



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Competence Centre
for Mining-Engineering Education
under the auspices of UNESCO

XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ



ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, НЕФТЕГАЗОВОГО,
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО, МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

27–29 МАРТА
2019 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХVII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, НЕФТЕГАЗОВОГО,
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО, МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

27-29 марта 2019 г.

Тезисы докладов

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 00 (622+55+665.6/7+620.9+621+669(082))

ББК 2 (65.304.11+33.36+31+34.3/4я43)

В 851

В сборнике помещены тезисы докладов молодых исследователей, участников XVII Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов (27-29 марта 2019 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 XVII Russian Conference of students and graduate students, which was held at the St. Petersburg State Mining University from the 27th to 29th March 2019. 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 *И.Б.Сергеев* (председатель), доценты *Л.С.Синьков*, *А.Н.Мартемьянова*, *В.А.Голованов*, *Е.Г.Катышева*, *Е.Р.Ковальский*, *А.В.Коптева*, *П.В.Котюков*, *Р.Ю.Фещенко*, ст. преподаватель *Д.Г.Подопригора*.

УДК 00 (622+55+665.6/7+620.9+621+669(082))

ББК 2 (65.304.11+33.36+31+34.3/4я43)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1. Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых

Прикладная геология:

Андреева Е.В.

Особенности химического состава касситерита высокотемпературных формаций на примере месторождений олова дальнего востока
Chemical composition characteristics of the cassiterite from high-temperature formations on an example of tin deposits of the far east..... 29

Аракелян А.А.

Рудная зональность месторождения благородных металлов Буриндинское (Амурская область)
Zoning of ore deposits of precious metals burindinskoye (Amur region)..... 30

Валитов Ш.К.

Условия формирования силурийских отложений разреза Миндигулово (Южный Урал)
Conditions of formation of silurian deposits of the cutting of mindigulovo (south urals)..... 31

Захарова А.А.

Использование методов математического анализа при изучении петрографических структур
Using the methods of mathematical analysis in the study of petrographic structures..... 32

Лепишников Р.С.

Анализ пространственного распределения содержаний золота в рудных телах №3 и №5 золото-серебряного месторождения Катрин (Амурская область)
Analysis of the spatial distribution of the contents of gold in ore bodies no. 3 and no. 5 of the gold-silver deposit of katrin (amur region)..... 33

Мельниченко И.А.

Динамическое моделирование месторождений на основе их искусственных нейросетей
Dynamic modeling of deposits based on artificial neural networks..... 34

Монтейро Дж.С.Д.

Петрохимические особенности кимберлитовой трубки Катока (Ангола)
Petrochemical features of kimberly pipe catoca from angola..... 35

Рахматуллин Т.Р.

Возможности использования дронов при изучении труднодоступных участков геологических обнажений
Opportunities for use of drones in the study of difficulty available plots of geological detections..... 36

Салимгараева Л.И.

Геохимия редких и редкоземельных элементов в гранатах из эклогитов комплекса Берген Аркс, Южная Норвегия
Geochemistry of rare and rare earth elements in garnet from eclogites of the Bergen Arcs complex, South Norway..... 37

Юркова М.В.

Геологическое дешифрирование спектрально-зонных снимков на примере месторождения Светлое (Хабаровский край). 38

Geological decryption multispectral images by the example of deposit svetloe (Khabarovsk region).....	
Юсупова А.В.	
Метасоматиты и рудная минерализация проявлений Топь и Лучик Баимской рудной зоны, Западная Чукотка	
Metasomatic and mineralization of the top and the luchik ore manifestations (Baimka ore zone, Western Chukchi).....	39
Гидрогеология, инженерная геология и геофизика:	
Борисов А.В.	
Создание геодинамической модели сезонного оттаивания ГТС	
Creation of geodynamic model of seasonal thawing gts.....	40
Булахова К.Я.	
Природные и техногенные факторы формирования подземных вод северной части Республики Крым	
Natural and anthropogenic factors of underground waters formation in the northern part of the Republic of Crimea.....	41
Гильмутдинов А.И.	
Скважинный каротаж в процессе бурения	
Logging while drilling.....	42
Дребот В.В.	
Геохимия природных вод района Торейских озер (Восточное Забайкалье)	
Geochemistry of natural waters in the area of Torey lakes (Eastern Transbaikalia).....	43
Кулакова Н.В.	
Выбор уровня приведения для учёта скоростных неоднородностей в верхней части разреза	
The choice of the level of coercion to account for the velocity heterogeneities in the upper part of the section.....	44
Лохматиков Г.А.	
О роли трещиноватости глин при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях	
About influence of fissuring in clays in the engineering geological and hydrogeological researches.....	45
Геология нефти и газа:	
Антипова О.А.	
Литофациальные модели пород-коллекторов мошакской свиты зоны ангарских складок	
Litofacial models of reservoir rocks of the moshakov formation within the angara folds zone.....	46
Аюпов А.Р.	
Геолого-экономическая оценка месторождения «Х»	
Geological and economic evaluation of the «X» field.....	47

Ибатуллин А.Х.

Построение 1д-2д геологической модели с целью оценки перспектив нефтегазоносности Мирного Участка
Building 1d-2d geological model, for the purpose of evaluating perspective oil and gas power of a Mirnoye area..... 48

Нечаева А.С.

Анализ распространения коллекторов в нижнепермском нефтегазоносном комплексе Соликамской депрессии
Analysis of the propagation of reservoir rocks in the lower permian oil and gas complex of the Solikamskaya depression..... 49

Пирожкова М.А.

Создание концептуальной модели с целью оценки кавернозности карбонатных коллекторов
Creating a conceptual model with the purpose of evaluating the vugginess of carbonate collectors..... 50

Пуговкина Ю.С.

Выделение зон улучшенных коллекторов в палеозойских образованиях Нюрольской мегавпадины (Томская область)
Improved reservoirs zones determination in paleozoic formations of nurol depression (Tomsk oblast)..... 51

Салахова М.Ф.

Формирование каменноугольных отложений
Северной залежи Ромашкинского месторождения и последующая их доразведка в целях прироста запасов
Formation conditions of the carboniferous deposits of the Romashkinskoye oil field and their following development for resources increasement..... 52

Тихонова К.А.

Особенности преобразования юрубченской толщи вторичными процессами в пределах Юрубчено-Тохомского месторождения
Features of the change of yurubchenskaya formation by postdepositional processes on the Yurebcheno-Tokhomskoye field..... 53

Фарукиин А.А.

Методика подбора объектов разработки для их дальнейшего ввода в эксплуатацию
The technique of production targets selection for their future exploitation..... 54

Федоров Н.В.

Моделирование прирусловых баров, основанное на результатах анализа спектральной декомпозиции
Point bars modeling based on spectral decomposition analysis..... 55

Юсупов Я.И.

Применение комплексной геолого-геомеханической модели для обоснования разработки залежей нефти бажено-абалакского комплекса (Красноленинский свод, Западная Сибирь)
Metasomatic and mineralization of the top and the luchik ore manifestations (Baimka ore zone, Western Chukchi)..... 56

Секция 2. Комплексное освоение месторождений твердых полезных ископаемых, безопасность горного производства и инженерная защита окружающей среды

Подземная разработка пластовых месторождений:

Голубев Д.Д.

Разработка технологий выемки пологих пластов угля, склонного к самовозгоранию

Development of the methods of safe mining seams of coal liable to spontaneous combustion..... 57

Громцев К.В.

Исследование характеристик закладочных массивов при разработке месторождений калийных солей

Research of the characteristics of stowing masses in the development of potash deposits 58

Зверев Д.И.

Совершенствование системы разработки в условиях верхнекамского месторождения калийных солей на руднике «ЕвроХим – Усольский калийный комбинат

Improvement of the system development in the conditions of the verkhnekamskoye potash deposit at the mine of "EuroChem – Usolskiy potash plant»..... 59

Подземная разработка рудных месторождений:

Бондарь Е.А.

Обоснование параметров адаптивного варианта камерной системы разработки для условий жильного золоторудного месторождения

Justification of parameters of the adaptive variant of the chamber system of development for the conditions of the gold own deposit..... 60

Ручко В.А.

Моделирование процесса внутрирудничной предконцентрации медно-никелевых руд при подземной добыче

Modeling of the process of the internal preconcentration of copper-nickel ore in the underground round..... 61

Фатхуллин А.Ф.

Обоснование геотехнологии отработка рассредоточенных рудных тел сложноструктурного месторождения

Justification of geotechnology development of distributed ore bodies of complicated deposit..... 62

Шаров С.А.

Установление влияния природной и технологической изменчивости качества руд на стабилизирующую способность технологической схемы рудника

Establishment of the effect of natural and technological variability of quality of ore on the stabilizing ability of the technological scheme of the mining..... 63

Открытые горные работы:

Вересов И.В.

Обоснование параметров минимальной выемочной единицы при разработке сложноструктурного золоторудного месторождения открытым способом

Justification of the parameters of the minimum stoping units in mining of the complex gold deposits by open pit mining..... 64

Зелинский О.А.

Рациональное использование минерального сырья при производстве гранитного щебня
Rational use of mineral raw materials in the production of crushed granite..... 65

Рыбченко С.С.

Управление технико-экономическими показателями карьеров по производству высококачественного щебня на основе аналогового метода оценки затрат
Technical and economic indicators management of pits for high-quality crushed stone production by the analogue method of expenses assessment..... 66

Саблин А.К.

Технико-экономическая оценка разработки Шкурлатовского месторождения гранитов
Technical and economic assessment of the Skralatov granite deposit development and open cast mining organization problems analysis..... 67

Сидоров В.В.

Обоснование технологической схемы вскрыши пласта великан 1 и её параметров при разработке открытым способом черно-горского каменноугольного месторождения
Justification of the technological scheme of overburden removing coal plast 'giant 1' and its parameters in the time of the opencast mining of the chernogorsk coal deposit..... 68

Тютчева А.О.

Селективная добыча известняка открытым способом на основе оценки прочности методами неразрушающего контроля
Selective limestone mining in the open way on the basis of an assessment of strength by nondestructive methods..... 69

Чивеса Л.М.

Разработка хвостохранилища замбии
Exploitation of tailing dumps..... 70

Взрывное дело:

Коротков Р.Л.

Применение георадиолокации для детализации взрывааемых массивов
Applications of ground-penetrating radar for specifications of blasting rocks..... 71

Рикун Ф.В.

Расчет параметров гранулометрического состава взорванной горной массы для условий месторождения «Дорожное и Канавное» Куранахского рудного поля
Calculation of parameters of mesh-size distribution of the blasted out rock mass for conditions of kanavnoye gold field of the kuranakhsky ore field..... 72

Безопасность технических процессов и производств:

Зайцев М.Г.

Разработка акустико-эмиссионного способа оценки опасности самовозгорания и снижения потребительских свойств угля под влиянием климатических факторов
Development of acoustic emission method assessment of the danger of self-ignition and reduction of consumer properties of coal under the influence of climate factors..... 73

Монаков Е.В.

Применение технологии «Умная одежда» в горнодобывающей Промышленности
An application of «wearable technology» in mining industry..... 74

Прохорова Е.А.

Особенности использования риск-ориентированного подхода для определения эффективности управления системой охраны труда в горно-добывающем сектор России Features of using a risk-based approach to assess the effectiveness of labor protection management in the mining sector of Russia.....	75
Пылаева И.Е. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах Analysis of accident risk at hazardous production facilities.....	76
Салахутдинова О.В. Исследование условий возгорания различных горючих материалов при локальном нагреве Investigation of the ignition conditions of various combustible materials during local heating.....	77
Фазылов И.Р. Оценка эффективности методов регулирования теплового режима нефтяных шахт России Assessment of methods of thermal regulation of russia's oil mines.....	78
Филина В.А. Общий анализ состояния систем менеджмента ГМК, и разработка мер обеспечения промышленной безопасности и безопасных условий труда по пылевому фактору A general analysis of the systems of management of MMC and the development of measures to ensure industrial safety and safe working conditions on dust factor.....	79
Шарафутдинов Р.Р. Шахтные экспериментальные исследования по определению радиуса зоны эффективного трещинообразования в карналлит-галитовых породах Гремячинского месторождения Mine experimental researches on the determination of the zone of an efficient cracks radius in carnallite-galite rocks of the Gremyachinsk deposit.....	80
Горнопромышленная экология:	
Десятников С.Н. Возможные направления рекультивации золошлаков ПАО «Селигдар» The directions of reclamation of slag ash public company «Seligdar».....	81
Зорина Я.А. Практика применения новых норм по рекультивации земель горно-промышленного направления The practice of applying the new rules for reclamation of the mining areas.....	82
Куделькин Ю.Ф. Применение параметров цикла для оценки вредных выбросов газотурбинных установок The application of working cycle parameters for the determination of pollutant emissions of gas turbine plants.....	83
Мухина А.С. Анализ геоэкологических условий формирования внешних отвалов угольных месторождений для обоснования их рекультивации Analysis of geoeological conditions of formation of external spoil dumps of coal deposits for justification of recultivation.....	84

Цупкина М.В.

Методика исследования техногенных объектов с целью определения технологических решений по их вовлечению в промышленную эксплуатацию на примере Сибайского хвостохранилища
Technogenic objects research methods in order to determine technological solutions for its exploitation using the case of Sibay tailing dump..... 85

Инженерная защита окружающей среды:

Бабенко Д.А.

Проблемы обеспечения экологической безопасности при складировании отходов обогащения медных руд
Security issues of enviromental in the storage of copper ore dressing waste..... 86

Кирина В.Д.

Оценка влияния выбросов объектов теплоэнергетики на состояние атмосферного воздуха по данным изучения снегового покрова для разработки природоохранных рекомендаций (г. Кемерово)
Impact assessment of power plants emissins on the air based on the study of snow cover to develop the environmental protection (Kemerovo)..... 87

Нурматова Н.А.

Исследование морфологического состава и оценка энергетического потенциала термической деструкции отходов Казанского Федерального Университета
Study of the morphological composition and assessment of the energy potential of the thermal destruction of waste Kazan Federal University..... 88

Рудзиш Э.

Искусственные грунтовые смеси для рекультивации территорий горного производства
Artificial ground mixtures for the recultivation of territories of mining production..... 89

Харько П.А.

Оценка и снижение негативного воздействия техногенных массивов Сибайского филиала АО «Учалинский ГОК» на природные воды
Assessment and reduction of the level of small rivers pollution in the area of the influence of enterprises on mining and processing ore on the example of the Sibai filial jsc «Uchalinskiy mining and concentration complex» 90

Секция 3. Комплексное освоение нефтегазовых месторождений и транспортировка углеводородного сырья

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений:

Аксёнов А.Ю.

Возможность цифровизации конструирования лопастных насосов для добычи нефти
Possibility of digitalization of design of vane pumps for oil production..... 91

Александров А.Н.

Методика реологических исследований нефти для оценки фазового состояния в ней парафинов
Method of rheological research of oil for estimation of the phase state in it of paraffins 92

Антоненкова А.Ю.

Исследование характеристик жидкостно-газовых эжекторов применительно к технологиям освоения и эксплуатации нефтяных скважин

Research of characteristics of liquid-gas ejectors for technologies of development and exploitation of oil wells.....	93
Бондаренко А.А.	
Определение температуры насыщения модельных растворов нефти парафином Determination of the saturation temperature of model oil solutions with paraffine.....	94
Власова В.Д.	
Об особенностях взаимодействия ПАВ-кислотных составов с различными углеводородными системами About the interaction between surfactant-acid compositions and various hydrocarbon systems.....	95
Вышегородцева Ю.В.	
Разработка методики проектирования диагональных ступеней электроприводных лопастных насосов и исследование их работы на вязкой жидкости The development of methods for designing diagonal stages of electric driving pumps and the study of their work on a viscous fluid.....	96
Гайнутдинова А.Р.	
Использование реагента «экоорганика» с целью снижения вязкости водонефтяной эмульсии Вишнево-Полянского месторождения нефти Using of the reagent “ecoorganica” with the purpose of reducing the viscosity of the water-oil emulsion of the of the Vishnevo-Polyansky oil field.....	97
Горяни И.	
Возможность использования попутного нефтяного газа в условиях Крайнего Севера Possibilities of using oil well gas in the conditions of the Far North.....	98
Жукова К.С.	
Воздействие на призабойную зону пласта в условиях неоднородных низкопроницаемых коллекторов при освоении и ремонте скважин application of technologies of well stimulation on fields with low-permeable reservoirs during well development and workover	99
Каменский Г.А.	
О возможности увеличения дебита скважин за счет газоизоляции пенными системами на примере шельфового нефтегазоконденсатного месторождения w в каспийском море About the possibility of increasing the production of wells due to the gas / liquid containment foam systems for the offshore oil and gas field w in the caspian sea.....	100
Капралов Д.А.	
Расчет при технологии внутрипластовой водоизоляции в терригенных коллекторах Calculations of the in-situ water suppression technology in terrigenous reservoirs.....	101
Клыкова Е.С.	
Обоснование системы разработки месторождения N в Верхнем Прикамье Rationale for the development of the n field in the Upper Kama region.....	102
Копейкин Р.Р.	
Алгоритм расчета многостадийного гидравлического разрыва пласта для горизонтальной скважины нефтегазоконденсатного месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа Algorithm for calculation of multi-stage hydraulic fracturing for a horizontal well of oil and gas-condensate field Yamalo-Nenets autonomous district.....	103

Корнилов К.В.

Промысловые исследования технологии центробежной сепарации при подготовке подтоварной воды для закачки в пласт
Industrial studies of centrifugal separation technology in the preparation of produced water for injection into the reservoir..... 104

Липатникова Е.Н.

Лабораторные исследования взаимодействия углеводородного газа и пластовой нефти в целях минимизации рисков реализации проекта смешивающегося вытеснения
Laboratory studies of the interaction of hydrocarbon gas and reservoir oil for minimize the risk of project implementation miscible displacement..... 105

Милич Йована

Разработка полимерного состава на основе отходов производства оксида алюминия для ограничения водопритока
Development of polymeric composition based on waste production of alumina for the water shut-off technology..... 106

Набиев М.С.

Способ получения высокотемпературного ингибитора кислотной коррозии
The method of obtaining high-temperature inhibitor of acid corrosion..... 107

Никитин А.В.

Обоснование технологии комплексной кислотной обработки карбонатных коллекторов с целью интенсификации добычи высоковязкой нефти
Justification of the technology of complex acid treatment of carbonate reservoirs to intensify the production of high-viscosity oil..... 108

Новиков В.А.

Статистическое обоснование прогноза эффективности кислотной обработки на турнейских отложениях дороховской группы месторождений ООО «Лукойл-Пермь»
Statistical substantiation forecasting the efficiency of acid treatment on the tournai sediments of dorohovskaya group of fields of ООО «Lukoil-Perm»..... 109

Огай В.А.

Экспериментальная установка для имитации газожидкостной смеси и динамических процессов в стволе газовой скважины
Research stand for conduct the experiments related to the dynamic processes occurring in a gas well..... 110

Полежаев В.О.

Прогнозирование прироста дебита жидкости от массы закаченного проппанта при многостадийном гидроразрыве пласта
Predicting of the increase in the flow rate of fluid from the mass of the injected proppant during multistage hydraulic fracturing..... 111

Сектаров Э.С.

Экспериментальные исследования диэлектрических свойств нефтематеринских пород и их нагрева в электромагнитных полях
Experimental studies of oil source rocks dielectric properties and their heating in electromagnetic fields..... 112

Сун Д.В.

