как обычный лом. Но традиционные технологии переработки стружки, применяемые в машиностроительных и металлургических предприятиях, позволяют получать шихтовый материал только низкого качества: загрязнённые брикеты обладают низкой плотностью и прочностью. При переплавке угар металла доходит до 30%.

Основными процессами при подготовке стружки к утилизации являются: сбор, дробление стружки, очистка от СОЖ, брикетирование под прессом.

Анализ существующих способов и методов дробления стружки с применением лунок и уступов показал, что эти методы не являются универсальными и совершенными при обработке труднообрабатываемых материалов. В то время, как стружкодробилка с успехом справляется с поставленной задачей. Все известные методы переработки стружки недостаточно эффективны по технико-экономическим или экологическим показателям. Наиболее эффективным способом переработки является брикетирование на автоматической линии. Это снижает трудоёмкость процесса и повышает качество шихтового материала.

Брикетирование стружки так же полезно при транспортировке и хранении, т.к. в значительной степени уменьшается занимаемый ей объём.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Максаров

ГИДРОФИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АІ-ПУДРЫ С АДСОРБИРОВАННЫМИ АММОНИЕВЫМИ И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Открытие и разработка метода молекулярного наслаивания (МН) является одним из важных и значительных достижений физики и химии 20-го столетия [1], без которого были бы невозможны многие успехи электронной техники, а также в области субмикронных и нанотехнологий. Метод МН основан на использовании реакционной способности функциональных групп поверхности твердого тела в ряде последовательных химических превращений, необратимых в условиях опыта.

В последние годы в Горном университете разработан новый метод регулирования трибохимических свойств металла – наслаивание разноразмерных молекул катионных ПАВ и алкилгидридсилоксанов [2]. Метод основан на применении принципов МН, а также – ЧСА отличающихся на порядок по размеру углеводородного радикала у атома азота, на обнаруженном стабилизирующем действии низкомолекулярных ЧСА в адсорбированном состоянии [2].

С 2001 г. на кафедре общей и технической физики и в НОЦ нанотехнологий ведутся исследования по наноструктурному модифицированию поверхности металлов четвертичными соединениями аммония (ЧСА), не содержащими хлора, с использованием катионных препаратов не только с большими алкильными радикалами $C_{16}-C_{18}$ (как в алкалоне - А), но и с достаточно низкомолекулярными C_1-C_2 (как в триамоне – Т) радикалами в составе катиона. Важно отметить, что алкамон и триамон выпускаются отечественной промышленностью, имеют в составе аниона ЧСА метилсульфатные полярные группы (в алкалоне допустимо также присутствие бензилсульфатных групп). В данной работе, в качестве объекта модифицирования был взят алюминиевый порошок ПАП-2. АІ-порошки до использования в синтезе или измерений свойств (спектров) хранили в заводских герметичных упаковках или (после вскрытия упаковок) в герметичных эксикаторах над прокаленным силикагелем. В сериях сравнительных измерений, учитывая чувствительность свойств дисперсного алюминия к старению, использовали АІ-порошки одного года изготовления.

Установлено, что порошки металлов, даже стабилизированные в заводских условиях, на воздухе и в негерметичных упаковках теряют свои гидрофобные и функциональные свойства. Это подтверждают следующие факты: 1) при длительном хранении АІ-пудры в эксикаторе без осушителя величина адсорбции паров воды возрастает более, чем на порядок; 2) нанесение гидрофобизирующих слоев не позволяет снизить адсорбцию паров воды более, чем на 20 %. Для сравнения нанесение этих же слоев на «свежие» порошки АІ – пудры приводит к снижению адсорбции воды более, чем на 80%. Опыты показывают, что наибольший гидрофобизирующий эффект дают комбинации нанослоев Т, ГКЖ, А.

С учетом этого целенаправленно впервые синтезированы 10 комбинаций поверхностных структур следующего строения: АІ/ГКЖ/А; АІ/(А+Т)/ГКЖ; АІ/А/ГКЖ; АІ/ГКЖ/Т; АІ/Т/А/ГКЖ; АІ/А/Т/ГКЖ; АІ/А/А/ГКЖ; АІ/ГКЖ/ГКЖ/Т; АІ/А/А/А/ГКЖ; АІ/ГКЖ/ГКЖ/ГКЖ/Т. Эти уникальные образцы планируется исследовать в процессе адсорбции паров воды и в ряде приоритетных трибологических экспериментов на машине трения.