Оптимизация системы поддержания пластового давления на месторождениях с низкопроницаемыми коллекторами
Optimization of reservoir pressure maintenance system for fields with low-permeable

collectors.....	113
Сухих А.С. Физическое и математическое моделирование заводнения низкопроницаемых глинистых коллекторов с использованием поверхностно-активных веществ Physical and mathematical modeling of the flowing of low-permeable clay collectors using surfactants.....	115
Тархов А.В. Повышение эффективности эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки сеноманских залежей за счёт применения концентрических лифтовых колонн Improving the efficiency of gas wells at a late stage of development of the cenomanian deposits due to the use of concentric tubing columns.....	117
Усынина Л.С. Обоснование выбора режима работы электроцентробежного насоса в условиях образования асфальтосмолопарафиновых отложений Rationale for the choice of an operating mode of the electrocentrifugal pump in the conditions of settling out the asphaltic resinous paraffine sediments.....	118
Хмеленко П.П. Разработка единиц техники для компоновок одновременно-раздельной эксплуатации на многопластовых месторождениях Development of well units for multilayer reservoirs operated with the system of simultaneous-separate exploitation.....	119
Шайхразиева Л.Р. Оценка свойств поверхностно-активных веществ для подбора нефтевытесняющей композиции, применимой в условиях месторождений высоковязкой нефти Evaluation of properties of surfactants for selection oil-displacing compositions useful in the high-viscosityoilfields.....	120
Шеуджен А.Ш. Разработка комплексной виброволновой технологии для интенсификации добычи нефти Well stimulation and enhancing oil recovery by means of the vibration wave hydromonitor.....	121
Штробель Н.В. Обоснование оптимальных параметров теплоносителя для добычи высоковязкой нефти для условий месторождения самарской области Justification of optimal parameters of the heat carrier for extraction of high-vision oil for the conditions of the samara region deposit.....	122

Бурение скважин:

Анищенко В.И. Совершенствование оборудования и технологии бурения скважин сложного профиля для разведки и добычи твердых полезных ископаемых Development of equipment and technology for drilling variable profile wells for exploration and mining of solid mineral deposits.....	123
Джумаев Э.М. Использование автоматизированных систем для предотвращения эффекта stick-slip Using automatic systems for prevention stick-slip effect.....	124
Демидова П.И. Ограничение водопритока на горизонтальных скважинах после проведения много-	

стадийного гидроразрыва пласта Limitations of water in horizontal wells after multistage hydraulic fracturing.....	125
Камалова Д.Ю.	
Опыт применения бурового раствора низкой плотности для вскрытия продуктивных горизонтов с аномально низкими пластовыми давлениями (АНПД) The experience of using drilling fluid with low density for the opening of productive horizons with abnormally low formation pressure (ALFP).....	126
Ковальчук В.С.	
Разработка составов тампонажных цементов для цементирования скважин в условиях сероводородной агрессии Development of compositions of grouting mixtures for well cementing in hydrogen-sulfide aggression conditions.....	127
Колбасин Д.С.	
Оценка вероятности отказа редуктора системы верхнего привода буровой установки с учетом режима его эксплуатации Estimation of the failure probability of the reducer of top drive system of drilling rig taking into account the mode of its operation.....	128
Комаровский И.А.	
Использование съемного снаряда направленного бурения для повышения производительности бурения Use of removable directional drilling equipment for increasing drilling performance.....	129
Миливоевич Я.	
Исследование растворов на углеводородной основе A study on oil-based drilling fluids.....	130
Садыков М.И., Досенко М.А.	
Применение водонабухающих полимеров для закрепления ствола скважины при проходке интервалов сильнотрещиноватых пород Use of the water-swellaible polymers to stabilize a well bore when passing intervals of intensely fractured rocks.....	131
Рудяева Е.Ю.	
Исследование составов для ликвидации поглощений при бурении скважин Research of compositions for the liquidation of loss of circulation in drilling wells.....	132
Торопов Т.М.	
Автоматизированный расчет программы промывки скважины Automated calculation of the well washing program.....	133
Ускова Е.И.	
Исследование молекулярного взаимодействия буровых растворов с глинисто-аргиллитовыми породами методом ЯМР Investigation of the molecular interaction of drilling fluids with clay-argillite rocks by nmr.....	134
Чудинова И.В.	
Исследование составов ингибирующих буровых растворов для бурения в глинистых породах Research of compositions of the inhibiting drilling muds for drilling in shales.....	135
Шаляпин Д.В., Бакирова А.Д.	
Оптимизация проектирования профилей скважин унификацией расчетного комплекса The optimization of well profile design by the evaluation of complex unification.....	136

**Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и
газонефтехранилищ:**

Платонов Д.В., Адилзаде И.И.

Моделирование подземного хранения газа в водоносном пласте
Simulation of the underground gas storage in aquifers..... 137

Голикова А.И.

Влияние факторов, определяющих эффективность перекачки нефти с высоким содержанием парафинов
Influence of the factors that determine transportation efficiency of high-wax oil..... 138

Дмитриева А. С., Белоусов А. Е.

Обоснование способа сокращения потерь природного газа и утилизации его энергии на основе детандер-генераторного энергоразделяющего устройства для ГРС
Justification of a method for reducing natural gas losses and disposal of its energy based on detander-generator energy dividing device for GDS..... 139

Козлов В.В.

Обследование технического состояния нефтяных резервуаров из углеродистых сталей, эксплуатирующихся в северных районах
Survey of the technical condition of oil tanks made of carbon steel, operating in the northern regions..... 140

Кривокрысенко Е.А.

Способ оценки стойкости трубопроводных сталей к «ручейковой» коррозии»
Evaluation method the resistance of pipeline steels to «rill-washing corrosion»..... 141

Мартыненко Я.В.

Комплекс технологических решений по обеспечению безопасности при хранении сжиженного природного газа (СПГ)
A technological solutions set to ensure the safety of storage of liquefied natural gas (LNG)..... 142

Мезенцева Т.А.

Анализ существующих математических моделей оценки скорости эрозии и выбор наиболее применимой к условиям газовых месторождений Западной Сибири
Analysis of existing mathematical models for estimating the rate of erosion and choose more applicable model for the conditions of gas fields in the Western Siberia..... 143

Пичугин З.А., Андроник А.

Использование теплоты выхлопных газов для предотвращения обледенения воздухозаборного устройства на компрессорной станции «Портовая»
Using the heat of exhaust gases for the prevention of the icing of the integrated air intake device on the compressor station «Portovaya»..... 144

Рамзаева М.А.

Сравнительный анализ НДС трубопровода при строительстве подводного перехода методом ННБ
Comparative analysis of the stress-deformed state of the pipeline during construction of the underwater transition by the method of directional drilling..... 145

Терземан Ю.В.

Соединение стенки и днища рвс тороидальным переходом
Toroidal insertion connecting a wall with a bottom of oil steel tank..... 146

Шубин А.В.

Применение резонансного энергоразделяющего устройства для подогрева газа на ГРС

Using the resonant energy separation device for gas heating on the gas distribution station.....	147
--	-----

Секция 4. Современные технологии обеспечения строительства зданий, сооружений и объектов минерально-сырьевого комплекса

Шахтное и подземное строительство:

Белов О.Д.

Многовариантная оценка состояния «массив - фундамент» при моделировании в программном комплексе plaxis	
Multivariate evaluation of the state of «array – foundation» in the simulation software plaxis.....	148

Горкунова П.А.

Георадиолокационная оценка влияния процессов строительства тоннелей и станций метрополитена на грунтовое основание автомобильных дорог	
Georadar assessment of the impact of the construction processes of tunnels and stations of the subway on the soil base of highways.....	149

Кулакова П.В.

Научное сопровождение и мониторинг шахтных стволов на различных этапах жизненного цикла	
Scientific support and monitoring of minetrunks at different stages of the life cycle.....	150

Морозовский П.Д.

Оптимизация проекта строительства жилого комплекса	
Optimization of the residential complex construction project.....	151

Морозовский П.Д.

Энергоэффективность с применением инновационных материалов в условиях крайнего севера с использованием САПР	
Energyefficiency with use innovative materials in the far north with use of CAD.....	152

Маркшейдерское дело:

Бурлакова Е.В.

Выполнение комплекса автоматизированных и ручных измерений негативного влияния работ по усилению грунтового массива и проходке коллекторного тоннеля на конструкции перегонного тоннеля	
Implementation of the complex of automated and manual measurements of the negative impact of works on strengthening the soil mass and the tunneling of the collector tunnel on the construction of the distillation tunnel.....	153

Власенко С.В.

Повышение точности интерполяции мощности пластов углевмещающей толщи в межскважинном пространстве	
Improve the accuracy of the interpolation of the power of plasts of the ug-lefting thread in the intermediate filling space.....	154

Елисеев А.С., Комякова А.А., Мухина И.В.

Оценка внешней надежности измерений при предварительном анализе маркшейдерско-геодезических сетей	
Assessment of measurement reliability during preliminary analysis of surveying networks.....	155

Корнейчук М.А.

Маркшейдерский мониторинг природно-технических объектов и геологической среды ао «комбинат КМАРУДА» The surveying monitoring of natural and technical formations and of geological terrain at joint stock company «KMARUDA plant».....	156
---	-----

Мукминова Д.З

Анализ деформаций обделок эскалаторных тоннелей при воздействии замораживания горных пород Analysis of deformations of the lining escalator tunnel from exposure to soil freezing...	157
---	-----

Варламова В.В., Павлова Е.С.

Цифровые фотограмметрические системы в маркшейдерском обеспечении. Применение по agisoft photoscan Realization of digital photogrammetric systems in surveying. Application of agisoft photoscan software complex.....	158
---	-----

Пупоревич А.А., Бугаев К.И.

Выявление систематического влияния времени работы гиromотора на значения гироазимута Determination of the systematic of the time effect of operation of the hyro motor on the values of the gyroasimut.....	159
--	-----

Инженерная геодезия:

Елисеева Н.Н.

Применение метода поиска при решении оптимизационных задач в геодезии The application of the methods of search for solving optimization problems in geodesy	160
--	-----

Назаров И.В.

Геотехнический мониторинг зданий и сооружений в условиях многолетней мерзлоты Geotechnical monitoring of buildings and constructions under conditions of permafrost	161
--	-----

Тютюков А.С.

Исследование влияния внешних факторов на точность позиционирования GNSS станции Research of the impact of external factors on the accuracy of positioning GNSS stations	162
--	-----

Чистогова В.А.

Уточнение параметров кинематики литосферных плит в районе мониторинга Refinement of the parameters of kinematics of lithospheric plates in the monitoring area	163
---	-----

Городской кадастр:

Белякова Н.Н.

Определение коэффициента регламента охранной зоны лэп для садовых и огородных земельных участков Determination of the coefficient of the regulation of the protection area of power lines for garden and country land plots.....	164
---	-----

Брыжатая Е.С.

Анализ городской территории по степени оснащенности объектами социальной инфраструктуры с использованием изохрон Analysis of the development of social infrasructure of an urban area using isochrones....	165
---	-----

Запольских А.Н.

ЕНК – объект государственного кадастрового учета (на примере технологического оборудования куста нефтедобывающих скважин)	166
---	-----

ЕНК - the object of state cadastral registration (for example, the technological equipment of the oil producing well cluster).....	
Лазаренко И.С.	
Составление тематических карт использования и охраны земель горнопромышленных территорий уральского региона	
Composition if thematic maps of land applying and protection in mining industrial areas of the ural region.....	167
Леонова К.А.	
Кадастровый учет садовых домов в садовом некоммерческом товариществе	
Cadastral registration of darden houses in the garden non-profit parthtership.....	168
Мироненко Е.Ю.	
О собенности подготовки документов для кадастрового учета жилого комплекса «каменный ручей» в г. Екатеринбурге	
Features of the preparation of documents for cadastral learning and residential complex "kamennyu ruchey" in Ekaterinburg.....	169
Морозов А.В.	
Методология оценки территории для размещения земельных участков сельскохозяйственного назначения	
The methodology of territory's assessment for farmland allocation.....	170
Суханинская Д.Д.	
Внедрение метода учета зоуит в оценку земель дисконтированием денежных потоков	
Implementation of the method of accounting of zones with special terms of use of territories in the estimation of lands by discounting cash flows.....	171
Файт А.В.	
Поиск и формирование земельных участков для размещения сооружений связи	
Search and formation of land plots for location of communication structures.....	172

Секция 5. Металлургия. физические и химические технологии переработки минерального и углеводородного сырья

Металлургия:

Говорова А.Е.	
Переработка обезмеженного электролита в гидрометаллургическом производстве Надеждинского металлургического завода ПАО «ГМК «Норильский никель» на операции автоклавного окислительного (АОВ) выщелачивания пиротинового концентрата	
Processing of withoutcopper electrolyte in hydrometallurgical production of Nadezhdinsky steel works PJSC Norilsk nickel MMC on operation of autoclave oxidizing leaching of the pirotinovy concentrate.....	173
Дормидонтова Т.А., Чернобаева А.А, Ерак Д.Ю., Журко Д.А., Скундин М.А., Бубякин С.А.	
Исследование свойств металла сварных соединений корпусов реакторов типа ВВЭР-1000	
Research of properties of welded joints metal of rpv VVER-1000.....	174
Летягин Н.В.	
Al-матричные композиционные сплавы на основе Al-Ca-Ni-PЗМ	
Al-Ca-Ni-REM - based Al-matrix composites.....	175
Мусин А.Ф.	

Влияние железа и кальция на формирование структуры слитка сплава Al-8%Zn-3%Mg, предназначенного для деформации The effect of iron and calcium on the structure formation of the alloy ingot Al-8% Zn-3% Mg, intended for deformation.....	176
Мухаметзянов И.Р. Разработка материалов для биметаллических изделий Development of materials for bimetallic products.....	177
Пономаренко А. А. Опытно-промышленные испытания электролиза меди в ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» с уменьшением выравнивающей добавки Trial tests of electrolysis of copper in ZF of PJSC Norilsk nickel MMC with reduction of the leveling additive.....	178
Переработка нефти и газа:	
Байда В.С. Получение компонентов термоактивных восков на основе нефтяного сырья методом центрифугирования Receiving the components of thermoactive waxes on the basis of oil raw material by the centrifugation method.....	179
Закиева Р.Р., Васильев Э.Р. Акватермолиз тяжелой нефти в субкритической и сверхкритической воде Heavy oil aquathermolysis in subcritical and supercritical water.....	180
Габдулхаков Р.Р. Получение и анализ кокса игольчатой структуры процессом замедленного коксования Preparation and analysis of needle coke by the delayed coking process.....	181
Дорожкин В.А. Интенсификация процесса экстракционного разделения редкоземельных элементов методом термоколебательной экстракции Intensification of rare earth elements liquid extraction separation process by thermo oscillation extraction technique.....	182
Коробейников А.В. Анализ вариантов сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов на установке каталитического риформинга Л-35-11/1000 Analysis of options reducing energy consumption of the catalytic reforming unit.....	183
Корсиков В.В. Формирование молекулярных кластеров и металлических наночастиц серебра во фторофосфатных стеклах при двух – и трех – ионном обмене Formation of molecular clusters and metallic silver nanoparticles in fluorophosphate glasses after double and triple-ion exchange.....	184
Сысоев В.И., Жусупова Ж.С., Никифорова В.М. Активность катализатора, полученного путем комплексной переработки высокомагнезиальных сидеритов Activity of the catalyst obtained by integrated processing of high-magnesia siderites.....	185
Жусупова Ж.С., Никифорова В.М., Сысоев В.И. Исследование процесса термической переработки каменноугольной смолы в присутствии оксидного железо-магнезиального катализатора	186

Investigation of the thermal conversion of coal tar using an oxide iron-magnesia catalyst Омаров Ш.О. MoO ₃ (WO ₃)/ZrO ₂ системы: формирование и применение как катализаторов в процессах связывания бутенов MoO ₃ (WO ₃)/ZrO ₂ systems: formation and application how catalysts in butenes coupling reactions.....	187
Попов Д.С. Синтез и свойства Cu-Zn-Al катализаторов получения метанола Synthesis and properties of Cu-Zn-Al catalysts for the production of methanol.....	188
Смышляева К.И., Шакленина В.С. Определение компонентного состава и свойств экологически чистых судовых высоковязких топлив Determination of the component composition and properties of environmentally friendly residual marine fuels.....	189
Автоматизация технологических процессов и производств:	
Кутлыев И.И. Автоматизация горно-металлургической области. Машинное зрение Automatization of mining and metallurgical region. Machine vision.....	191
Садыков Р.М. Использование элементов систем виртуальной реальности для телеоператорного контроля в промышленности Utilization of elements of virtual reality systems for teleoperator control in industry.....	192
Сасаров В.А., Федорова М.А., Малофеев Е.А. Разомкнутая система автоматического регулирования для снижения вязкости нефти Opened automatic regulation system to reduce oil viscosity.....	193
Шестаков А.К. Концепция автоматизации процесса загрузки катодов в катодосдирающую машину в производстве меди с применением технического зрения The concept of automating the process of downloading cathodes in the cathode stripping machine in manufacturing copper with the application of technical vision.....	194
Обогащение полезных ископаемых:	
Батяев Я.С. Исследование флотационной активности реагентов-вспенивателей различного группового химического состава при флотации углей Development reagent conditions of coal flotation using reagents foaming of different chemical composition.....	195
Искужина А.И. Изучение флотационной активности реагента ДФГ The study of flotation activity of the reagent DPG.....	196
Д Элия К. Свершенствование технологии флотации медно-молибденовых руд с применением реагентов на основе ацетиленовых спиртов Technology improvement of copper-molybdenum ores flotation with the use of reagents based on acetylene alcohols.....	197
Крижановская Д.И. Исследование процессов несulfидной флотации	

Study of non-sulfide flotation processes.....	198
Кузнецов В.В. Моделирование процесса сульфидной флотации с применением окислителей Sulphide flotation with using oxidants process modeling.....	199
Покотило А.В. Исследование обогатимости медистого клинкера ЧЦЗ Study on concentration of copper clinker chelyabinsk branch.....	200
Потемкин В.А. Использование моделирования для обоснования эффективных технологических решений при обогащении золотосодержащих суспензий Using simulation to justification of effective technological solutions for gold suspensions beneficiation.....	201
Яковлев С.В. Исследование флотационной активности реагентов-собирателей различного группового химического состава при флотации углей Development reagent conditions of coal flotation using reagents-collectors of different chemical composition.....	202

Секция 6. Оборудование, транспортное обслуживание и энергоэффективность производств минерально-сырьевого комплекса

Машиностроение:

Голубева Н.М. Обеспечение безопасности металлизации деталей горных машин CVD-методом Safety during the metallization of parts of mining machines of CVD-method.....	203
Князькина В.И. Повышение работоспособности трансмиссий карьерных экскаваторов улучшением эксплуатационного режима смазки рабочих поверхностей ресурсопределяющих сопряжений Improving the operation capacity of transmissions of career excavators by improving the operational mode of lubrication of the working surfaces of resource-determining stresses	204
Мальшев А.В. Повышение эффективности обработки металлов резанием Improving the efficiency of metal cutting.....	205
Малюшин И. М. Оптимизация режимов лазерной маркировки при контрастировании металлических поверхностей Optimisation of laser marking modes using formetal surfaces contrasting.....	206
Михайлов А.В. Выявление факторов, оказывающих негативное воздействие на изделия из коррозионностойкой стали, обработанной лазерной системой Detection of factors that cause a negative impact on the stainless steel products, processed by laser system.....	207
Никитина В.О. Математическое моделирование процессов осаждения металлов из жидкометаллических растворов для создания диффузионных покрытий. Creating a model of diffusion deposition of metal coatings from melts of low-melting	

metals.....	208
Плащинский В.А. О параметрах удара бойка составной конструкции Parameters of strike structure hit.....	209
Салтыков О.А. Усовершенствование технологии механообработки елочного паза диска 2 ступени турбореактивного двигателя РУ 19-А300 Improvement of processing technology fur-tree groove disk 2 stages of the turbojet engine RU 19-А300.....	210
Сауков Н.А. Разработка, расчет и экономическая оценка установки криогенного резанья в промышленности Development, calculation and economic evaluation of installation of cryogenic cutting in industry.....	211
Севагин С.В. Разработка и исследование эффективных методов отделочной обработки с целью повышения износостойкости штоков гидроцилиндров горных машин Development and research of efficient methods of finishing treatment with the purpose of increasing wear resistance of rods of hydrocilinders of mining machines.....	212
Сердюк Н.А. Применение флюсов в технологии осаждения металлических покрытий из расплавов легкоплавких металлов The use of flux in the technology of deposition of metal coatings from melts of low-melting metals.....	213
Шевченко Р.А. Новый способ сварки и термообработки железнодорожных рельсов для высокоскоростного движения New method of welding and heat treatment of railway rails for high-speed movement	214
Щеглова Р.А. Совершенствование технологии магнитно-абразивной обработки сложнопрофильных поверхностей Improving the technology of magnetic and abrasive treatment of complex-profile surfaces.....	215
Язев Н.Ю. Актуальность включения методов магнитно-импульсного упрочнения в технологическую цепочку термообработки деталей машин The relevance of the inclusion of magnetic pulse hardening methods in the technological chain of heat treatment of machine parts.....	216

Технологические машины и оборудование:

Абрамов И.А. Унифицированные выемочные модули избирательного действия для добычи пластовых полезных ископаемых Unified depth modules for selective extraction of plastic minerals.....	217
Бабошин Д.Е. Разработка и исследование насосного редукторно-мультипликаторного привода гидропресса Elaboration and research of pump reducer-multiplier hydraulic press drive	218

Бадертдинова А.Ф.

Сопоставительная оценка изгибной прочности зубьев цилиндрических передач с эвольвентным контуром и равнопрочным контуром в программном комплексе Ansys

Comparative evaluation of bending strength of the teeth of cylindrical gears with involute profile and equally strong profile by software Ansys..... 219

Байтемиров Р.Л.

Оптимизация геометрических параметров сепаратора гидроциклонного типа для улучшения коэффициента сепарации и влияние на него условий шельфовой эксплуатации

Optimization of geometric parameters of a hydrocyclone type separator to improve the separation coefficient and the impact of shelf exploitation on it..... 220

Бородкин Э.О.

Расчет производительности комплекса для добычи морских железомарганцевых конкреций

Calculation of productivity of the complex for the mining of marine iron-magnetic nodules..... 221

Бравцев А.В.

Обоснование и выбор конструктивных параметров комбинированных опор скольжения барабанной мельницы 2,2x13 для повышения их износостойкости

Justification and selection of design parameters of the combined supports of the sliding drum mill 2.2x13 to increase their wear resistance..... 222

Габараева М.Т.

Применение различных марок сталей при проектировании бурового инструмента

The use of different steel grades in the design of drilling tools..... 223

Зоткин В.С.

Исследование влияния осложняющих факторов на эффективность работы газосепараторов

Study of the influence of complicating factors on the efficiency of gas separators..... 224

Коротков Ю.Г.

Повышение эффективности использования погружного оборудования установок электроцентробежных насосов в осложненных условиях эксплуатации

Improving the efficiency of the use of the submersible equipment of electric centering pumps installations in complicated operation conditions..... 225

Никулина К.А.

Повышение износостойкости быстроизнашиваемых элементов валкового грохота при обогащении кокса

Improvement of wear resistance of wear of elements rolling thunder in the beneficiation of coke..... 226

Орлова Е.А.

Анализ распределения напряжений в конструктивных элементах канатной штанги

Stress analysis in structural elements of a cable rod..... 227

Паймеров В. А.

Разработка современной методики и конструкции стенда для испытания газосепараторов и газосепараторов-диспергаторов

Development of modern methods and design of the stand for testing gas separators and gas separators-dispersants..... 228

Филипенко И.А.

Технологические особенности сварных соединений из алюминиевых сплавов
Technological features of welding connections
from aluminum alloys..... 229

Шишулин В.А.

Исследование эффективности работы газосепараторов различного принципа действия
Study of the efficiency of gas separators with different operating principles..... 230

Шкаруба Н.А.

Влияние эжектирования твердых абразивных частиц на производительность гидромониторной отбойки глинистого массива
The influence of ejecting solid abrasive particles on the clay jetting performance..... 231

Транспортные системы горного производства:

Высоцкая М.С., Коковина С.А.

Обоснование показателей комфортности транспортного обслуживания пассажиров при автобусных перевозках
Rationale indicator of comfortable transport services for passengers in bus transportation 232

Костюк П.А.

Исследование скорости витания руд обладающих парусностью
Research of whipping speed of the ores having windage..... 233

Малинов А.И.

Разработка системы управления гидропневмоподвеской многоосного автомобиля с использованием инструмента matlab stateflow
Hydropneumatic suspension control system development of the multiaxis car with use of the matlab stateflow 234

Новоселов Е.П.

Анализ эксплуатации газобаллонных автомобилей, на примере предприятия УТТ и СТ «Газпром Трансгаз Сургут», и перспективы развития
Analysis of operation of gas-cylinder cars, on the example of UTT and st "Gazprom Transgaz Surgut", and development potential..... 235

Старшая В.В.

Повышение эффективности нефтетранспортных систем путем оперативного мониторинга нефтяных потоков и обнаружения несанкционированных врезок
Improving the efficiency of petroleum transport systems by operative monitoring of oil flows and detection of unauthorized incuts..... 236

Федоткина А.Н.

Использование пленочных тепловыделяющих элементов для обогрева трубопроводных систем
Use of film heat products of elements for heating pipeline systems..... 237

Вишняков Г.Ю., Чайковский Н.А.

Модернизация механизма разгрузки карьерного автосамосвала
Modernization of the unloading mechanism of a dump truck..... 238

Тепло- и электротехника:

Бабырь К. В.

Повышение эффективности действия защиты от однофазных замыканий на землю электрических сетей предприятий минерально-сырьевого комплекса
Efficiency impact of protection from single-phase intercuts on earth of elec-

tric networks of enterprises of mineral and raw materials.....	239
Богданов И.А.	
Система тригенерации с бинарным циклом для использования в качестве энергоносителя газообразного топлива	
Trigeneration system with binary cycle for use as a gas-fuel energy carrier.....	240
Булдыско А.Д.	
Применение технологии цифровых двойников для управления жизненным циклом электрооборудования	
Application of technology digital duals for managing the vital electric equipment cycle	241
Воронцов Д.В., Шушпанов И.Н.	
Модернизация моделей и методов прогнозирования функционирования изолированных систем электроснабжения на примере конденсатопровода	
Modernization of the models and methods of forecasting the functioning of isolated power supply systems on the example of the condensate line.....	242
Ельцов Н.А.	
Исследование комплексного освоения нетрадиционных ресурсов в энергодефицитных регионах	
Research of complex development of non-traditional resources in power deficiency regions.....	243
Зангиев С.А.	
Определение сопротивлений синхронного двигателя с пусковой обмоткой по справочным данным.	
Determination of resistances of synchronous engine with starting winding by reference data.....	244
Иванова Т.С.	
Разработка методики автоматизированной системы диагностики и мониторинга остаточного ресурса силового маслонаполненного трансформатора	
Development of the technique of the automated system of diagnostics and monitoring of the residual resource of power oil filled transformer.....	245
Кузнецов П.А.	
Использование твердотельных трансформаторов в сетях с распределенной генерацией	
Use of solid transformers in networks with distributed generation.....	246
Куксов Н.А.	
Автономный комплекс электроснабжения системы обнаружения утечек жидких углеводородов	
Autonomous complex of electric power supply of detection system for oil leakage detection.....	247
Максимов Н.А.	
Применение современных средств возобновляемой энергетики в горнодобывающей промышленности республики Саха Якутии	
Application of modern means of renewable energy in the mining industry of the republic Sakha Yakutia.....	248
Панкин А.С.	
Разработка альтернативной системы электрообеспечения на основе использования энергии электрического импульсного разряда	
Development of an alternative power supply system based on the use of pulsed charge energy	249

<i>Перетятко М.А.</i>	
Разработка способа утилизации низкопотенциального тепла на афипском нефтеперерабатывающем заводе	
Development of methods for utilization of low-grade heat at the afipsky oil refinery.....	250
<i>Перетятко С.А.</i>	
Разработка способа утилизации тепла оборотной воды первомайской ТЭЦ-14 ТГК-1	
Development of a method for utilization of heat from recycled water at pervomayskaya SHPP-14 TGK-1.....	251
<i>Растворова Ю.В.</i>	
Разработка метода определения вклада источников искажений в показатели качества электрической энергии	
Development of the method of determining the distortions sources contributions to the electric power quality indicators.....	252
<i>Кавех Рахмани, Мартыненко А.Н.</i>	
Улучшение коррозионной стойкости циркония посредством применения покрытия из карбида вольфрама	
Zirconium enhanced corrosion resistance with tungsten carbide coating.....	253
<i>Сериков В.А.</i>	
Моделирование режимов работы систем электроснабжения с нелинейной нагрузкой	
Modeling of operation modes of electrical supply systems with nonlinear load.....	254
<i>Шеломенцев В.А.</i>	
Разработка и исследование установки для плавки наледи на воздушных линиях электропередач	
Development and research of installation for melting attached on air transmission lines	255
<i>Приборостроение:</i>	
<i>Бусько Н.А.</i>	
Применение автономных необитаемых подводных аппаратов (глайдеров) для решения задач экологического мониторинга на шельфе	
Application of autonomous unhabitable underwater devices (gliders) for solving the problems of environmental monitoring on the shelf.....	256
<i>Григорьев Е.В.</i>	
Применение метода контроля качества упрочняющих технологий на основе регистрации излучения материалом акустических волн	
The use of quality control method on the basis of recording acoustic waves which are emitted from the material.....	257
<i>Захарова Д. Д.</i>	
Неразрушающий контроль трубопроводов тепловых сетей	
Non-destructive testing of heat network pipelines.....	258
<i>Карелин М.В.</i>	
Исследование параметров дефектоскопических сигналов при периодическом контроле рельсов	
Research of parameters of flaw detection signals at periodic control of rails.....	259
<i>Краснорудский В.А.</i>	
Разработка multifункциональной роботизированной мобильной платформы на базе семейства микроконтроллеров atmega avr	
Development of the multifunctional robotic mobile platform on the basis of family of	

atmega avr microcontrollers.....	260
Леонтьук С.М. Проблемы внедрения стандарта ISO 9001:2015 Problems of implementation of ISO 9001: 2015 standard.....	261
Молоткова Е.В. Разработка методики выполнения измерений кинематических параметров Development of methods for measuring kinematic parameters.....	262
Муртазина Л. Ш. Модуль оператора комплекса сейсморазведки Module of operator of the seismic measurements complex.....	263
Попова М.А. Применение коэффициента влияния при расчете относительной погрешности счетчиков газа The application of the influence coefficient in the calculation of the relative error of gas meters.....	264
Семенюк А. В. Разработка методики измерения концентрации парафиновой фазы в потоке при транспортировке нефти магистральными нефтепроводами Development of a method for measuring the concentration of the flow during oil transportation by trunk pipelines.....	265
Штода Е.В. Методы оптического и акустического контроля взаимодействия лазерного излучения с биотканями Methods of optical and acoustic testing of laser-tissue interaction.....	266
Седова Я.К., Яицкая А.Г. Исследование электронных фотоэлементов на основе учебно-лабораторного комплекса ni elvis ii The research of electronic photocells on the basis of the ni elvis ii educational platform	267

Секция 7. Экономические механизмы инновационного развития

Экономика:

Дерипаско К.Д. Оценка экономической эффективности предприятия на основе показателей ценностно-ориентированного менеджмента Economical efficiency analysis of a company based on value-oriented management indicators.....	268
Иванова Д.А. Анализ специфических рисков горнодобывающего предприятия Analysis of the specific risks of the mining enterprise.....	269
Корякина А.А. Управление программой инновационного развития отрасли газоснабжения и газификации брянской области Administration of the program of innovative development of the branch of gas supply and gasification of the bryansk region.....	270
Лексикова М.А. Развитие комплексных подходов к управлению экономической безопасностью промышленного предприятия	

Development of complex approaches to managing the economic safety of industrial enterprises..... 271

Соловьева В.М.

Экономическая оценка возможности реализации проектов комплексного использования минерального сырья (кимс) на арктических территориях

Economic evaluation of the possibility of implementation of complex use of mineral resources (cumr) projects on arctic territories..... 272

Табакова А.О.

Оценка экономического потенциала угледобывающего региона методом прямого счета

Assessment of economic potential carbon region direct account method..... 273

Менеджмент:

Бочарова С.В.

Роль технологии самоменеджмента в успешном построении карьеры у выпускников технических вузов

The role of self-management technology in successful career development for graduates of technical universities..... 274

Васильченко А.О.

Анализ методики отбора проектов в портфель нефтегазовой компании (на примере ООО «ГПН-Развитие»)

Analysis of the project selection technique in the portfolio of oil and gas company (on the example of LLC GPN-Development)..... 275

Горбенко С.К.

Совместная разработка углеводородных месторождений

Joint development of hydrocarbon deposits..... 276

Евсеева О.О.

Развитие методов оценки устойчивости крупномасштабных проектов по производству сжиженного природного газа

The development of methods of large-scale liquefied natural gas projects sustainability assessment..... 277

Челенкова Е.И.

Профориентация как фактор повышения качества формирования человеческого капитала в Кузбассе

Career guidance as a factor of human capital formation quality improvement in Kuzbass 278

Юнусова М.Р.

Разработка проекта развития нефтяной компании

Development of oil company development project..... 279

Системный анализ и управление:

Асадулаги М.М.

Функциональная модель гидрогеологического объекта управления с распределенными параметрами

Functional model of the hydrogeological controled object with distributed parameters... 280

Бандурова А.В.

Обоснование направления развития ремонтно-строительного предприятия ооо «интекстрой» методами системного анализа с использованием современных прикладных программ

Justification of the direction of development of construction and repair company

«intekstroy» llc by methods of system analysis using modern applied programs.....	281
Перегудина Э.С.	
Имитационная модель работы специализированного участка разгрузки автомобилей на предприятии (на примере ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»)	
Imitation model of specialized work plot of unloading of cars at the enterprise (on the example of Gazprom transgaz Saint-Petersburg).....	282
Пинчук Д.С.	
Тепловой методы борьбы с асфальтосмлопарафиновыми отложениями	
Thermal methods of control of asphalt-resin-paraffin deposits	283
Ширяева Е.Н.	
Проектирование процесса горячей прокатки на основе системного анализа	
Design of metal sheet hot rolling process based on system analysis.....	284
Информационные системы и вычислительная техника:	
Аммосов А.О.	
Потенциал применения технологии блокчейн в горной промышленности	
The potential of blockchain technology in the mining industry.....	285
Матрохина К.В.	
Управление трафиком в глобальных сетях на основе нечеткой логики	
Global networks traffic control based on fuzzy logic.....	286
Пальмин П.А.	
Разработка десктопного приложения системы service desk	
Development of desktop application of the service desk system.....	287
Родин А.К.	
Использование дополненной реальности на производственных объектах	
The usage of augmented reality on industrial enterprises.....	288
Тиньгаев Т.В.	
Разработка навигационного мобильного приложения для подземных сооружений	
Development of a navigational mobile application for underground structures.....	289
Фирсова А.К.	
Разработка комплекса сценариев автоматизации процессов управления и контроля системы IP-телефонии	
Development of a set of scenarios for automating the management and control of an IP telephony system.....	290

Секция 1. ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Прикладная геология

АНДРЕЕВА Е.В.

Санкт-Петербургский горный университет

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КАССИТЕРИТА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ФОРМАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОЛОВА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

ANDREEVA E.V.

St. Petersburg Mining University

CHEMICAL COMPOSITION CHARACTERISTICS OF THE CASSITERITE FROM HIGH-TEMPERATURE FORMATIONS ON AN EXAMPLE OF TIN DEPOSITS OF THE FAR EAST

Касситерит образуется на всех стадиях эндогенного рудообразования и концентрируется в россыпях. Важнейшими в промышленном отношении признаны высокотемпературные оловянные месторождения, образованные оловоносными гранитами, пегматитами и грейзенами. Актуальной проблемой является разработка критериев определения формационной принадлежности касситерита. Российскими и зарубежными исследователями установлено, что в месторождениях различных оловорудных формаций состав примесей в касситерите заметно отличается. В частности, для касситерита высокотемпературных формаций (гранитная, пегматитовая, касситерит-кварцевая) характерно изоморфное замещение олова редкими металлами в относительно высоком количестве.

Целью данной работы является изучение особенностей химического состава касситерита высокотемпературных формаций на примере ряда оловянных месторождений Дальнего Востока. В задачи исследования входит выявление типохимических признаков касситерита различного генезиса и их уточнение с использованием опубликованных результатов изучения касситерита других оловорудных провинций. Для исследования типохимических свойств на данном этапе работы были использованы аналитические данные по составу касситерита с месторождений формации оловоносных гранитов (Кестёр, Якутия; Санта-Барбара, Бразилия) и касситерит-кварцевой формации (Правоурмийское, Приамурье; Ближнее, Приамурье; Великан, Чукотка; Сан Кристо-баль, Испания). Имеющиеся данные были дополнены опубликованными результатами исследований состава касситерита. Химический состав касситерита определялся методами рентгеноспектрального микроанализа (EMPA) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Результаты исследования и опубликованные аналитические данные были обработаны по стандартной методике с построением тройных диаграмм состава касситерита и бинарных диаграмм изоморфных соотношений олова и элементов-примесей. В результате проведенных исследований получены следующие результаты. Касситерит месторождений пегматитовой и гранитовой формаций характеризуется корреляционным трендом, отражающим изоморфное вхождение тантала и ниобия в кристаллическую структуру касситерита: $3\text{Sn}^{4+} \rightleftharpoons 2(\text{Nb},\text{Ta})^{5+} + (\text{Fe},\text{Mn})^{2+}$. Поведение примесей в касситерите касситерит-кварцевой формации не так однозначно. Повышенные содержания Fe, Ti, W и др., могут указывать как на изоморфное вхождение данных компонентов, так и на наличие включений микроминералов в кристаллах касситерита.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.И. Алексеев

АРАКЕЛЯН А.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова

**РУДНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
БУРИНДИНСКОЕ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

ARAKELYAN A.A.

South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute)
named after M.I. Platov

**ZONING OF ORE DEPOSITS OF PRECIOUS METALS BURINDINSKOYE
(AMUR REGION)**

Для решения геологических задач часто используют компьютерный метод, он осуществляется с помощью специализированных программ, таких как Micromine, Datamine и др. Для создания данной статьи был использован программный комплекс ArcGis.

Рудная зональность исследовалась на вертикальной проекции рудного тела. Исходные данные - результаты химического анализа по пересечениям рудного тела разведочными скважинами.

Для построения карт распределения золота и серебра использовался метод обратно-взвешенных расстояний (ОВР). Анализ карт показывает струйный характер распределения повышенных содержаний. Области высоких содержаний золота и серебра пространственно совпадают. На проекции выделяются два рудных столба шириной около 50 м. Максимальные содержания локализованы на глубине до 100 м от поверхности.

На основе проведенных исследований будут внесены рекомендации в систему разведочных работ месторождения.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Г.С. Январёв

ВАЛИТОВ Ш.К.

Башкирский государственный университет

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА
МИНДИГУЛОВО (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

VALITOV SH.K.

Bashkir State University

**CONDITIONS OF FORMATION OF SILURIAN DEPOSITS OF THE
CUTTING OF MINDIGULOVO (SOUTH URALS)**

Изучаемый разрез располагается в складчатой области Южного Урала на правом берегу реки Белой в 2 километрах от деревни Миндигулово Бурзянского района Республики Башкортостан. В геологическом отношении он находится на западном борту Зилаирского синклинория, где развиты палеозойские отложения ордовикской, силурийской и девонской систем. В конце 50-х годов на территории исследования проводились литолого-стратиграфические работы, в ходе которых был отмечен интерес силурийских отложений с точки зрения условий их образования. В последующие годы при проведении научно-исследовательских, геолого-съёмочных и поисковых работ по изучению данного вопроса не уделялось должного внимания. Целью данной работы является детальное изучение условий формирования силурийских отложений на основе материалов полученных при проведении полевых работ и камеральной обработки полученных материалов. Выполнено макроскопическое описание разреза, сложенного глинистыми сланцами с зеленоватым оттенком и темно-серыми известняками. Обобщены результаты 41 силикатного анализа, описания 13 петрографических шлифов и 13 определений минерального состава термогравиметрическим методом.

В ходе интерпретации анализов глинистых сланцев установлено, что материнские породы подвергались умеренному химическому выветриванию, в составе которых присутствовали калиевые полевые шпаты. Определен минеральный состав глинистых сланцев, где породообразующим минералом является серицит. В процессе седиментации отложения подвергались рециклингу выше второго цикла. Осадконакопление происходило в условиях пассивной континентальной окраины, в придонной части бассейна седиментации существовали окислительные условия. Впоследствии породы были подвержены калиевому метасоматозу.