Литература

1. Алесковский В.Б. Курс химии надмолекулярных соединений. Л.: ЛГУ, 1990. 282 с.
2. Syrkov A.G. (Book Chapter). Smart Nanoobjects: from laboratory to industry. NY: Nova Science publishers Inc., 2013. 214p.
3. Сырков А.Г., Тарабан В.В., Фадеев Д.В. и др. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2014. Т. 16. № 2. С. 215-219. (ВАК).

А.Т. ФЕДОРОВ
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ КРАСНОГО ШЛАМА В РАДИАЛЬНОМ СГУСТИТЕЛЕ

В настоящей работе рассматривается создание модели осаждения красного шлама в радиальном сгустителе. Данная работа подразделяется на две части: создание модели движения жидкости в сгустителе с использованием методов вычислительной гидродинамики (Computational fluid dynamics, CFD) и моделирование движения твердых частиц методом дискретных элементов (Discrete element method, DEM) с использованием полученной ранее CFD-модели движения жидкости.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Ю. Фирсов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ БУФЕРНО-УСРЕДНИТЕЛЬНЫХ СКЛАДОВ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ И ОТГРУЗКИ РУДЫ

Высокая производительность крупных карьеров обуславливает интенсивность движения автосамосвалов, необходимость одновременного заезда на буферно-усреднительный склад и разгрузки нескольких машин. Высокая интенсивность движения требует значительной площади для размещения склада, особенно учитывая наличие на складе, помимо приемных участков для разгрузки, нескольких участков, которые находятся в процессе подготовки и резерве.

Горнотехнические возможности и ограниченное рабочее пространство часто лимитируют размеры склада. При этом требуется предельно сокращать его площадь, а вместе с этим и емкость. Объем руды, временно складываемой на внутрикарьерном буферно-усреднительном складе, определяется также числом сортов руды, которые необходимо выделять при обработке рудных залежей, и порядком их выемки.

При определении емкости склада, помимо указанных требований, должны быть учтены требования, предъявляемые обогащательными фабриками или другими потребителями к равномерности поступления руды в определенных количествах и необходимого качества. Анализ динамики посменной доставки и отгрузки руды позволил сделать вывод, что максимальное число подряд идущих смен, в которые наблюдается превышение объемов отгружаемой со складов руды над доставляемой равно пяти. Таким образом, руководствуясь значениями максимального превышения объемов отгрузки над объемами доставки руды на склады, а также максимального количества подряд идущих смен, в течение которых может наблюдаться подобное превышение, можно сделать вывод о том, что для условий карьера Михайловского горно-обогащательного комбината минимальная вместимость буферно-усреднительных складов, с точки зрения неравномерности поступления и отгрузки со складов руды, составляет 40 тыс. т.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.И.Фомин

К.А. ХЕМРАЕВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИЗУЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН МЕТОДОМ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ СПЕКТРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В общем виде изменение амплитуд проходящих сейсмических волн в однородных средах определяется следующим выражением:

$$A(R, t) = \frac{A_0 \cdot f\left(t - \frac{R}{V}\right)}{R} e^{\frac{-(\alpha_0 + \beta)f \cdot R}{V}} \quad (1)$$

где R – расстояние от источника, множитель $1/R$ определяет геометрическое расхождение – уменьшение амплитуд объемных волн с расстоянием, V – скорость распространения волн, α_0 и β – коэффициенты поглощения и рассеяния энергии соответственно, обычно их объединяют в один коэффициент, f – преобладающая частота.

1. Поглощение сейсмических волн является не упругим свойством горных пород и зависит от их состава, неоднородности, трещиноватости, вязкости и т.п. Поглощение происходит за счет трения при колебательном процессе распространения упругих волн.

2. Знание коэффициента поглощения позволяет прогнозировать не упругие свойства пород, важные для прогнозирования их геологических свойств.

3. В работе на основе физического и математического моделирования изучается поглощение и рассеивание сейсмических волн в среде при прохождении через образцы. В связи с тем, что эти параметры трудно разделить, они изучаются совместно. Для их оценки используется изменение спектра исходного сигнала при прохождении его через образец пористого, неоднородного бетона цилиндрической формы.

При поглощении и рассеивании сейсмической энергии высокочастотные гармоники спектра ультразвукового сигнала затухают быстрее, т.е. происходит изменение спектра сейсмического импульса. В то же время, влияние геометрического расхождения, коэффициента прохождения/отражения на границе двух сред не влияет на форму спектра. На этом явлении основано определение коэффициента поглощения в данной работе.

На примере физического моделирования показано частотно-зависимое поглощение энергии ультразвукового сигнала. Определены коэффициенты поглощения упругих волн методом изменения центральной частоты спектра.