Петрографическое изучение известняков показало постепенное изменение условий осадконакопления в сторону обмеления бассейна седиментации. В начальный период формирование известняков происходило в фации некомпенсированной или заполненной впадины (по Дж. Уилсону) - формировались пелитоморфные разности. В последующем процесс осадконакопления происходил в шельфовой части, где накапливались вакстоуны с многочисленным органогенным детритом. В конце цикла преобладала фация передового склона, характеризующаяся известняками с текстурами осадочного будинажа (развальцевания), образованными при подводном оползании осадков.

Полученные материалы позволили существенно дополнить существовавшие ранее представления об условиях образования силурийских отложений и наметить эволюционную тенденцию развития осадочного бассейна седиментации этого времени.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Н.Н. Ларионов

ЗАХАРОВА А.А.

Санкт-Петербургский горный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ
ИЗУЧЕНИИ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

ZAKHAROVA A.A.

St. Petersburg Mining University

**USING THE METHODS OF MATHEMATICAL ANALYSIS IN THE STUDY
OF PETROGRAPHIC STRUCTURES**

Математический анализ структур – перспективное направление в петрографии, позволяющее находить различия в структурах пород, близких по составу и неразличимых классическим методом.

Математический анализ основан на определении вероятностей p_{ij} бинарных межзерновых контактов в n -минеральной горной породе. Распределение вероятностей можно представить в виде следующего равенства, где m_i, m_j – рассматриваемые минералы:

$$\sum_{i,j=1}^n p_{ij} m_i m_j = [m_1 m_2 \dots m_n] \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \dots \\ m_n \end{bmatrix} = 1$$

В матрице $[P_{ij}]$ заложены коэффициенты квадратичной формы, которой соответствует квадратичная поверхность в n -мерном пространстве, называемая структурной индикатрисой. Структурная индикатриса определяется путем приведения матрицы $[P_{ij}]$ к диагональному виду. Можно ввести принцип номенклатуры: структура S_n^m соответствует диагональной матрице D , в которой на n позициях стоят ровно m положительных единиц. Например, для биминеральной горной породы возможны два типа структур – S_2^1 (гиперболический тип) и S_2^2 (эллиптический тип).

Метод типизации петрографических структур по виду квадратичной поверхности можно применять для любого числа n минералов в горной породе, так как все операции с матрицами выполняются автоматически.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Ю.Л. Войтеховский.

ЛЕПШОКОВ Р.С.
Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова

**АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЙ
ЗОЛОТА В РУДНЫХ ТЕЛАХ №3 И №5 ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТРИН (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

LEPSHOKOV.R.S.
South-Russian State Polytechnic University
(Novocherkassk Polytechnic Institute) named after M.I. Platov

**ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE CONTENTS OF
GOLD IN ORE BODIES No. 3 AND No. 5 OF THE GOLD-SILVER DEPOSIT OF
KATRIN (AMUR REGION)**

Всё больше в производственной практике растёт роль программных методов решения геологических задач с помощью таких программ как Micromine, AutoCadi другие.

Для составления данной статьи был использован но-вейший программный комплекс Micromine.

С помощью инструментария программы были созда-ны объёмные и блочные модели рудных тел золото-серебряного метасоматического месторождения Катрин (Амурская область)по методике, применяемой при работе в программном пакете.

По итогам пространственной визуализации и блоч-ного моделирования был произведён анализ пространствен-ного распределения содержаний золота и попутного ему серебра, а также пересмотрена система образования данного месторождения.

На основе выдвинутой в статье гипотезы о характере минерализации и локализации источников флюидов, будет предложены корректировки в систематике разведоч-ных ра-бот, далее проанализирована их эффективность.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Г.С. Январёв

МЕЛЬНИЧЕНКО И.А.

Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС»

**ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ**

MELNICHENKO I.A.

National University of Science and Technology «MISIS»

**DYNAMIC MODELING OF DEPOSITS BASED ON ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS**

В настоящее время перед современной горной промышленностью стоят большие вызовы такие как создание цифровых двойников предприятий горно-металлургического комплекса

Использование интеллектуальных методов анализа геологической информации является основным трендом развития современного цифрового горного производства, среди них необходимо выделить искусственные нейронные сети. В настоящее время существует множество моделей искусственных нейронных сетей, которые позволяют реализовывать многовариантное моделирование.

На сегодняшний день удалось распознать рудные типы свинцово-цинкового месторождения на разрезах и объемных моделях МПИ. Обучение искусственной нейронной сети на массиве геологоразведочных данных (834 пробы). Выборка данных была распределена следующим образом: 70% обучающая, 15% тестовая и 15% контрольная. Результаты моделирования показали хороший процент распознавания, он составил 92% (115 проб из контрольной выборки) правильно определенных типов пород.

С помощью искусственных нейронных сетей стало возможно сократить время обработки геологической информации при постоянном повышении ее достоверности.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Ческидов

МОНТЕЙРО ДЖОАНА СИМАО ДИАС
Российский Университет Дружбы Народов

**ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИМБЕРЛИТОВОЙ
ТРУБКИКАТОКА (АНГОЛА)**

MONTEIRO JOANA SIMAO DIAS
People Friendship University of Russian

**PETROCHEMICAL FEATURES OF KIMBERLY PIPE CATOCA FROM
ANGOLA**

В работе предлагается петрохимическая описание кимберлитов трубки Катока и особенности их изменение в плане и в разрезе на основе последних данных разведки месторождения. Результаты получены по итогам производственной геологической практике на месторождении.

Кимберлитовая трубка Катока располагается на северо-востоке Республики Ангола в северо-западной части провинции Южная Лунда (Lunda Sul).

В структурно-тектоническом плане изучаемую района расположен в юго-западной части кристаллического щита Кассаи архейское-протерозойского возраста с примыкающим к нему бортом мезо-кайнозойской впадины Конго.

Наиболее контрастно проявляется полимодальность в содержаниях Al_2O_3 и MgO , в меньшей степени SiO_2 и TiO_2 , что отражает неоднородность изучаемой совокупности химических составов.

Совокупность химических составов может быть разделена, с учетом объективно существующих границ, на 4 петрохимических группы составов: кимберлитовые двух типов (А и Б), магнезиально-кремнистую и кремнистую.

Последовательность кимберлитовых пород групп Б и А и магнезиально-кремнистых составов иллюстрируют развитие процессов гипергенного изменения кимберлитов. К наименее измененным относятся составы пород группы Б, отвечающих порфировым и кластопорфировым кимберлитам.

Кимберлитовые составы группы А в общем очень близки к составам «классических» кимберлитов, но отличаются от последних значительно проявленными гипергенными изменениями.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.Ю. Абрамов

РАХМАТУЛЛИН Т.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРОНОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ТРУДНОДОСТУПНЫХ УЧАСТКОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБНАЖЕНИЙ**

RAKHMATULLIN T.R.

Kazan (Volga Region) Federal University

**OPPORTUNITIES FOR USE OF DRONES IN THE STUDY OF DIFFICULTY
AVAILABLE PLOTS OF GEOLOGICAL DETECTIONS**

Технический прогресс в настоящее время развивается большими темпами. Способы отображения информации становятся все больше. Информация становится все более понятней и интуитивнее в восприятии. Так и в геодезии.

Сейчас геологические памятники Татарстана задокументированы в виде описания на бумаге или электроном носителе. В своей работе я рассматриваю методы сканирования и расчета данных для создания цифровой модели обнажения.

Фотограмметрия или фотомоделирование — это технология, благодаря которой трехмерная цифровая поверхность может быть восстановлена из серии фотографий. Он часто используется для создания высокоточных 3D-моделей объектов реального мира.

Существуют следующие основные методы сканирования: Лазерное, использование дронов, использование планеров (БПЛА), космические снимки, наземная съемка с использованием фотоаппарата.

В своей работе я использовал беспилотные летательные аппараты и дроны. Для проведения Фотограмметрии был собран БПЛА на базе планера и использованы промышленные дроны: dji phantom2, dji phantom3, dji mavсpro.

БПЛА, перечисленные выше, могут летать от 15 до 30 минут, что обычно достаточно для сбора не менее 200 — 400 фотографий объекта или ландшафта, также к ним имеются и сменные аккумуляторы что увеличивает объемы съемки.

Для того чтобы получить качественную 3D модель необходимо делать фотографии со всех сторон и ракурсов с наложением в 80%

Для обработки данных использовалось программное обеспечение Agisoft's Photoscan.

После всех манипуляций готовую модель можно экспортировать и использовать в любых 3D редакторах.

Производными данных обработки являются цифровая модели рельефа и ортофотоплана местности, а также ортосрез и модель рельефа поверхности в плоскости обнажения. Последние являются растровыми данными для дальнейшего литологического анализа и имеют пространственное разрешение ортосрез 0,0056 м для текстурного среза и 0,022 м для рельефа поверхности.

Использование дронов в Фотограмметрии имеет большие преимущества:

- Доступность во все места труднопроходимой местности
- Любое разрешение снимков
- Удобен и легок в управлении, простая настройка, готовность к работе сразу после включения.
- Возможность установки, помимо камеры, других сенсоров и датчиков

Научный руководитель: ассистент А.В. Старовойтов

САЛИМГАРАЕВА Л.И.

Санкт-Петербургский горный университет

**ГЕОХИМИЯ РЕДКИХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГРАНАТАХ ИЗ
ЭКЛОГИТОВ КОМПЛЕКСА БЕРГЕН АРКС, ЮЖНАЯ НОРВЕГИЯ**

SALIMGARAEVA L.I.

St. Petersburg Mining University

**GEOCHEMISTRY OF RARE AND RARE EARTH ELEMENTS IN GARNET
FROM ECLOGITES OF THE BERGEN ARCS COMPLEX, SOUTH NORWAY**

Гранаты, как наиболее устойчивые порообразующие минералы высокобарических метаморфитов, являются важнейшей группой минералов для реконструкций истории развития сложных полиметаморфических комплексов. Комплекс Берген Аркс является частью каледонского орогена на западе Норвегии. Протолитом комплекса служат преимущественно анортозиты, метаморфизованные в гранулитовой фации в неопротерозое [Boundy et al., 1977]. Процессы эклогитизации каледонского возраста проявлены в так называемых shear-зонах различной мощности. Данная работа посвящена изучению химического состава гранатов из эклогитов комплекса Берген Аркс и его связи с разными стадиями метаморфизма.

Гранаты из гранулитов не проявляют зональности, и их состав практически постоянен. Гранаты из эклогитов же имеют каймы, резко отличающиеся по составу как главных, так и редких компонентов. Центральные части гранатов из эклогитов соответствуют по своему составу гранатам гранулитов.

Каймы гранатов из эклогитов отличаются повышенным содержанием альмандинового и спессартинового минералов и пониженным – пиропового, что качественно указывает на понижение температуры метаморфизма. Составы центральной и краевой (каймы) частей гранатов достаточно контрастны, что говорит о резкой смене параметров метаморфизма и интенсивном воздействии флюида в процессе перекристаллизации граната [Pollok et al., 2008]. Каймы, помимо всего прочего, резко обеднены Ti и Cr и обогащены Y. Поведение Y тоже может указывать на понижение температуры метаморфизма. Кроме того, контрастность состава краевых зон гранатов по редким элементам свидетельствует об относительно кратковременном проявлении эклогитового метаморфизма. Спектры REE в каймах гранатов соответствуют типичным спектрам эклогитовых гранатов [Скублов, 2005].

Таким образом, доказывается гетерогенность гранатов из эклогитов, что следует в дальнейшем учитывать, например, при датировании эклогитового метаморфизма Sm-Nd методом.

Список литературы

Скублов С.Г. Геохимия редкоземельных элементов в порообразующих метаморфических минералах. СПб: Наука. 2005. 147 с.

Boundy T.M., Mezger K., Essene E.J. Temporal and tectonic evolution of the granulite - eclogite association from the Bergen Arc, western Norway // *Tectonophysics*. 1997. V. 39. P. 159-178.

Pollok K., Lloyd G.E., Austrheim H., Putnis A. Complex replacement patterns in garnets from Bergen Arcs eclogites: a combined EBSD and analytical TEM study // *Chemie der Erde – Geochemistry*. 2008. V. 68. P. 177-191.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор С.Г. Скублов

ЮРКОВА М.В.

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ
СНИМКОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВЕТЛОЕ
(ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

YURKOVA M.V.

Tomsk Polytechnic University

**GEOLOGICAL DECRYPTION MULTISPECTRAL IMAGES BY THE
EXAMPLE OF DEPOSIT SVETLOE (KHABAROVSK REGION)**

В работе излагается методика геологического дешифрирования спектрально-зонных снимков на примере эпитеермального золото-серебряного месторождения Светлое (Охотский район, Хабаровский край), в результате которого выделяются геологические тела и структуры, что позволяет прогнозировать месторождения полезных ископаемых на изучаемой территории. Дистанционный метод геологического исследования на сегодняшний день является одним из ключевых методов выявления особенностей геологического строения труднодоступных районов. Преимущество методики состоит в том, что при обработке мультиспектральных данных дистанционных съемок и правильной их интерпретации в пределах изучаемой территории можно выделить области метасоматически измененных пород, наличие которых является поисковым признаком оруденения.

Предложенный метод геологического дешифрирования заключается в обработке малоканальных космических систем Landsat ETM+ путем расчета спектральных индексов в геоинформационной системе ArcGIS. Для этого проводится предварительная обработка данных, включающая: создание многозонального снимка из моноканальных первичных материалов; приведение к единым пространственному и радиометрическому разрешениям; топографическую нормализацию. Спектральные индексы вычисляются с применением алгебраических операций над калиброванными значениями из разных спектральных диапазонов снимка. По результатам расчета спектральных индексов и их геологической интерпретации возможна геометризация геологических тел и определение их вещественного состава. Данная методика применялась автором для изучения геологического строения месторождения Светлое, которое расположено в Ульинском прогибе Охотской ветви Охотско-Чукотского вулканического пояса, выполненном вулканитами среднего и умеренно-кислого состава мелового возраста. Пространственное положение рудных залежей в пределах месторождения контролируется многофациальным массивом вторичных кварцитов. С помощью рассчитанных спектральных индексов были определены области распространения вторичных кварцитов и пропилитов, закартированы кольцевые вулканические структуры и тектонические нарушения, положение которых точно коррелируют с данными геолого-съёмочных работ.

Отметим, что метод геологического дешифрирования с применением спектрально-зонных космических снимков достаточно прост в применении и не требует значительных затрат. При этом, получение детальных особенностей геологического строения района изучения позволяет целенаправленно проектировать поисковые работы месторождений полезных ископаемых в пределах выявленных площадных метасоматических ореолах, увеличивая эффективность геологоразведочных работ.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Л.А. Краснощекова

ЮСУПОВА А.В.

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова (МГУ)

**МЕТАСОМАТИТЫ И РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ
ТОПЬ И ЛУЧИК БАИМСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ, ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА**

YUSUPOVA A.V.

M.V. Lomonosov Moscow State University

**METASOMATIC AND MINERALIZATION OF THE TOP AND THE
LUCHIK ORE MANIFESTATIONS (BAIMKA ORE ZONE, WESTERN CHUKCHI)**

Целью работы является характеристика минералогических особенностей метасоматитов и руд проявлений Топь и Лучик в северной части Баимской рудной зоны, Западная Чукотка.

Проявление Топь расположено в 15 км к северу от месторождения Песчанка и приурочено к западному эндо- и экзоконтактам егдыкгычского массива, который представлен в этой части габброидами и монцодиоритами. В результате пропилитизации пироксен и амфибол магматических пород преимущественно превращены в агрегаты эпидота, клинохлора, магнезиогорнблендита и актинолита, в которых локально сохранились первичные минералы. Пропилиты рассеяны прожилками с пренитом, натролитом и шабазитом. Главными рудными минералами проявления являются пирит, халькопирит, сфалерит, галенит; к редким относятся молибденит, самородное золото, гессит, петцит. Пирит образует выделения размером до нескольких сотен микронов. В нем наблюдаются вросстки халькопирита, теллурувисмутита, пирротина и селенистого галенита. Пирит содержит примесь Co (0.44 а.ф.) и Ni (0.06 а.ф.). Сфалерит (клеюфан) слагает выделения размером первые сотни микронов. Минерал характеризуется низким содержанием Fe (2.56 масс. %), содержание Cu не превышает 1.29 масс. %, концентрация Cd и Mn до 0.67 масс.% и 0.08 масс. % соответственно. Гессит, петцит и самородное золото представлены мелкими выделениями размером до первых десятков микронов. Самородное золото выполняет трещины в гессите.

Проявление Лучик расположено в 25 км к северо-востоку от месторождения Песчанка. Большую часть площади проявления занимают выходы интрузивных пород егдыкгычского комплекса: габброиды, сиениты и монцодиориты. Гидротермальные метасоматиты представлены в основном пропилитами и в меньшей степени биотит-калишпат-кварцевыми и кварц-серицит-хлоритовыми породами. Пропилиты сложены амфиболом, хлоритом, калиевым полевым шпатом, альбитом, кальцитом, редко отмечается эпидот; акцессорные минералы - титанит и магнетит. Главными рудными минералами сульфидных прожилков являются пирит, марказит и халькопирит; к редким относятся молибденит и сфалерит. Установлен пирит двух типов. Первый тип образует выделения размером до нескольких сотен микронов и содержит незначительное количество Co (0.44 масс.%) и Ni (0.06 масс.%). Второй тип представлен более крупными зональными зернами. Зональность обусловлена колебаниями содержания As (от 0.04 до 2.86 масс.%). Также наблюдаются зональные кристаллы пирита, обрастающие ртуть-содержащим тетраэдритом (Hg 5.84 масс.%). Кристаллы марказита наблюдаются рядом с кальцит-доломитовыми прожилками, т.е. они поздние. Обнаружены кристаллы марказита с вростками арсенопирита с примесью Sb (2.72 масс.%).

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.А. Бакшеев

Гидрогеология, инженерная геология и геофизика

БОРИСОВ А.В.

Уральский государственный горный университет

СОЗДАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЕЗОННОГО ОТТАИВАНИЯ ГТС

BORISOV A.V.

Ural state mining University

CREATION OF GEODYNAMIC MODEL OF SEASONAL THAWING GTS

Цель работы: изучение процессов фильтрации и сезонного оттаивания ГТС на основе, созданной по результатам комплексных работ, геодинамической модели. Актуальность темы обусловлена регулярными чрезвычайными ситуациями на водных объектах Якутии, которые иногда влекут за собой человеческие потери.

Комплекс методов изучения ГТС включает в себя термометрию, пьезометрию, электроразведку (метод электротомографии) и измерения температуры воздуха. Изменение температуры ГТС сопровождается изменением физических свойств горных пород. Измерения проводят 3 раза в год.

Объект изучения 2012 – 2018 гг. накопитель минерализованных вод на руч. Алысардах. ГТС - каменно-земляная плотина - насыпная, неоднородная, таломерзлая, максимальная высота – 35,5 м, длина по гребню – 1010 м, ширина гребня – 10 м. Основное тело плотины отсыпано из скальной вскрыши мергелей и диабазов. В основании откосов плотины из диабазового щебня отсыпаны верховая и низовая банкетные призмы. Низовая банкетная призма выполняет дренажные функции. Центральная часть дамбы сложена песком средней крупности, через которую осуществляется проникновение фильтрационного потока технических вод из водохранилища.

На участке исследований пройдено 6 электроразведочных профилей: на плотине накопителя минерализованных вод, в левобережном примыкании пруда-накопителя и в береговых примыканиях руч. Алысардах. По результатам измерений по профилям были построены разрезы кажущегося сопротивления грунтов и планы изоом на глубинах с интервалом 10 м. По данным термометрических скважин были построены температурные разрезы.

В результате построена геодинамическая модель накопителя минерализованных вод, которая описывает изменение фильтрационных потоков и сезонного оттаивания пруда накопителя на руч. Алысардах. Данная модель послужит основой для изучения процессов на двух десятках ГТС в данном районе.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.Б. Виноградов

БУЛАХОВА К.Я.

Санкт-Петербургский горный университет

**ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

BULAKHOVA K.YA.