Математическое моделирование на примерах зашумленного сигнала и сигнала с изменяющейся фазой показывает возможности вейвлет анализа при изучении коэффициентов поглощения упругих волн методом изменения центральной частоты спектра.

Научный руководитель: профессор А.Н. Телегин

А.Е.ХОХЛОВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ УСТАНОВОК ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ

В ходе проведения анализа нефтеперерабатывающей отрасли России были получены данные о высоком выходе мазута, который имеет низкие показатели рентабельности от реализации на внутреннем рынке, а потому экспортируется за границу, где он подвергается дальнейшей переработке с извлечением из него ценных светлых фракций нефтепродуктов.

Это, в свою очередь, обуславливает необходимость совершенствования существующих и ввода новых мощностей вторичных процессов нефтепереработки: гидроочистки, гидрокрекинга, производства водорода, серы и т.д.

С нашей точки зрения, наиболее целесообразным для российской промышленности является внедрение процессов замедленного коксования.

На основе проведенных исследований в области изучения спроса и предложения нефтяного кокса было выявлено, что на сегодняшний день производство кокса на российских НПЗ является недостаточным. Наблюдается большой дефицит (свыше 500 тыс. т/год) нефтяного кокса на внутреннем рынке, поэтому значительная часть недостающего сырья импортируется (из Китая, Японии, Румынии) по завышенным ценам.

Необеспеченность производства углеродной продукции на основе нефтяных коксов стратегически важных отраслей промышленности (производства алюминия, электростали, конструкционного графита) создает угрозу национальной безопасности Российской Федерации.

Строительство новых установок замедленного коксования на НПЗ России позволит не только обеспечить производство углеродных материалов для различных отраслей промышленности, но и существенно увеличить глубину переработки нефти.

Оценка инвестиционного проекта внедрения установки замедленного коксования на ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» свидетельствует о его экономической и производственной целесообразности, так как он позволит получить следующие показатели эффективности: ЧДД = 44795,22 млн. руб., ВНД = 54%, срок окупаемости = 3 года 9 месяцев.

Научный руководитель: Смирнова Н.В.

Л.С. ЧИТАЛОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕГО ИНДЕКСА ШАРОВОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ БОНДА

Исследование измельчаемости минерального сырья по методике тестирования Ф. Бонда широко применяется при определении нагрузок промышленных мельниц и прочностных свойств минерального сырья. Делались попытки сопоставить метод Ф. Бонда с классическими теориями периодического измельчения и сократить его. Был осуществлен анализ циклов периодического измельчения, которые составляют основу измельчаемости по методике Ф. Бонда, и представлен математический алгоритм для моделирования метода Ф. Бонда основанный на методике П. Капура. Сущность методики П. Капура заключается в проведении лишь первых двух циклов (1-2 часа) из привычных 7-9 (около 8 часов) и последующую математическую обработку полученных результатов. Для снижения погрешности математического моделирования вторым было предложено рассматривать отдельные руды, объединяя их по типам минерального состава, что отличается от методики П. Капура, который рассматривал руды, не разделяя их по минеральному составу.

На кафедре обогащения полезных ископаемых Горного университета автором были проведены полные тесты на стандартизованном измельчительном оборудовании по методике Ф. Бонда. Среди тестируемых образцов были апатит-нефелиновые, медные, медно-никелевые и золотосульфидные руды. Последующий анализ и обработка результатов позволили получить новые эмпирические коэффициенты, характеризующие каждый из вышеперечисленных типов руд.

Уравнения с новыми коэффициентами дают высокую сходимость относительно результатов полученных при проведении полного теста Ф. Бонда, по сравнению с уравнением предложенным П. Капуром.

Таким образом, по мере изменения свойств поступающей на фабрику руды, можно в короткие сроки проводить тестирование руд по методике Ф. Бонда с целью наблюдения динамического изменения индекса чистой работы Ф. Бонда для шарового измельчения, что позволяет своевременно вносить коррективы в существующие режимы работы измельчительного передела обогатительных фабрик.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Львов

ЧУБАРКОВ А.Г.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОТБОЙКЕ БЛОЧНОГО КАМНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАРЯДОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

В работе рассматриваются современные технологии и средства отделения от массива горных пород блоков природного камня буровзрывным способом для производства облицовочных и декоративных изделий. Требования, предъявляемые при отбойке блоков, сводятся к трем основным: создание магистральной плоскости отрыва от массива с минимальным отклонением от проектных требований, подвижка блока на удобную по технологическим соображениям величину, выполнение жестких условий по образованию техногенных трещин. В работе приводится теоретическая методика расчета параметров буровзрывных работ, разработанная с учетом вышеуказанных требований, а также практический расчет по этой методике для конкретных условий отбойки блочного камня с использованием зарядов ЗЭТ-2 «Гранилен».

Научный руководитель: к.т.н., доцент В. Н. Ковалевский

М.А. ЧУКАЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «АПАТИТ» НА ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ

Предприятие АО «Апатит» расположено в городе Кировске Мурманской области и является крупнейшим производителем апатит-нефелинового концентрата. В результате воздействия горного предприятия, водные объекты, расположенные на территории земельного отвода и за его пределами, подвергаются значительной техногенной нагрузке. Основными источниками загрязнения являются недостаточно очищенные и неочищенные карьерные воды и сточные воды обогатительного комплекса.

Для оценки состояния природных вод в зоне влияния предприятия АО «Апатит» было произведено обследование территорий с отбором материала в виде проб воды с последующим анализом и оценкой. В результате было установлено, что в зоне влияния предприятия ОАО «Апатит» наблюдается превышения ПДК по молибдену в десятки раз, фоновые же значения ПДК не превышают, что доказывает антропогенный характер загрязнения природных вод.

Появление в сточных водах молибдена объясняется тем, что среди минералов, слагающих Хибинский горный массив, достаточно широко распространен молибденит MoS_2 . В щелочных средах ($pH \geq 10$) при доступе воздуха MoS_2 со временем окисляется. Химический состав вод Хибинского горного массива способствуют процессам окисления молибденита и переходу молибдена в растворенную подвижную форму.

Проблема загрязнения поверхностных вод является особенно актуальной т.к. они используются для водоснабжения города Кировска и близлежащих сел. Использование воды низкого качества для хозяйственно-питьевых нужд приводит к отравлениям, развитию хронических заболеваний и общему снижению качества жизни. Поэтому необходимо внедрение системы очистки сточных вод АО «Апатит» от молибдена.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

А.М. ШИЯПОВ, Е.М. ВОЛОХОВ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАЗВИТИЕ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫРАБОТОК БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ТОННЕЛЕ-ПРОХОДЧЕСКИМИ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ С ПРИГРУЗОМ ЗАБОЯ

Объектом исследования является фрунзенский радиус Санкт-Петербургского метрополитена между станциями Южная и Проспект Славы. Двухпутевой тоннель был пройден с использованием ТПК ««Herrenknecht S-782» с грунтовым пригрузом и железобетонной обделкой.

Целью исследования является выявление технологических параметров, которые привели к деформациям земной поверхности на исследуемом участке.

В ходе исследования были обработаны данные технологических параметров ТПМК, а так же была выявлена зависимость суммарных тенденций и деформаций горных пород через увеличение объема вынимаемой горной массы из за отклонений ТПМК от проекта более чем на допустимое значение и перенагнетанием тампонажного раствора. Так же была рассмотрена геометрия щита, в ходе чего была выведена формула определения дополнительного объема горной массы, которая возникает в результате смещения хвостовой части ТПМК за допустимые пределы.

М.С. ЯЦЕНКО, Н.Н. ЕЛИСЕЕВА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ГРАДИЕНТНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Во многих задачах геодезии и астрономии приходится решать большое количество нелинейных уравнений. Обычно это выполняют в следующей последовательности:

- задают начальные значения неизвестных;
- нелинейные уравнения приводят к линейному виду (выполняют линеаризацию);
- из решения линейных уравнений находят поправки к предварительным значениям неизвестных.

Несмотря на то, что данный процесс очень чувствителен к выбору предварительных значений неизвестных, именно он используется в подавляющем количестве алгоритмов.

Однако быстродействие современных компьютеров дает возможность эффективно использовать и другие методы решения, например градиентные и поисковые.

Задавшись начальными значениями неизвестных, градиентные методы позволяют получать точное решение путем последовательного движения в наилучшем направлении, но для этого необходимо знать численные значения производных по всем неизвестным.

При реализации поисковых методов не требуется знать даже производные. Поиск решения осуществляется путём последовательного изменения неизвестных до тех пор, пока не будет получен минимум целевой функции.

Уменьшение или увеличение целевой функции указывает на то, в нужную сторону произведено изменение очередного неизвестного или нет.

Реализация градиентного и поискового метода продемонстрирована на решении ряда задач математики, геодезии, астрономии.

Произведено решение параллактического треугольника при нахождении широты места по наблюдениям зенитных расстояний звезд без введения редуционных поправок. Это позволяет, например, наблюдать Солнце при больших удалениях от меридиана наблюдателя.

Научный руководитель: доц. Зубов А.В.