St. Petersburg Mining University

**NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF UNDERGROUND
WATERS FORMATION IN THE NORTHERN PART OF THE REPUBLIC OF
CRIMEA**

Сложная экологическая ситуация отмечается в северной части Крымского полуострова. Мониторинговые наблюдения за качеством атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов говорят об ухудшения состояния окружающей среды. Одна из причин изменения качества природной среды связана с деятельностью горно-химического производства. В северной части полуострова сосредоточены крупные предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых, такие как Перекопский Бромный Завод (АО «Бром»), ПАО «Крымский Содовый Завод» и ООО «Титановые Инвестиции». Участок исследования расположен вблизи территории ООО «Титановые Инвестиции».

В настоящее время наблюдается ухудшения качества подземных вод. Изменение химического состава вод четвертичных отложений от сульфатно-хлоридного магниевонатриевого к хлоридно-сульфатному натриевого типу сопровождается увеличением концентрации сульфат-иона, что приводит к повышению минерализации, и как в следствии засолению почв и изменяю экосистемы. Для основного эксплуатационного сармат-мэотис-понтического водоносного комплекса, также отмечается изменение химического состава вод, при этом происходит увеличение минерализации, за счет роста концентрации хлорид-иона.

Изучение современных гидрогеохимический условий подземных вод, позволяет охарактеризовать актуальные природные и антропогенные факторы формирования вод.

Одной из причин формирования современного химического состава вод сармат-мэотис-понтического комплекса является подтягивание метаморфизованных вод из нижних толщ комплекса, что приводит к повышению величины минерализации. Формирование сульфатных вод прежде всего связано с особенностями геологического строения, а именно с огипсованностью четвертичных отложений и наличием гидравлической связи с вышележащими водоносными горизонтами. Техногенный фактор влияет на формирование сульфатных вод, антропогенное воздействие связано с близким расположением кислотонакопителя, содержащим серные стоки.

В исследовании проведено моделирование процессов взаимодействия подземных вод четвертичных отложений с горными породами в закрытой системе вода-горная порода. Гидрогеохимическое моделирование проводилось с помощью программы PHREEQC. По результатам моделирования был рассчитан параметр насыщенности подземных вод минералами. Современная система вода-порода находится в равновесном состоянии с кварцем и каолинитом, при этом наблюдается перенасыщение вод гипсом. Неравновесное состояние с гипсом, приводит к образованию твердой фазы, в виде кристаллов гипса, что подтверждается натурными наблюдениями.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор С.М. Судариков

ГИЛЬМУТДИНОВ А.И.
Казанский (Приволжский) федеральный университет

СКВАЖИННЫЙ КАРОТАЖ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

GILMUTDINOV A.I.
Kazan Federal University

LOGGING WHILE DRILLING

В данной работе рассматривается эффективность применения скважинного каротажа в процессе бурения в сравнении с автономным каротажем на бурильных трубах и аппаратурно-методическим комплексом Горизонт на примере Онбийского месторождения. За последние 10 лет объем бурения в России вырос более чем в два раза, обеспечив значительное увеличение добычи нефти [1]. В свою очередь, объем горизонтального бурения вырос более чем в 4,3 раза [2]. В этих условиях на первый план выйдут задачи, связанные с повышением эффективности строительства скважин, а также с совершенствованием взаимодействия заказчиков и подрядчиков. В связи с этим потребность в системах каротажа в процессе бурения только будет возрастать. Также хотелось бы отметить, что в ООО «ТНГ-Групп» разрабатывается система каротажных модулей, применяемых во время бурения. Цель создания такой системы – получение информации о скважине в режиме реального времени для оперативного управления бурением и повышение эффективности ГИС за счет исследования незатронутого внешними условиями пласта [3]. Скважинный каротаж в процессе бурения состоит из модулей: нейтрон-нейтронного каротажа, трехзондового псевдобокового каротажа, электромагнитного каротажа и модуля гамма-гамма каротажа. В схеме зонда используются три генераторные и две приемные катушки.

Исследования проводились на Онбийском месторождении, объект исследования башкирский горизонт. В результате получили, что модули нейтрон-нейтронного каротажа и электрического каротажа даже при неблагоприятных условиях хорошо коррелируется с каротажем, проведенным ранее, что говорит о пригодности прибора для исследований в горизонтальных скважинах.

Перспективы развития данного метода связаны с шельфовыми проектами и бурением на сверхглубокие горизонты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ананенко С., Гнибиди В., Рудницкий С. Российский рынок бурения в 2017 году: Рыночные перспективы и управленческие вызовы [Электронный ресурс] // URL: <https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2017/04/03-The-Russian-Drilling-Market-in-2017-The-Market-Outlook-and-Management-Challenges.pdf> (дата обращения: 15.06.2018).
2. Обзор рынка буровых услуг в России [Электронный ресурс] // URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-september/1165342/> (дата обращения: 15.06.2018).
3. Разработка программно-методического обеспечения обработки и интерпретации материалов ГИС, зарегистрированных в процессе бурения: Отчет о НИР/НТУ ООО ТНГ-Групп; Руководитель: В.А. Екименко, В.С. Дубровский Отв. исп: М.Я. Аглиуллин В.В.Костылев А.Г. Гайван; г. Бугульма, 2015 г.

Научный руководитель: старший преподаватель С.И. Петров

ДРЕБОТ В.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**ГЕОХИМИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД РАЙОНА ТОРЕЙСКИХ ОЗЕР
(ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

DREBOT V.V.

Tomsk Polytechnic University

**GEOCHEMISTRY OF NATURAL WATERS IN THE AREA OF TOREY LAKES
(EASTERN TRANSBAIKALIA)**

На пути формирования химического состава подземные воды проходят несколько этапов. Среди них атмосферный, биогенный, литогенный и испарительный. Однако степень воздействия каждого контролируется также природными условиями территории. В этой связи особый интерес представляет изучение геохимии подземных вод района Торейских озер, где в пределах сравнительно небольшой площади (около 3000 км²) благодаря засушливому климату и наличию трещиноватых вулканогенных структур, обеспечивающих смешение вод, сформировались весьма разнообразные по составу подземные воды. Чтобы разобраться с природой такого разнообразия, была поставлена задача изучить химический состав вод и характер их равновесия с минералами вмещающих пород на каждом из этапов. Для этого по данным химического опробования 2017–2018 гг в количестве 41 пробы воды (28 подземные, 10 озерные, 3 атмосферные осадки) был проведен сравнительный анализ. Так, на атмосферном этапе образования воды являются слабокислыми и нейтральными с минерализацией не более 0,05 г/л и находятся на стадии формирования гиббсита. По составу осадки HCO₃-Na. По достижении водами взаимодействия со вмещающими породами начинается литогенный этап. Принципиальное отличие здесь имеет химический состав подземных вод водосборного бассейна Торейских озер и вод за его пределом. Так, первые являются преимущественно HCO₃-Ca по составу, ещё пресными и достигают равновесия с различными монтмориллонитами и гидрослюдой. Эти воды по сравнению со вторыми являются менее щелочными с pH (7,7 – 8,3) с меньшей минерализацией (0,3 – 1,0 г/л). В то время как подземные воды водосборной площади отличаются более высоким pH (8,3 – 8,8) и солёностью (0,5 – 3,3 г/л). Рост минерализации и pH здесь может быть связан с понижением абсолютных отметок рельефа на водосборной территории по мере приближения к Торейским озерам, а значит большим временем взаимодействия с породами. Среди макрокомпонентов здесь преобладают Na⁺, HCO₃⁻, а с ростом минерализации >3 г/л SO₄²⁻ является основным анионом. Cl⁻ в значимых количествах присутствует при солёности >2 г/л. А согласно полученным в ходе термодинамических расчетов данным, эти воды по достижении равновесия относительно карбонатов, которые уводят из воды Ca²⁺ и Mg²⁺, становятся HCO₃-Na (содовыми). Испарительный этап формирования подземных вод является ключевым для исследуемой территории. Прежде всего он оказывает огромное воздействие на формирование химического состава озёрных вод Na-SO₄ или Na-Cl по составу с минерализацией до 131 г/л, а pH – до 10, с которыми наблюдается постоянное смешение. Кроме того, в зоне континентального засоления накопление соды в растворе происходит до тех пор, пока не подавляется солями испарительной конденсации, т.е. до накопления солей в количестве 4 г/л и более. Поскольку солёность подземных вод не превышает 3,3 г/л, в ходе метаморфизации их химического состава до исследуемой глубины Cl-Na воды не встречены, только содовые.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент О.Е. Лепокурова

КУЛАКОВА Н.В.
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

**ВЫБОР УРОВНЯ ПРИВЕДЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА СКОРОСТНЫХ
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА**

KULAKOVA N.V.
Perm State University

**THE CHOICE OF THE LEVEL OF COERCION TO ACCOUNT FOR THE
VELOCITY HETEROGENEITIES IN THE UPPER PART OF THE SECTION**

В данной работе рассматривается важность выбора уровня приведения при расчете статических поправок. Введение статических поправок в сейсмические записи обеспечивает эффективность последующих процедур их преобразования и корреляции полезных волн на сейсмограммах и динамических разрезах.

Для того чтобы с помощью статических поправок учесть неоднородности, имеющиеся на ниже стандартного уровня приведения (в Пермском крае обычно используют уровень приведения +100) нами было принято решение рассчитать поправки и до уровня +50 м, для того, чтобы проследить, как будет изменяться вид суммарного временного разреза.

В роли объекта исследования была выбрана одна из структур Пермского края, которая расположена в пределах Соликамской депрессии Предуральского краевого прогиба и имеет сложное строение. Поднятие представляет собой слой рыхлых четвертичных отложений, ниже которого залегает слой пестроцветной толщи, характеризующийся своей скоростной неоднородностью и выклиниванием слоя в западной и юго-восточной частях территории.

В ходе работы были построены карты мощности и распределения скорости в пестроцветной толще, вычислены статические поправки до уровней приведения +100 и +50 м, построены карты и графики поправок, построены суммарные временные разрезы. По картам можно выделить зоны с повышенными значениями в юго-восточной части площади, где отметки рельефа достигают максимальных значений. Принципиальных различий по картам не выделяется. Кроме того, из графиков статических поправок видно, что они идеально повторяют форму и лишь смещены относительно друг друга.

Построение суммарного временного разреза с вводом статических поправок, полученных до различных уровней приведения, осуществлялось в системе обработки сейсмических данных SeismicProcessingSystemfor PC (Н.А. Голярчук).

Для того чтобы полученные временные разрезы можно было сравнить и оценить, было принято решение использовать один и тот же граф обработки, который включал в себя процедуру автоматической регулировки амплитуд, ввода статических поправок и кинематических поправок. В обоих случаях использовался один и тот же скоростной закон.

В результате были получены суммарные временные разрезы. На разрезах можно отчетливо проследить отражающие горизонты. Кроме того, разрезы очень схожи между собой и не имеют явных различий, что говорит о том, что полученные статические поправки до уровня приведения +50 не улучшили качество временного разреза.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Спасский

ЛОХМАТИКОВ Г.А.

Санкт-Петербургский горный университет

**О РОЛИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГЛИН В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

LOKHMATIKOV G.A.

St. Petersburg Mining University

**ABOUT INFLUENCE OF FISSURING IN CLAYS IN THE ENGINEERING
GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL RESEARCHES**

О глинах писал ещё М.В. Ломоносов в своём труде «О слоях земных». Анализ ряда аварийных ситуаций на объектах, основанием или вмещающей средой для которых служат глины, показал, что во многих случаях трещиноватости данных пород не было уделено должное внимание вследствие господствующего мнения об их однородности и непроницаемости. Интересна история изучения трещиноватости глинистых пород в условиях их естественного залегания. Впервые, по данным литературных источников на наличие трещин в глинах и их влияния на вопросы устойчивости и проницаемости обратили в Великобритании в первой половине XIX века, однако публикации носили единичный характер. Только после печати в 1936 г. труда Карлом Терцаги, в этом направлении начались систематические исследования. Коллектив учёных под руководством Скемптона подчеркивал, что наличие трещин характерно для переуплотнённых глин. Работы на данную тематику ведутся и сегодня, отдельного упоминания заслуживают материалы итальянских исследователей о глинах юга Апеннин.

Исследования в России были начаты позже. О трещиноватости четвертичных глин указывалось в работах С.А. Яковлева. Позднее в материалах Б.П. и В.Б. Асаткиных приводились данные о системах трещин в кембрийских глинах Ленинградской области. Параллельно с работами Асаткиных на Урале были начаты исследования трещиноватости Г.Л. Фисенко, продолженные впоследствии на многочисленных карьерах Советского Союза. Эти исследования проводились в связи оценкой длительной устойчивости бортов карьеров, и по итогам сотен полевых работ был предложен коэффициент структурного ослабления. Трещиноватость юрских глин Подмосковья исследовалась А.Я. Егоровым, отдельно стоит отметить оценку трещиноватости хвалыньских глин Поволжья с точки зрения их проницаемости, проведенную Е.М. Рыжковым. Очевидно, что направление исследований определяет изучаемые аспекты трещиноватости глинистых грунтов. В процессе гидрогеологических исследований определяется проницаемость и возможность фильтрации через глины. Так, при проходке и эксплуатации тоннеля метро между станциями Елизаровская и Ломоносовская наблюдалась интенсивная фильтрация вод в выработку, пройденную в плотных вендских глинах, особенно на участках палеодолин, где породы наиболее трещиноваты. По результатам проведенных исследований на кафедре ГиИГ горного университета коэффициент фильтрации таких глин увеличивался до 10^{-1} – 10^{-2} м/сут. Анализ большого количества аварийных ситуаций, проведенный на кафедре, показал, что трещиноватость глин снижает их прочность в массиве более чем в 2 раза, деформационная способность возрастает при этом почти на порядок. Было установлено, что для учёта микротрещиноватости породы образцы необходимо исследовать в стабилометре, для макротрещиноватости – проводить крупномасштабные полевые исследования, а в случае нереализуемости последних использовать коэффициент структурного ослабления, предложенный Г.Л. Фисенко.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Р.Э. Дашко

Геология нефти и газа

АНТИПОВА О.А.

Российский государственный университет
(национальный исследовательский университет)
нефти и газа имени И.М. Губкина

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ МОШАКОВСКОЙ СВИТЫ ЗОНЫ АНГАРСКИХ СКЛАДОВ

ANTIPOVA O.A.

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

LITOFACIAL MODELS OF RESERVOIR ROCKS OF THE MOSHAKOV FORMATION WITHIN THE ANGARA FOLDS ZONE

Основной объем разведанных запасов углеводородов в пределах юга Сибирской платформы связан с неопротерозойскими терригенными отложениями. Большинство открытых месторождений в этих отложениях сосредоточено на востоке, в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы. На юго-западной окраине Сибирской платформы (в пределах Байкитской антеклизы и зоны Ангарских складов) эти отложения являются перспективным объектом для поисков и разведки месторождений нефти и газа, что подтверждено открытием Оморинского, Ильбокичского, Имбинского, Абаканского месторождений. Освоение запасов углеводородов в этих отложениях осложняется высокой степенью их геологической неоднородности, фациальной изменчивостью, непостоянством мощности и стратиграфического объема. В связи с этим, открытие месторождений и эффективное освоение запасов углеводородов в отложениях юго-западной окраины Сибирской платформы во многом связано с прогнозом пространственного размещения пород-коллекторов, а также их структурно-вещественных характеристик.

Объектом исследований являются вендские отложения мошакловской свиты юго-западной окраины Сибирской платформы. Комплекс разномасштабных литологических исследований включал в себя исследования текстуры, структуры, минерального состава пород, структуры пустотного пространства пород-коллекторов методами оптической и растровой электронной микроскопии, микрозондового анализа и рентгеновской томографии. В настоящей работе установлено, что в пределах исследуемого региона отложения мошакловской свиты преимущественно представлены красноцветными песчано-алевритовыми и алевро-глинистыми разностями, в меньшей степени, карбонатными и сульфатными отложениями. Выявлено, что в мошакловское время процессы седиментации осуществлялись в пределах аллювиально-дельтовой равнины и в условиях мелко-водноморского бассейна. В разрезе отложений мошакловской свиты выделено три крупных седиментационных циклита, имеющих регрессивное строение. Разрезы этих отложений в разных структурных зонах не сильно отличаются по своему стратиграфическому объему, однако отличаются друг от друга по своей мощности, литологическим и геофизическим характеристикам. В работе представлены результаты стадийного анализа вторичных преобразований пород-коллекторов мошакловской свиты в зоне Ангарских складов. Установлено, что вторичные преобразования существенно изменили первичную структуру пустотного пространства природного резервуара, который представляет собой сложную филь-трационно-емкостную систему. Выявлено, что породы-коллекторы относятся к поровому и порово-трещинному типам.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор О.В. Постникова

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «Х»

AYUPOV A.R.
Gubkin Russian State university of oil and gas

GEOLOGICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF THE «X» FIELD

Аннотация: В процессе доизучения залежи произведён перерасчёт геологических запасов используя метод стохастического моделирования. Три различные стратегии разработки месторождения были запланированы на основе трех стандартных вероятностей запасов (P10, P50, P90).

Ключевые слова: пересчёт запасов, неопределённости, Монте-Карло, переходная зона.

При всей важности надежного определения геолого-технических параметров удивительным является то, что в большинстве современных нефтяных компаний до сих пор слишком мало внимания уделяется контролю и улучшению качества оценок [1].

В рамках данной работы была создана геологическая модель Месторождения X используя метод стохастического моделирования в ПО Petrel. При анализе исходных данных (скважинная информация) было определено, что ВНК в залежи А имеет разную высоту, а также закономерность, с которой изменяется водонасыщенность, неравнозначна для разных участков залежи. Этот факт может свидетельствовать о различных значениях капиллярных давлений и, как следствие, различная толщина переходной зоны. седиментологической точки зрения резервуар «А» сформировался в регрессионный цикл и представляет собой шельфовую часть клинофрмы (клиноциклита).

На момент оперативного подсчета запасов была пробурена 1 скважина и имелась 2D сейсморазведка. Отсутствие достаточного количества данных на залежи создало ряд неопределенностей (рисунок 1). На данный момент, месторождение находится на стадии доразведки и пробурено несколько скважин и проведены 3D СРР для снятия ключевых неопределенностей. Эти данные были использованы в работе.



Рисунок 1 - Влияние неопределенностей на величину геологических запасов Месторождения X

В данной работе был произведен пересчет геологических запасов с учетом полученных данных о пределе степени влияния неопределенности на результат.

Список использованной литературы

1. Роуз Питер Р. Анализ рисков и управление нефтегазопроисводческими проектами – М.-Ижевск: НИЦ «РХД», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. – 304 с.

ИБАТУЛЛИН А.Х.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПОСТРОЕНИЕ 1Д-2Д ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ
ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МИРНОГО УЧАСТКА**

IBATULLIN A.
St. Petersburg Mining University

**BUILDING 1D-2D GEOLOGICAL MODEL, FOR THE PURPOSE OF
EVALUATING PERSPECTIVE OIL AND GAS POWER OF A MIRNOYE AREA**

Наличие куполовидной структуры является одним из ключевых условий формирования залежи. Но одна она не дает полного представления о скоплении УВ в интересующей территории.

В данном докладе описана методика выявления перспективных зон нефтегазоносности и принятия решения о вовлечении территории в проект геологического изучения.

На основе расчета ресурсного потенциала и анализа геологических рисков была произведена оценка целесообразности проведения ГРП, построено дерево решений и произведен анализ ценности информации.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ю.В. Нефёдов

НЕЧАЕВА А.С.

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

**АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ В НИЖНЕПЕРМСКОМ
НЕФТЕГАЗОНОСНОМ КОМПЛЕКСЕ СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ**

NECHAEVA A.S.

Perm national research polytechnic university

**ANALYSIS OF THE PROPAGTION OF RESERVOIR ROCKS IN THE LOWER
PERMIAN OIL AND GAS COMPLEXES OF THE SOLIKAMSKAYA DEPRESSION**

В настоящее время среди крупных тектонических элементов Пермского края наибольшим нефтегазоносным потенциалом обладает Соликамская депрессия: открыто 44 месторождения углеводородов, извлекаемые начальные суммарные ресурсы составляют 262 млн. т. по нефти и 18,8 млрд. м³ по газу.

Данный регион характеризуется значительной степенью изученности, высокими значениями разведанности и эффективности ГРП, однако по-прежнему малоизученным является нижнепермский НГК. Данная работа была выполнена на основании исследований, проведенных КамНИИКИГС совместно с ПНИПУ и представленных в статье «Анализ распространения пород-коллекторов в нижнепермском нефтегазоносном комплексе на территории Пермского края» (И.А.Козлова, М.А.Четина, Н.С.Колтырина, Master`s journal, 2015г).

Для работы были построены карты распределения параметров, полученных при интерпретации разрезов скважин – коэффициентов пористости, песчаности, расчлененности, а также карты качества ассельско-сакмарских и артинских коллекторов. На основании полученных данных выделены зоны, наиболее перспективные для дальнейшего изучения и ГРП.

Итогом работы является полученная зональность распространения коллекторов с рекомендациями по дальнейшему их изучению, а именно: повторное проведение ГИС с учетом новых технологий, применяемых к данному типу коллектора, и опробование и испытание интервалов, выделенных по каротажам, в которых данные исследования ранее не проводились либо не представительны.

Также рассмотрены дальнейшие направления ГРП на слабоизученных территориях, где достоверные данные не могут быть получены ввиду отсутствия скважин.

Научный руководитель: к.г.-м.н, доцент И.А. Козлова

ПИРОЖКОВА М.А.

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Сибирского федерального университета

**СОЗДАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ
КАВЕРНОЗНОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

PIROZHKOVA M.A.

School of Mining, Geology and Geotechnology SFU

**CREATING A CONCEPTUAL MODEL WITH THE PURPOSE OF EVALUATING
THE VUGGINESS OF CARBONATE COLLECTORS**

Непско-Ботуобинская нефтегазоносная область это крупнейший углеводородный кластер Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Залежи УВ приурочены к отложениям V- C_1 комплекса пластам Б₃₋₄, Б₅. К настоящему времени в пределах центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы установлен ряд признаков, с которыми связывают формирование ловушек и залежей УВ, одним из которых является наличие палеовыступов кристаллического фундамента. Несмотря на полученные дебиты по скважинам, пробуренным над выступами, нет представления о границах зон с высокими фильтрационно-емкостными свойствами и соответственно площадных параметров залежей УВ, что имеет ключевое значение при подсчете запасов. В связи с этим, важно оценить масштабы выщелачивания, проходивших над выступами фундамента и возможный объем образованной кавернозной пустотности в карбонатных отложениях продуктивных горизонтов.

Согласно, существующей модели, формирование высокопродуктивных зон связано с элизионной стадией развития палеобассейна (Каячев 2018). В вендское (V) время на пенепленизированной поверхности фундамента накапливались мощные глинистые осадки непской свиты, обогащенные морской водой. В процессе диагенеза седиментационные воды отжимались и по песчаным пропласткам в глинистой толще мигрировали к выступам AR-PR фундамента в силу его геоморфологических особенностей. Потoki выжатых флюидов достигали региональной соляной покрышки и выщелачивали карбонатные породы, создавая дополнительный объем каверн.

В работе приводится оценка флюидодинамических процессов в пределах выступов на основе палеотектонического анализа и восстановления палеомощностей накопившегося терригенного осадка. Рассматривается вопрос о составе элизионных вод, образовавшихся в процессе литогенеза, и пластовых вод, для определения изменения концентраций ионов Na и Cl по пути миграции флюида к карбонатным коллекторам. Оценивается объем каверн, сформировавшийся за счет процессов выщелачивания солей в карбонатных породах. Проводится сравнение полученного значения эффективного пространства с данными модели, созданной на основе расчетов каверновой пустотности по томографии и геофизическим исследованиям скважин.

В результате установлена высокая сходимость объема кавернозности полученного на основе моделирования флюидодинамических процессов и по фактическим петрофизическим данным. При уточнении отдельных параметров модель может быть использована при определении объема (площади) высокопродуктивных зон, геологического строения залежи УВ и оценке геологических запасов.

Научный руководитель: д. г.-м.н., профессор А.М. Сазонов

ПУГОВКИНА Ю.С.
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН УЛУЧШЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ
ОБРАЗОВАНИЯХ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

PUGOVKINA YU.S.
National research Tomsk polytechnic university

**IMPROVED RESERVOIRS ZONES DETERMINATION IN PALEOZOIC
FORMATIONS OF NUROL DEPRESSION (TOMSK OBLAST)**

Проблема оценки нефтегазоносности палеозойских отложений является актуальной и продолжает привлекать внимание геологов и нефтяников в связи с необходимостью расширения потенциала меловых и юрских месторождений за счет более глубоких источников углеводородов. Поэтому целью является выделение зон улучшенных коллекторов в палеозойских образованиях Нюрольской мегавпадины.

Объектом исследования являются палеозойские образования нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного на территории Парабельского района Томской области. Промысловые объекты с высокими эксплуатационными показателями приурочены к отложениям доюрского основания, в которых литологически выделяются: карбонатно-глинисто-кремнистые отложения коры выветривания (пласт М) и породы карбонатного фундамента девонского возраста (пласт М₁). В современных комплексных проектах на этапе разведки и разработки нефтегазовых месторождений активно применяются сейсмические атрибуты, которые непосредственно сопряжены со скоростью поперечных волн, скоростью продольных волн, объемной плотностью. В настоящее время одним из наиболее актуальных методов установления связи между атрибутами и прогнозными параметрами является петроупругое моделирование. Применение метода позволяет определить зависимость петрофизических свойств горных пород – пористость, проницаемость, литология, трещиноватость, тип насыщения и т.д., и параметров, полученных из сейсмических наблюдений, ГИС и лабораторных измерений – скоростями продольных, поперечных волн, а также их поглощающими свойствами.

Автором работы был выполнен анализ результатов интерпретации данных сейсморазведки с данными по скважинам (описание керна, ГИС, результаты испытания). Также был произведено сопоставление с результатами предыдущего исследования по определению фациальных условий на изучаемой территории.

По сейсмическим данным осуществлялся количественный латеральный прогноз изменчивости формы сейсмического импульса, с помощью которого оценивалась вероятность распределения характера насыщения по отношению к используемой эталонной продуктивной скважине, в которых были результаты испытания пласта М+М₁ на приток, данные исследований керна и материалы ГИС.

По сейсмическим данным и описанию керна были построены карты зон распределения вероятности коллекторов согласно эталонным скважинам.

Проведённые исследования подтверждают, что комплексные исследования и скважинных данных, и полевых геофизических работ позволяют получить представление о геологическом строении территории, спрогнозировать наиболее оптимальные пути поисков залежей УВ.

Научный руководитель: к.г.-м.н, доцент Л.К. Кудряшова

САЛАХОВА М.Ф.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

**ФОРМИРОВАНИЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ
ЗАЛЕЖИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ ИХ
ДОРАЗВЕДКА В ЦЕЛЯХ ПРИРОСТА ЗАПАСОВ**

SALAKHOVA M.

Kazan (Volga region) State University

**FORMATION CONDITIONS OF THE CARBONIFEROUS DEPOSITS OF
THE ROMASHKINSKOYE OIL FIELD AND THEIR FOLLOWING
DEVELOPMENT FOR RESOURCES INCREASEMENT**

В настоящее время Ромашкинское месторождение находится на поздней стадии разработки, которая характеризуется высоким обводнением и увеличением количества малодобитных по нефти скважин, а также возрастанием доли трудноизвлекаемых запасов. Истощение запасов основных разрабатываемых пластов приводит к тому, что все большее внимание обращается на тупиковые зоны, линзы, локальные относительно изолированные поднятия и участки, которые встречаются в каменноугольных отложениях на Северной залежи.

Поэтому целью данной работы является: выявление условий формирования локальных залежей в терригенных коллекторах бобриковских отложений.

Для понимания условий формирования данных были реконструированы палеотектонические и седиментационные условия. На южно-татарском своде (ЮТС) в начале тульского времени настанут условия трансгрессии, где были периоды, когда территория то выходила, то погружалась в условиях мелководного бассейна. Осадочный материал стекал и сносился в направлении ККСП и создал благоприятные условия в пределах северной и северо-западной части ЮТС для образования мелких и локально-изолированных залежей. Однако Северная залежь формировалась в нестабильном режиме осадконакопления, что обусловлено неоднородностью литолого-петрографического состава пород

В данной работе проведен анализ всей геолого-геофизической информации Северной залежи (435 скважин). Выявлены наиболее перспективные участки и скважины, уже вскрывших пласты с аномальной толщиной коллекторов для данной залежи (в фигурирующих скважинах Северной залежи до 15 м при средней толщине коллекторов 2-4 м для месторождения в целом в данном участке). Построены геологическая модель, геологические профили, проведен групповой анализ нефтей, подсчитан прирост запасов. В рамках работы проведены геофизические исследования, подтвердившие нефтенасыщенность данных отложений. Подготовлен и обоснован ряд опытно-промышленных работ, подсчитаны экономические затраты.

Итогом данной работы является гипотеза формирования особенностей каменноугольных отложений Северной залежи Ромашкинского нефтяного месторождения, которая получила практическую подоплеку – выявлен «инструмент» поиска дополнительных мелких по запасам залежей нефти.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.М. Смелков

ТИХОНОВА К.А.

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Сибирского федерального университета

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЮРУБЧЕНСКОЙ ТОЛЩИ
ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ПРЕДЕЛАХ ЮРУБЧЕНО-
ТОХОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

ТИХОНОВА К.А.

School of Mining, Geology and Geotechnology SFU

**FEATURES OF THE CHANGE OF YURUBCHENSKAYA FORMATION BY
POSTDEPOSITIONAL PROCESSES ON THE YUREBCHENO-TOKHOMSKOYE
FIELD**

Юрубчено-Тохомское нефтегазоконденсатное месторождение является уникальным объектом. Оно расположено в пределах Ленско-Тунгусской нефтегазоносной провинции, в районе Камовского свода Байкитской антеклизы. Основные запасы УВ сосредоточены в карбонатных отложениях рифея. Коллекторы всех залежей рифейских отложений представлены преимущественно карбонатными разностями пород и характеризуются каверново-трещинным типом. Особенности условий осадконакопления и интенсивность преобразования вторичными процессами обусловили сложное строение коллектора. Вторичные процессы оказывают как положительное, так и отрицательное воздействие на формирование фильтрационно-емкостных свойств. Часть из них способствует увеличению объема пустотного пространства, другие приводят к его уничтожению за счет процессов аутигенного минералообразования.

В работе рассмотрены особенности преобразования юрубченской толщи постседиментационными изменениями, их влияния на коллекторские свойства, процесс бурения скважин и добычи углеводородов. Наибольшее положительное влияние оказал процесс выщелачивания, который проявляется по всему разрезу в интервале вендрифей с разной интенсивностью. Рассматривается несколько теорий возникновения каверн, обусловленные деятельностью водных потоков в ванаварское время, выходом карбонатного осадка на дневную поверхность во время осушений и флюидодинамикой бассейна.

Окремнение широко развито в пределах рассматриваемого интервала разреза и проявлено в разной форме и с разной интенсивностью. Окремнение в рифейских отложениях прошло многостадийно. Морфология окремненных зон отмечается весьма разнообразная от небольших линз кварц-халцедонового состава до прослоев в несколько десятков сантиметров.

Сульфатизация проявлена в меньшей степени. В пределах месторождения юрубченская толща не всегда подвержена сульфатизации. Сульфаты в керне скважин ЮТМ представлены ангидритом. Ангидрит присутствует в виде рассеянных кристаллов и их скоплений различной формы и размеров. Отмечается связь присутствия ангидрита в разрезе скважины и снижением продуктивности добывающих скважин при контакте породы с менее минерализованным раствором, чем пластовый флюид. Рассматриваемые процессы проходили на разных стадиях литогенеза и внесли большой вклад в формирование фильтрационно-емкостных свойств.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.М. Сазонов

ФАРУКШИН А.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**МЕТОДИКА ПОДБОРА ОБЪЕКТОВ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО
ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

FARUKSHIN A.A.
St. Petersburg Mining University

**THE TECHNIQUE OF PRODUCTION TARGETS SELECTION FOR THEIR
FUTURE EXPLOITATION**

Статистика показывает, что как в России, так и во всем мире, количество открываемых месторождений нефти и газа падает, в связи с чем мировые лидеры нефтегазовой отрасли развивают такие перспективные направления как разведка шельфовых, арктических, нетрадиционных месторождений и других альтернативных источников углеводородов. А потребление углеводородов только растет, в связи с чем необходимо повышать либо удерживать на стабильном уровне среднегодовую добычу.

Запасы традиционных месторождений нефти и газа истощаются, в связи с чем появляется проблема наиболее рентабельной и максимальной выработки месторождений, которые на сегодняшний день в компаниях называют «текущими активами».

Работа представляет собой результат создания экспертной системы, которая позволяет специалисту в нефтяной геологии, по заранее разработанному шаблону, оценить на качественном уровне степень изученности и сложность геологического строения отдельно взятой залежи разрабатываемого месторождения. Дальнейшие сравнения его с другими залежами позволяет выбирать объекты для дальнейшего ввода в эксплуатацию, или для принятия решения на доизучение.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.М. Жарков

ФЕДОРОВ Н.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИУСЛОВНЫХ БАРОВ,
ОСНОВАННОЕ НА РЕЗУЛЬТАТАХ АНАЛИЗА СПЕКТРАЛЬНОЙ
ДЕКОМПОЗИЦИИ**

FEDOROV N.V.

St. Petersburg Mining University

**POINT BARS MODELING BASED ON SPECTRAL DECOMPOSITION
ANALYSIS**

В рамках данной работы изучались приусловные бары меандрирующих рек. В руслах меандрирующих рек из-за их кривизны возникает анизотропия скорости потока. Наличие данной анизотропии приводит к изменению динамики среды и образованию турбулентного течения, за счёт которого на разные борта русла действуют различающиеся силы, что приводит к эрозии одного берега и намывку этого материала на противоположный берег, приводя к миграции русла.

Целевая залежь представляет собой комбинацию продольного и поперечного типов миграции. Этот вывод был сделан на основании геологической интерпретации спектральной декомпозиции, представляющей собой один из вариантов динамической интерпретации сейсмических данных. Именно в данном случае частотная кодировка позволяет выделить локальные контрасты, свидетельствующие о неоднородности внутреннего строения залежи. На основании вышеупомянутого анализа были заданы латеральные тренды для различных частей бара.

Обобщённая концептуальная модель меандровых отложений позволяет задать вертикальные тренды в разрезе, которые позволили определить соотношения для ключевых точек границ отложений бара.

Впоследствии для построения модели использовались все вышеописанные тренды, но они не позволяли передать генетические особенности формы линз, поэтому для корректного построения подбирались формулы, описывающие необходимые поверхности - сигмюиды.

Описанные построения позволили создать корректный обоснованный структурный каркас, в котором в дальнейшем были распространены скважинные свойства.

С использованием результатов интерпретации геофизических исследований скважин и описания керна, учтённого в первых, были распространены по объёму модели литология, песчанистость, пористость, проницаемость и насыщенность.

Впоследствии данная методика может быть применена для еще неразбуренных залежей, или разбуренных малым количеством скважин с целью проектирования и обоснования дальнейших геологоразведочных работ.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ю. Винокуров

ЮСУПОВ Я. И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)
**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ГЕОЛОГО-ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ БАЖЕНО-
АБАЛАКСКОГО КОМПЛЕКСА
(КРАСНОЛЕНИНСКИЙ СВОД, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

YUSUPOV Y.

M.V. Lomonosov Moscow State University

**APPLICATION OF INTEGRATED GEOLOGICAL AND GEOMECHANICAL
MODEL FOR THE DEVELOPMENT JUSTIFICATION OF BAZHEN-ABALAKSKY
COMPLEX OIL DEPOSIT (KRASNOLENINSKI ARCH, WESTERN SIBERIA)**

На сегодняшний день наиболее эффективной технологией разработки бажено-абалакского комплекса (БАК) является бурение горизонтальных скважин с последующим многостадийным гидравлическим разрывом пласта (ГРП). Целью настоящей работы является обоснование перспективных поверхностных участков бурения скважин, оценка направления заложения стволов и выделение интервалов проведения ГРП в отложениях бажено-абалакского комплекса Красноленинского свода (на примере одной из площадей) Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. На первом этапе проанализированы объем и качество исходных геолого-геофизических материалов. Рабочая база данных включала инверсионные 3D кубы (скорости продольных/поперечных волн, плотность), стандартный и расширенный ГИС, результаты исследований керна и испытаний скважин. На втором этапе, в рамках геомеханической части выполнены: 1) разметка скважин с выносом керна, 2) отбор образцов для исследований, 3) геомеханические тесты в атмосферных и термобарических условиях (одноосное/псевдотрехосное сжатие, одноосное растяжение, построение паспортов прочности Мора и т.д.), 4) построение одномерных геомеханических моделей. Калибровка моделей производилась с учетом результатов определения упруго-прочностных свойств образцов керна и замеров пластового давления/давления утечки. Привлечение сейсмических данных 3D позволило рассчитать кубы механических свойств, направлений и магнитуд главных напряжений. На третьем этапе проведена работа по оценке геохимических (ТОС, Tmax и т.д.) и петрофизических параметров, осуществлен поиск атрибутов, коррелируемых с продуктивностью скважин. На основе концепции дифференциального уплотнения выполнено картирование зон возможных флексурных перегибов в местах выхода эрозивных останцов доюрского комплекса (ДЮК). После комплексирования вышеприведенных параметров разработаны критерии локализации перспективных участков для заложения максимально продуктивных скважин. С учетом деформационно-прочностных характеристик, полученных по данным геомеханической модели, выделены потенциальные интервалы для проведения ГРП. Адресное воздействие на конкретный интервал позволит увеличить эффективность ГРП в отложениях БАК за счет: 1) понимания механических свойств, хрупкости и коэффициента разрываемости, 2) параметров разрыва с учетом специфики отложений БАК, 3) устойчивости создаваемых трещин и предотвращения их схлопывания в процессе эксплуатации. Среди конкретных задач по оптимизации бурения: 1) получены прогнозные значения параметров бурения по стволу проектных скважин, 2) разработаны рекомендации по снижению геологических рисков при строительстве скважин, 3) проведен анализ устойчивости стволов скважин, 4) обоснованы углы вскрытия пластов, 5) подобрано безопасное окно плотности бурового раствора, 6) выделены зон несовместимости условий бурения т.д.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Г.А. Калмыков

**Секция 2. КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНОГО
ПРОИЗВОДСТВА И ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮДЕЙ
СРЕДЫ**

Подземная разработка пластовых месторождений

ГОЛУБЕВ Д. Д.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ
УГЛЯ, СКЛОННОГО К САМОВОЗГОРАНИЮ**

GOLUBEV D.D.

Saint-Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF THE METHODS OF SAFE MINING SEAMS OF COAL
LIABLE TO SPONTANEOUS COMBUSTION**

Оценка работы действующих угольных шахт России показывает, что несмотря на многообразие горно-геологических условий, в настоящее время преимущественно отрабатываются пологие пласты угля с применением системы разработки длинными столбами, подготовка которых осуществляется сдвоенными выработками. Основная причина, по которой указанная технология получила широкое распространение, – это возможность обеспечения высокой нагрузки на очистной забой, которая обусловлена изоляцией выработанного пространства неизвлекаемыми целиками угля, обеспечивающими относительно высокую эффективность управления газовыделением на выемочном участке.

Однако исследование механизма формирования очагов самовозгорания в шахтах указывает на то, что именно оставление целиков в выработанном пространстве при отработке пластов угля, склонного к самовозгоранию, является основной причиной их возникновения.

Анализ случаев аварий, связанных со взрывом метана, позволяет сделать вывод о том, что достоверно выявить источники его воспламенения, которыми могли стать в том числе и очаги самовозгорания, затруднительно. Это связано с большой разрушительной силой ударной волны, возникающей при взрыве метана, которая значительно осложняет поиск истинных причин происшествия. Однако даже согласно официальной статистике, случаи самовозгорания угля в шахтах фиксируются практически ежегодно. Катастрофические последствия, которые потенциально имеют взрывы метана от возникших очагов самовозгорания, указывают на необходимость совершенствования применяемых технологий.

Для безопасной отработки пластов угля, склонного к самовозгоранию, необходимо отрабатывать целики на одной линии с очистным забоем и формировать искусственные полосы из негорючих материалов на границе выемочных столбов, которые обеспечат их изоляцию и позволят безопасно проветривать тупик лавы.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.П. Зубов

ГРОМЦЕВ К.В.
Санкт-Петербургский Горный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАКЛАДОЧНЫХ МАССИВОВ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

GROMTSEV K.V.
St. Petersburg Mining University

**RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF STOWING MASSES IN THE
DEVELOPMENT OF POTASH DEPOSITS**

Анализ мирового опыта разработки калийных месторождений показывает, что основные проблемы при разработке калийного рудника - это высокий уровень потерь полезного ископаемого и повышенная опасность затопления горных выработок в результате нарушения сплошности водозащитной толщи (ВЗТ). Закладка выработанных пространств позволяет комплексно решать данные проблемы.

Цель работы: повышение устойчивости междукамерных целиков и вышележащих слоёв. Методы исследования: анализ научно-технических источников по тематике работы, лабораторные испытания деформационных и прочностных характеристик образцов закладочного массива, компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния междукамерных целиков в окрестности заложенных выработанных пространств на основе численных методов.

В результате лабораторного эксперимента были получены графики зависимости коэффициента усадки закладочных массивов от давления. На основе полученных данных были выведены исходные данные для моделирования, построена модель напряженно-деформированного состояния междукамерного целика при разных коэффициентах заполнения прилегающих камер закладочным массивом. По результатам моделирования обоснован минимальный коэффициент заполнения камеры закладкой при котором целик способен набирать прочность в запредельном состоянии, равный 0,75.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Р. Ковальский

ЗВЕРЕВ Д.И.

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ
ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА РУДНИКЕ
«ЕВРОХИМ – УСОЛЬСКИЙ КАЛИЙНЫЙ КОМБИНАТ»**

ZVEREV D.I.

Perm national research Polytechnic University

**IMPROVEMENT OF THE SYSTEM DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS
OF THE VERKHNEKAMSKOYE POTASH DEPOSIT AT THE MINE OF
"EUROCHEM – USOLSKIY POTASH PLANT»**

На Палашерском участке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей рудника «ЕвроХим-Усольский калийный комбинат» с момента введения его в эксплуатацию наблюдается высокая трещиноватость горных пород, а также низкая несущая способность целиков различного назначения. В связи с этим рассматриваемая тема является актуальной, а целью исследования является поиск альтернативных систем разработки. В процессе исследования решаются следующие задачи: повышение устойчивости горных пород и безопасности работы в очистных забоях.

На данный момент рудник «ЕвроХим-Усольский калийный комбинат» ведет разработку 1 юго-восточной панели сильвинитовых пластов КрII (мощностью 6.35 м) и КрIII (мощностью 3 м). Разработка ведется комбайнами типа Урал-20Р (шириной 5.3м) в 3 хода по высоте на КрII и в один ход на КрIII. При принятом варианте системы разработки, а также из-за высокой трещиноватости пород пласта КрII, наблюдается низкая несущая способности целиков, тем самым осложняя процесс выемки полезного ископаемого. В процессе исследования был произведен анализ параметров системы разработки и применяемого оборудования. Рекомендуемой к применению была выбрана системе разработки, при которой выемки сильвинитового пласта КрII будет вестись комбайном непрерывного действия типа Joy 12НМ46 (шириной 4.1 м), а пласт КрIII комбайнами типа Урал-20Р. По текущему и альтернативному вариантам системы разработки были выполнены чертежи и расчёты по определению параметров междукамерных целиков и их степени нагружения, количеству запасов и потерь полезного ископаемого, трудоемкости и производительности, а также себестоимости.

Анализ полученных результатов параметров позволил установить целесообразность применения альтернативного варианта.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.С. Андрейко

Подземная разработка рудных месторождений

БОНДАРЬ Е.А.

Магнитогорский государственный технический университет
им Г.И. Носова

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОГО ВАРИАНТА КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЖИЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

BONDAR' E.A.

Nosov Magnitogorsk State Technical University

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE ADAPTIVE VARIANT OF THE CHAMBER SYSTEM OF DEVELOPMENT FOR THE CONDITIONS OF THE GOLD OWN DEPOSIT

Добыча полезного ископаемого, на современном этапе развития горного дела, связана с высокой конкуренцией на рынке минерального сырья. В связи со сложившейся нестабильной экономической ситуацией горнорудная отрасль в настоящее время столкнулась с острой проблемой сокращения ресурсной базы, обеспечивающей стабильное ее функционирование. Неблагоприятная ситуация по снижению запасов и качеству полезного ископаемого ведет к ухудшению эффективности работы горных предприятий, к вынужденным простоям, оставлению руд с низким содержанием полезных компонентов, выборочной отработке участков с высоким содержанием полезных компонентов в руде и даже прекращению горных работ. Развитие горнодобывающего предприятия и поддержание его конкурентоспособности напрямую зависит от количества выпускаемой продукции, т.е. в первую очередь от производственной мощности по добыче полезного ископаемого. Повысить производительность очистных работ возможно за счет применения высокопроизводительных вариантов систем разработки. Для достижения поставленной цели на большинстве рудников наибольшее распространение получила технология с применением камерной системы разработки с твердеющей закладкой.

Применение камерных систем разработки для условий жильных месторождений не свойственно, в виду их конструкции. Однако, проведенный горно-геологический анализ, на примере Кочкарского золоторудного месторождения, показал, что жилы характеризуются минерализацией вмещающих пород. Содержание полезного компонента в минерализованной зоне, а также ее морфология позволяет обрабатывать их экономически эффективно камерной системой разработки, что обеспечит выход предприятия на увеличенные объемы добычи руды.

Результаты работы показали высокую эффективность применения камерных систем разработки для отработки минерализованных пород жильного месторождения. Выводы и рекомендации могут быть использованы при проектировании и отработке месторождений с аналогичными горно-геологическими условиями.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.М. Мажитов

РУЧКО В.А.

Норильский государственный индустриальный институт

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИРУДНИЧНОЙ
ПРЕДКОНЦЕНТРАЦИИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ
ДОБЫЧЕ**

RUCHKO V.A.

Norilsk State Industrial Institute

**MODELING OF THE PROCESS OF THE INTERNAL PRECONCENTRATION OF
COPPER-NICKEL ORE IN THE UNDERGROUND ROUND**

Актуальность совершенствования технологии добычи бедных руд в режиме повышения качества их состава определяется тем, что в структуре запасов норильских месторождений основное количество металла (до 80%) находится во вкрапленных и медистых рудах, доля которых по мере интенсивной выемки богатых руд неуклонно возрастает.

В работе условия и пути повышения качества вещественного состава медно-никелевых руд, добываемых подземным способом, изучались на примере месторождений «Талнахское» и «Норильск-1». Перспективное решение проблемы обеспечения перерабатывающих производств рудо-минеральным сырьём требуемого качества в условиях закономерного ухудшения минерально-сырьевой базы может быть осуществлено за счёт совершенствования управления качеством руд при их добыче. Для этого необходима модернизация горнодобывающих предприятий, где основным способом решения проблемы для повышения вещественного состава руд является технологический, который выполняется на стадии подготовки рудо-минерального сырья к обогащению и переработке

Цель исследования – обоснование на основе установленных зависимостей внутрирудничной системы повышения качества руд при подземной добыче, обеспечивающей эффективное функционирование горно-металлургического производства в условиях интенсивно ухудшающейся минерально-сырьевой базы.

Скорости отработки месторождений запасов богатых руд рудниками существенно опережают их восполнение. Установлено, что обеднение богатых запасов недр, при эксплуатации месторождений Норильска достигает до 10% в год. Увеличение массовой доли никеля с 0,3 до 1,5 % в рудной массе повышает извлечение никеля в концентрат с 63 до 93 % соответственно, выход никелевого концентрата увеличивается с 5 до 15,5%.

В свою очередь снижение показателя изменчивости – среднеквадратичного отклонения - содержания никеля в медно-никелевой руде, поступающей на обогащение, с 0,1 до 0,01 сопровождается повышением извлечения никеля с 67,2 до 78% и увеличением доли прибыли за счёт никеля, извлекаемого из 1 т руды, возрастает более чем на 20%. Повышение содержания полезных компонентов в добытой руде может эффективно решаться за счёт внутрирудничной предконцентрации. Создание рудничной системы повышения качества состава добытых медно-никелевых руд, основные положения которой разработаны в работе, позволит в 1,3...1,5 раза поднять нынешние показатели качества состава рудной массы на выходе из рудника.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.А. Туртыгина

ФАТХУЛЛИН А.Ф.

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова

**ОБОСНОВАНИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ
РУДНЫХ ТЕЛ СЛОЖНОСТРУКТУРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

FATHULLIN A.F.

Nosov Magnitogorsk State Technical University

**JUSTIFICATION OF GEOTECHNOLOGY DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED
ORE BODIES OF COMPLICATED DEPOSIT**

Отработка большинства месторождений неизбежно сопровождается оставлением запасов рассредоточенных по всему шахтному полю в виде отдельных рудных тел или неотработанных участков. Это связано со сложной морфологией, малой мощностью и низким содержанием полезного компонента, а также удаленностью и труднодоступностью участков. Значительные запасы, сосредоточенные в таких рудных телах, не позволяют оставить их в недрах по ряду причин. Основными являются условие поддержания производственной мощности и продление срока эксплуатации месторождения, а также требование полноты извлечения запасов.

В современном горном деле накоплен огромный опыт по отработке маломощных и рассредоточенных рудных тел, представляющих основные запасы месторождения. Вопрос же отработки вновь разведанных, оставленных «на потом» сложных рудных тел остается незатронутым и весьма актуальным в настоящее время.

Обоснование оптимальной технологии разработки месторождений, представленных маломощными рассредоточенными рудными телами и участками, представлено на примере отработки Камаганского месторождения (республика Башкортостан).

В работе обоснованы оптимальные схемы вскрытия и подготовки, а также порядок отработки месторождения. На основе ранжирования рудных тел по элементам залегания и содержанию полезного компонента путем экономико-математического моделирования обоснованы рациональные системы разработки. Также в работе обоснованы параметры зоны взаимовлияния открытых и подземных горных работ и выявлены основные факторы, приводящие к нарушению устойчивости бортов карьера и подземных выработок. Выводы и рекомендации могут быть использованы при проектировании и планировании горных работ для эффективной и безопасной отработки месторождений комбинированным способом, имеющих аналогичные горно-геологические условия.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.М. Мажитов

ШАРОВ С.А.

Норильский государственный индустриальный институт
**УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ КАЧЕСТВА РУД НА СТАБИЛИЗИРУЮЩУЮ
СПОСОБНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РУДНИКА**

SHAROV S.A.

Norilsk State Industrial Institute

**ESTABLISHMENT OF THE EFFECT OF NATURAL AND
TECHNOLOGICAL VARIABILITY OF QUALITY OF ORE ON THE STABILIZING
ABILITY OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE MINING**

В работе предлагается обоснование и оценка стабилизирующей способности технологической рудника с учетом влияния природной и технологической изменчивости качества руд на примере залежи МК-1 рудника «Комсомольский». *Актуальность* темы определяется необходимостью стабилизации состава добытых руд для улучшения технологических и экономических показателей их переработки и повышения полноты извлечения запасов из недр. *Цель работы* – установление зависимости стабилизирующей способности рудника на качество руды в рудопотоке от природных технологических факторов и обоснование, на основе зависимостей производственной схемы, способной существенно снизить изменчивость качества продукции подземного рудника. *Идея работы* заключается в том, что производственные процессы рассматриваются не только как отдельные звенья в общей технологической цепочки рудника, но и как производственные способы, которые, могут стабилизировать качества продукции в подземной схеме рудника. На основании обработки большого массива исходных данных установлены надёжные корреляционные зависимости результатов обогащения медно-никелевых руд от их качества и стабильности вещественного состава. При этом, снижение изменчивости качества руд сопровождается повышением содержания никеля в руде с 0,8 до 4,7%, что приводит к повышению извлечения металла с 52,3 до 80%, т.е. на относительные 27,7%, а выход концентрата увеличивается с 5,1 до 27,1% или на 22%. Выявлены характеристики природной изменчивости качества руд в недрах, определяющие пути реконструкции технологической схемы подземного рудника. В результате расчетов было установлено, что показатель сложности по залежи МК-1 рудника «Комсомольский» составляет 0,46, а поле рудника по уровню природной изменчивости качества медно-никелевых руд относится к числу весьма сложных с позиции обеспечения стабильности вещественного состава добытой рудной массы. Согласно исследованиям, среднеквадратичное отклонение содержания металлов в теле залежи МК-1 составляет 0,06...1,3%, а коэффициент вариации - 13,57...80,05%. На примере действующего горнодобывающего предприятия определена естественная стабилизирующая способность подземного рудника, которая, в зависимости от природных условий и технологической схемы горнодобычных работ, изменяется в диапазоне от 0,7 до 1,42 коэффициента усреднения (при проявлении гранулометрической сегрегации при перепуски рудной массы через рудоспуск). Выполнены маркшейдерской съемки участкового рудоспуска с применением лазерной сканирующей системы Ortec. Осуществлена систематизация способов и средств стабилизации качества руды в подземном руднике с их количественной оценкой. Реконструкция действующей технологической схемы, за счет изменения параметров рудоспуска позволит в 2...3 раза поднять нынешние показатели стабильности состава рудной массы на выходе из рудника, существенно улучшить эффективность работы всего комплекса горно-металлургического производства и повысить полноту извлечения запасов недр.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.А. Туртыгина

Открытые горные работы

ВЕРЕСОВ И.В.

Санкт-Петербургский горный университет

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИНИМАЛЬНОЙ ВЫЕМОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

VERESOV I.V.

St. Petersburg Mining University

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE MINIMUM STOPING UNITS IN MINING OF THE COMPLEX GOLD DEPOSITS BY OPEN PIT MINING

В данной работе рассмотрен риск исключения из добычи маломощных бедных (содержания близкое к бортовому) рудных тел.

Исключение из добычи запланированных рудных объемов приводит к отрицательному экономическому эффекту на локальных участках обрабатываемой рудной зоны.

К рудным телам, мощность в плане которых меньше обоснованной минимальной выемочной единицы, для эффективной отработки необходимо на контактах при мешивать пустую породу, что в значительной степени снижает качество добываемого блока. Таким образом часть рудных тел не проходят по экономическим критериям и не идут в переработку.

Для предприятия неотработанные р.т. являются недополученной прибылью, при том условии, что это уже эксплуатационно-разведанные запасы.

При определении границ карьера маломощные р.т., выявленные при моделировании месторождения также были включены в расчет, а их добыча запланирована.

Предлагается рассмотреть технологии для селективной добычи рудных тел с низким содержанием за счет изменения параметров минимальной выемочной единицы и заложение увеличения затрат на их отработку для выполнения критериев по качеству руды, подаваемой на фабрику.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.П. Решетняк

ЗЕЛИНСКИЙ О.А.
Петрозаводский государственный университет

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ ГРАНИТНОГО ЩЕБНЯ**

ZELINSKY O. A.
Petrozavodsk State University

**RATIONAL USE OF MINERAL RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION
OF CRUSHED GRANITE**

На основании выполненных экспериментальных исследований обоснована возможность улучшения качества песков-отсевов дробления гранита путём снижения количества вредных примесей, что обеспечивает повышение эффективности использования строительных горных пород и снижение негативного воздействия на окружающую среду Карелии.

Анализ работы дробильно-сортировочных заводов Республики Карелия показал, что при производстве щебня выход песков-отсевов дробления составляет: для стационарных дробильно-сортировочных заводов – не менее 25 %, а для передвижных комплексов – не менее 20 %. На некоторых дробильно-сортировочных комплексах Карелии выход отсева достигает 50%. Этот показатель неизбежно увеличивается при переходе на востребованные в настоящее время мелкие фракции щебня (5-15, 10-15, 15-20мм и т.д.). Таким образом, при дроблении высокопрочных пород (габбро-диабазы, кварциты) выход отсева составляет порядка 30%, при дроблении гранитов – 35-50%.

Песок-отсев дробления может быть реализован для последующего использования в дорожном строительстве, в строительных смесях и растворах, при условии соответствия требованиям ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ». Анализ показывает, что для песков-отсевов дробления гранитов Карелии характерно повышенное содержание вредных примесей (слюд), присутствие которых снижает прочность и долговечность бетона, его внутреннюю коррозию и, соответственно, не позволяет использовать в строительных растворах в качестве составляющей цемента ввиду несоответствия требованиям ГОСТ. Таким образом, данные пески могут быть использованы только в дорожном строительстве. В связи с этим многие предприятия Республики Карелия вынуждены складировать миллионы м³ отсевов гранитного щебня из-за невозможности их реализации.

В этой связи выполнен анализ гранулометрического и минерального состава песков-отсевов дробления разновидностей гранита месторождений Карелии.

Установлено, что если в исходной горной породе содержание биотита не превышает 5-7%, то во фракции 0-5мм этот показатель увеличивается до 10-20%. Исследование гранулометрического состава песков-отсевов дробления разновидностей гранита по классам: < 0,16мм; 0,16мм; 0,315мм; 0,63мм; 1,25мм; 2,5мм показало, что слюды переходят преимущественно в мелкую фракцию, что создает условия для фракционирования песков и повышения их качества.

Таким образом, возможным решением данной проблемы является фракционирование песков-отсевов дробления для выделения крупности с допустимым содержанием вредных примесей (слюд).

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Е. Каменева

РЫБЧЕНКО С.С.

Санкт-Петербургский горный университет

**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
КАРЬЕРОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЩЕБНЯ НА
ОСНОВЕ АНАЛОГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАТРАТ**

RYBCHENKO S.S.

St. Petersburg Mining University

**TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS MANAGEMENT OF PITS
FOR HIGH-QUALITY CRUSHED STONE PRODUCTION BY THE ANALOGUE
METHOD OF EXPENSES ASSESSMENT**

Рассмотрены варианты управления основными технико-экономическими показателями карьеров, добывающих минеральное сырье для производства высококачественного кубовидного щебня на основе аналогового метода оценки эксплуатационных затрат. Проанализирована работа предприятий по выпуску щебня из плотных изверженных пород, определены удельные затраты на производство единицы продукции. На основе полученных показателей составлена база данных карьеров-аналогов. С помощью регрессионного анализа построен график и получено нелинейное уравнение зависимости удельных эксплуатационных удельных затрат карьеров-аналогов на добычу минерального сырья от годовой производительности карьера для рассматриваемых горно-технических условий. Представленная методика может использоваться при реконструкции карьеров для выявления возможного экономического эффекта при изменении производительности карьера. Применение аналогового метода оценки затрат позволит обосновать необходимость изменения производительности горнодобывающего предприятия.

Научный руководитель: д. т. н., профессор С. И. Фомин

САБЛИН А.К.
Санкт-Петербургский горный университет

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗРАБОТКИ
ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ И АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ
ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ**

SABLIN A.K.
St. Petersburg Mining University

**TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE SKRALATOV
GRANITE DEPOSIT DEVELOPMENT AND OPEN CAST MINING
ORGANIZATION PROBLEMS ANALYSIS**

В работе производится анализ производственной деятельности карьера по разработке Шкурлатовского месторождения гранитов. Предлагаются мероприятия по увеличению добычи полезного ископаемого на 20%. Техническую реализацию проводимой оценки целесообразно выполнять с помощью метода Монте-Карло, который состоит в переборе значений случайных величин в условиях неопределенности. В данной работе впервые применены методы психологии по отношению к горному делу. Конечным результатом процесса оценки являются функции распределения чистой текущей стоимости реализации организационных решений, внутренней нормы его рентабельности, индекса доходности, срока окупаемости, а также вероятность получения убытков. В современной практике оценки эффективности принятия организационных решений предполагается включение в рассмотрение не только геологических, горнотехнических и экономических аспектов, но и оценку риска реализации проекта в целях минимизации возможных убытков. Результаты прогнозов развития рынка и определение прогнозной цены на щебень позволяют оценивать реализацию предлагаемых решений как высоко-рентабельную с низким уровнем инвестиционного и проектного риска.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.И. Фомин

СИДОРОВ В.В.

Сибирский федеральный университет
Институт горного дела, геологии и геотехнологий

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВСКРЫШИ ПЛАСТА
ВЕЛИКАН 1 И ЕЁ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОТКРЫТЫМ
СПОСОБОМ ЧЕРНОГОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

SIDOROV V.V.

Siberian federal university

**JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF OVERBURDEN
REMOVING COAL PLAST 'GIANT 1' AND ITS PARAMETERS IN THE TIME OF
THE OPENCAST MINING OF THE CHERNOGORSK COAL DEPOSIT**

В работе представлено обоснование технологической схемы бестранспортной вскрыши, позволяющей повысить эффективность производства вскрышных работ при комбинированной системе разработки Черногорского месторождения, на основе установленных зависимостей изменения основных технологических показателей от высоты установки драглайна.

Цель работы – повышение эффективности разработки Черногорского каменноугольного месторождения за счет интенсификации вскрышных работ, на основе установленных зависимостей изменения основных технологических показателей от высоты установки драглайна.

Идея – при сплошных системах разработки и применении бестранспортных схем экскавации с кратной перевалкой пород в выработанное пространство, одним из способов интенсификации производства является разработка более эффективных технологических схем бестранспортной вскрыши позволяющих снизить коэффициент переэкскавации и увеличить интенсивность подготовки запасов.

Объектом исследования является комбинированная система разработки Черногорского месторождения.

Предметом исследования являются зависимости изменения основных технологических показателей от высоты установки драглайна.

Результаты исследования:

- произведен анализ производства вскрышных работ на АО «УК «Разрез Степной»;
- разработана технологическая схема экскавации, способствующая повышению эффективности производства вскрышных работ, за счет сокращения кратности перевалки и увеличения интенсивности подготовки запасов;
- на основе разработанной технологической схемы, пересмотрен общий вид системы разработки месторождения;
- установлены зависимости изменения основных технологических показателей от высоты установки драглайна в предлагаемой технологической схеме;
- произведена технико-экономическая оценка вариантов проектной и предлагаемой технологической схемы экскавации.
- возможный экономический эффект составит 1 610 680,28 тыс. руб., что соответствует росту NPV на 63,35% за рассматриваемый период (8 лет), рост индекса доходности составит 13,66%, с 1,26 до 1,43.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ю.В. Ромашкин

ТЮТЧЕВА А.О.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**СЕЛЕКТИВНАЯ ДОБЫЧА ИЗВЕСТНЯКА ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ НА
ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ**

TYUTCHEVA A.O.

National University of Science and Technology MISIS

**SELECTIVE LIMESTONE MINING IN THE OPEN WAY ON THE BASIS OF
AN ASSESSMENT OF STRENGTH BY NONDESTRUCTIVE METHODS**

Одним из путей совершенствования технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых является селективная выемка. Для этой цели на карьерах используется современное оборудование как отечественного, так и зарубежного производства. Такие технологии предусматривают отдельную выемку монолитных участков массива и участков, нарушенных трещинами, прослойками, брекчиями. Для обеспечения высокой эффективности производства выявление таких участков должно осуществляться на стадии планирования их к отработке. С этой целью проводится оперативная оценка качества породных массивов. Существующие методы визуальной оценки не всегда дают желаемые результаты, поскольку обнажения породных массивов, как правило, нарушены и скрывают состояние областей, находящихся в глубине. Для более углубленной и объективной оценки должны применяться методы, основанные на исследовании физических свойств горных пород, позволяющих оценивать прочность и трещиноватость массивов без их разрушения. В работе производится обоснование метода неразрушающего контроля прочности горных пород на основе установления ее взаимосвязей с акустическими свойствами, такими, как скорости упругих волн, их коэффициент затухания, добротность пород, измеряемыми при механических динамических воздействиях. С этой целью была сконструирована и изготовлена лабораторная установка на основе разрезных стержней Гопкинсона для динамических испытаний образцов горных пород. Она представляет собой ударник и два стержня (нагрузной и опорный), между которыми закрепляется образец горной породы. Из-за различных волновых сопротивлений стали и горных пород основная часть энергии ударного импульса отражается на границе стержня и образца горной породы. Поэтому в качестве среды, передающей ударный импульс, используются гранитные стержни, волновое сопротивление которых близко к волновому сопротивлению образцов. Скорости упругих волн измерялись на установке «Ультразвук», ООО «Экогеоспром», г. Тверь. Акустическая добротность измерялась резонансным способом на специально разработанной установке, включающей цифровой генератор гармонического сигнала SFG 2110 и осциллограф GDS 71022. Методика испытаний предусматривала серию ударных воздействий на образец известняка и определение акустических свойств перед испытаниями и после каждого удара в серии. В результате испытаний была получена зависимость акустической добротности и прочности от количества ударных воздействий. Для сравнения также проводились циклические испытания с квазистатическим нагружением образца. Полученные зависимости могут быть использованы в условиях карьера. В работе произведено компьютерное моделирование определения добротности массива пород, а также произведена оценка приемлемости полученных зависимостей для выделения в карьере участков с различной прочностью, что позволит провести селективную выемку.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Я.О. Куткин

ЧИВЕСА Л.М.
Санкт-Петербургский горный университет

РАЗРАБОТКА ХВОСТОХРАНИЛИЩ В ЗАМБИИ

CHIWESA L.M.
St. Petersburg Mining University

EXPLOITATION OF TAILING DUMPS

В сегодняшнем мире спрос на минеральные ресурсы постоянно растет. Из экономики мы знаем, что чем больше растет спрос, тем больше производства. Но есть одна существенная проблема для горной промышленности и мира в целом, она заключается в том, что минералы не возобновляемы. Чем больше мы добываем, тем меньше полезного ископаемого становится.

Другая проблема заключается в том, что любое горное производство, особенно на открытых горных работах, оказывает негативное влияние на окружающую среду.

Отходы горного производства размещаются в хвостохранилищах. Они практически не имеют значимость, потому что считаются «ненужным» материалом. Но в отходах обогатительных фабриках имеется множество полезных компонентов, которые пригодны для вовлечения в разработку.

За последние 20-30 лет технология обогащения минерального сырья усовершенствовалась и требования к кондициям снизились, поэтому предлагается вовлекать в разработку хвостохранилища, основываясь на изменении цен на минеральные ресурсы.

Разработка хвостохранилищ может привести горное предприятие к высоким экономическим показателям. Примером такой разработки является проект КалТайл (Австралия). За 10 лет компания получила 645 000 унций золота из 64 млн. тон отходов горнодобывающего предприятия, которое функционировало в 1890-е годы.

Проблема вовлечения в разработку хвостохранилищ остро стоит в Замбии. Например, «Черная Гора» в Китве, является перспективным техногенным месторождением, где содержится множество полезных компонентов. Цены на медь, как и на золото, тоже выросли и сейчас целесообразно вовлечь в разработку эти и другие хвостохранилища Замбии и Африки, сформировавшиеся до 1990 года.

Разработка хвостохранилищ может быть одним способом получения редкоземельных элементов, которые очень востребованы в мире, а также положительно влиять на окружающую среду.

Научный руководитель: к.т.н., доцент К.Р. Аргимбаев

Взрывное дело

КОРОТКОВ Р.Л.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ДЕТАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВАЕМЫХ МАССИВОВ

KOROTKOV R.L.

National University of Science and Technology «MISiS»

APPLICATIONS OF GROUND-PENETRATING RADAR FOR SPECIFICATIONS OF BLASTING ROCKS

Взрывание массивов со сложной геологической структурой имеет ряд особенностей, связанных с изменением физико-технических свойств пород, слагающих такие массивы. Выбор и обоснование рациональных параметров буровзрывных работ для разрушения массивов, сложенных из разнопрочных горных пород связаны с выявлением физических особенностей разрушения такого массива. Проведение геологических исследований, при построении разрезов грунта, основанное на бурении скважин с определённым шагом, не дает точной оценки расположения неоднородностей во взрываемом массиве. Для оптимизации эффективности дробления массивов со сложной геологической структурой необходима более детальная оценка физико-технических свойств пород с конкретным их расположением во взрываемом массиве. Решить эти проблемы можно при помощи методов использующих георадиолокацию.

Предложен способ оптимизации параметров буровзрывных работ с учетом физико-технических свойств горных пород в пределах взрываемого блока, с целью улучшения качества взрыва на карьерах со сложной геологической структурой. Изложен метод радиолокации с применением георадаров серии «Око-2» разработки группы компаний «ЛОГИС-ГЕОТЕХ» с антенными блоками АБ-90 с глубиной зондирования до 16 м и разрешающей способностью 0.5 м по глубине и АБ-150 с глубиной зондирования 12 м и разрешающей способностью 0.35 м по глубине.

Изложены результаты лабораторных экспериментов проведенных на взрываемых блоках с различными прочностными свойствами, подтверждающие улучшение качества дробления образцов пород взрывом зарядов с переменными замедлениями и расположением, в зависимости от прочностных свойств образцов, относительно взрывов зарядов с неизменными параметрами.

Приведены характеристики георадаров серии «Око-2» и определены пригодные по своим параметрам антенные блоки для получения дифракционных снимков взрывааемых блоков.

В лабораторных условиях доказано, что изменённые, с учётом дифракционных снимков, параметры буровзрывных работ дают лучшие результаты по гранулометрическому составу, чем неизменные

Научный руководитель: к.т.н., профессор Б.В. Эквист

РИКУН Ф.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
«КАНАВНОЕ» КУРАНАХСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ**

RIKUN F.V.

St.Petersburg Mining University

**CALCULATION OF PARAMETERS OF MESH-SIZE DISTRIBUTION OF
THE BLASTED OUT ROCK MASS FOR CONDITIONS OF KANAVNOYE GOLD
FIELD OF THE KURANAKHISKY ORE FIELD
CALCULATION OF PARAMETERS OF MESH-SIZE DISTRIBUTION OF
THE BLASTED OUT ROCK MASS FOR CONDITIONS OF KANAVNOYE GOLD
FIELD OF THE KURANAKHISKY ORE FIELD**

В работе представлен краткий анализ методов определения параметров гранулометрического состава взорванной горной массы, приведен анализ методик расчета гранулометрического состава. Произведена оценка параметров гранулометрического состава взорванной горной массы фотопланиметрическим методом в программных продуктах Wip Frag и Power Sieve 3.

Существует проблема выхода негабарита горной массы на месторождениях Куранахского рудного поля. Одним из вариантов учета процентного выхода негабарита во взорванной горной массе является контроль гранулометрического состава.

Для решения проблемы планируется внести корректировки параметров буровзрывных работ (БВР) с целью улучшения качества дробления горной массы.

Прогнозирование выхода негабаритной фракции производится на основе совершенствования производства буровзрывных работ (БВР) с учетом корректировки интервалов замедлений, конструкции заряда.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Г.П. Парамонов

Безопасность технических процессов и производств

ЗАЙЦЕВ М.Г.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

РАЗРАБОТКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО СПОСОБА ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ САМОВОЗГОРАНИЯ И СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ УГЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ZAYTSEV M.G.

National University of Science and Technology «MISiS»

DEVELOPMENT OF ACOUSTIC EMISSION METHOD ASSESSMENT OF THE DANGER OF SELF-IGNITION AND REDUCTION OF CONSUMER PROPERTIES OF COAL UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE FACTORS

Большинство угледобывающих предприятий России сосредоточены в регионах, относимых к зонам многолетней и сезонной мерзлоты. Характерное для этих зон морозное выветривание приводит к развитию в угле сетки трещин, выступающих в роли каналов миграции кислорода воздуха в угольное вещество. С ростом числа таких каналов возрастает скорость замещения исходно содержащейся в угольном материале инертной газовой среды кислородно-воздушной. Активизируются процессы окисления на участках обнажений угля в массиве и в штабелях, располагаемых на открытых площадках. Это сопровождается снижением потребительских свойств угольной продукции (например, теплотворной способности), а также возрастанием рисков ее самовозгорания.

Традиционные способы исследования состояния угля ограниченно применимы для его экспресс-контроля и мониторинга из-за низкой скорости получения и обработки данных, высокой трудоемкости измерений, потребности в громоздком и нуждающемся в специальных условиях оборудовании и т.д. Это исключает использование традиционных способов в полевых условиях. Соответственно для оперативного получения информации о состоянии угля и подбора оптимальных мер по снижению рисков его самовозгорания, а также определения сроков хранения, необходимо разработка новых методов контроля.

В настоящей работе, предлагается инновационный экспресс-способ термоакустоэмиссионного контроля состояния угольной продукции, пригодный к реализации непосредственно в местах добычи и на площадках складирования угля. Разработаны методические подходы, позволяющие в течении рабочей смены как провести измерения, так и выполнить обработку и интерпретацию их результатов. Это позволяет оперативно контролировать влияние процесса морозного выветривания на уголь, отслеживать и прогнозировать ухудшение его потребительских свойств. В свою очередь это позволяет подобрать оптимальный план профилактических мероприятий для обеспечения длительного сохранения углем своих потребительских свойств, на начальных стадиях выявления участки развития деструктивных процессов и не допустить их трансформацию в очаги самовозгорания.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.А. Новиков

МОНАКОВ Е.В., ТЕДИКОВА А.А.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «УМНАЯ ОДЕЖДА» В
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

MONAKOV E.V., TEDIKOVA A.A.

National University of Science and Technology «MISiS»

AN APPLICATION OF «WEARABLE TECHNOLOGY» IN MINING INDUSTRY

На сегодняшний день во всем мире остро стоит вопрос по внедрению автоматизированных технологий в различные отрасли промышленности. Концепция горнодобывающего комплекса носит характер предприятия с высоким уровнем опасности. В большинстве случаев даже в самых развитых странах резкий переход на безлюдное производство не представляется возможным. В таких ситуациях необходимо думать о повышении уровня безопасности рабочего персонала и предоставления возможности максимально комфортных условий труда.

Данная работа посвящена обзору технологии "Wearable technology" ("Умная одежда"). В показанных примерах полностью рассматриваются стадии внедрения данной технологии в различных сферах деятельности по всему миру. Приведенные статистические данные позволяют увидеть реальную картину повышения производительности и безопасности на рабочих местах, где используется эта технология. За основу взяты реально действующие проекты (таких компаний, как «Vandrico Solutions», «Deloitte Wearables» и др.), ориентированные на использование повседневной экипировки (рабочие жилеты, защитные шлемы и очки) горных инженеров в совокупности с различными типами датчиков и устройств, что позволяет улучшать эффективность выполняемых операций, упрощать виды коммуникации в пределах горнодобывающего сектора, а также контролировать рабочий процесс в режиме реального времени и принимать более быстрые решения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Возможности заимствования некоторых элементов технологии из других сфер деятельности, позволяют реально оценить экономический эффект, а также наблюдать за состоянием здоровья персонала и снизить нагрузку на сотрудников.

Внедрение передовых технологий в виде умных устройств может помочь в регулярном мониторинге процесса добычи полезных ископаемых, повышения уровня безопасности на горных объектах и постепенному переходу к современному и безопасному инновационному рабочему месту с высокой эффективностью и повышенной производительностью.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Ческидов

ПРОХОРОВА Е.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО
ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ
ОХРАНЫ ТРУДА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ СЕКТОРЕ РОССИИ**

PROKHOROVA E.A.
St. Petersburg Mining University

**FEATURES OF USING A RISK-BASED APPROACH TO ASSESS THE
EFFECTIVENESS OF LABOR PROTECTION MANAGEMENT IN THE MINING
SECTOR OF RUSSIA**

Потребности человечества в энергоресурсах постоянно растут. Уголь – это доступный энергоноситель, который благодаря современным технологиям может отвечать возрастающим экологическим требованиям.

На сегодняшний день состояние травматизма на угледобывающих предприятиях России характеризуется тенденцией снижения значений абсолютных показателей. Также на высокие экономические показатели компании влияет и политика в области охраны труда и промышленной безопасности. За 10 лет благодаря успешной работе и внедрения современных технологий в область охраны труда, производственный травматизм снизился более чем в 3 раза. На примере АО «СУЭК» был произведен анализ состояния системы охраны труда за последние 10 лет.

В качестве показателя для оценки эффективности системы управления охраной труда предложено использовать динамику рисков общего травматизма. Были получены линейные корреляционные зависимости риска травматизма от затрат на охрану труда для АО «СУЭК» и его структурных подразделений.

Дополнительным показателем при анализе эффективности системы управления охраной труда может быть использовано математическое ожидание ущерба от производственного травматизма.

Таким образом, применяя риск-ориентированный подход можно оценить эффективность вложения средств в охрану труда и по величине экономически целесообразного риска определить оптимальные затраты на охрану труда.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Г. Гендлер

ПЫЛАЕВА И.Е.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

АНАЛИЗ РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

PYLAEVA I.E.

St.Petersburg State Institute of Technology
(Technical University)

ANALYSIS OF ACCIDENT RISK AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

Развитие и интенсификация промышленных производств в современных условиях неизбежно ведет к возрастанию числа аварий и масштабов последствий, связанных с неконтролируемыми выбросами токсичных или взрывоопасных веществ в окружающую среду. В связи с этим возникает необходимость использования новых научно-обоснованных подходов для обеспечения безопасности людей. Составной частью управления промышленной безопасностью является непосредственно анализ риска аварий, который предполагает получение количественных оценок потенциальной опасности промышленных объектов.

Использование анализа риска в системе управления промышленной безопасностью по существу призвано ответить на принципиальный вопрос о соотношении реального уровня опасности объекта и уровня приемлемого риска, а также обосновать экономическую эффективность предлагаемых мер по повышению промышленной безопасности с учетом математического ожидания экономических потерь при различных рисках аварий. Поэтому обоснование критериев выбора приемлемого риска, которые могут быть взяты за основу при решении практических задач управления является основной задачей.

На основании анализа состояния промышленной безопасности, нормативного и методического обеспечения анализа риска и практики его использования предложены принципиальные направления, на которых строится разработка научно-методических основ применения анализа риска в целях обеспечения промышленной безопасности, включающие:

- создание эффективной научно-обоснованной системы расследования аварий, сбора и анализа данных по аварийности и травматизму;
- исследование закономерностей и механизмов физико-химических процессов, определяющих инициирование техногенных катастроф, ход и последствия аварий;
- создание моделей аварийных процессов;
- обоснование критериев допустимого риска, позволяющих аргументировано принимать управленческие решения;

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.С. Мазур

САЛАХУТДИНОВА О.В.

Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗГОРАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОРЮЧИХ
МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НАГРЕВЕ**

SALAKHUTDINOVA O. V.

South Ural State University (National Research University)

**INVESTIGATION OF THE IGNITION CONDITIONS OF VARIOUS
COMBUSTIBLE MATERIALS DURING LOCAL HEATING**

В работе приведены исследования фокусирующих свойств стеклянной и пластиковой тары, за счёт которых могут возникать возгорания лесных горючих материалов под воздействием солнечного излучения.

Как известно, в удаленных от населенных мест территорий (лесные массивы, места добычи ископаемых топлив) встречается та или иная тара. Учитывая, кривизну поверхности тары, определили, что она может играть роль «эрзац-линзы». Изучены оптические параметры «эрзац-линз» – стеклянной и пластиковой тар, и их фрагменты.

Проведено дериватографическое изучение условий газовыделения для различных лесных горючих материалов.

Показано, что данные виды «эрзац-линз» могут выступать в качестве причины возгорания различных материалов – лесной опад, нефтеразливы, гурты каменного угля и торфа.

Разработана экспериментальная установка, где проводятся опыты, подтверждающие возникновение возгорания материалов, за счет свойств стеклянной и пластиковой тары.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.И. Солдатов.

ФАЗЫЛОВ И.Р.

Санкт-Петербургский горный университет

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО
РЕЖИМА НЕФТЯНЫХ ШАХТ РОССИИ**

FAZYLOV I.R.

St. Petersburg Mining University

**ASSESSMENT OF METHODS OF THERMAL REGULATION OF RUSSIA'S OIL
MINES**

В РФ добыча высоковязкой нефти и битума осуществляется подземным способом через скважины, пробуренные из горных выработок в нефтесодержащий пласт. Снижение вязкостных свойств нефти, обеспечивающих ее поступление в скважины, достигается за счет прогрева горного массива паром. Интенсивное термическое воздействие на нефтяной пласт приводит к образованию вокруг горных выработок, которые используются для бурения скважин и отбора нефтесодержащего флюида, искусственных термических аномалий, оказывающих влияние на тепловой режим этих выработок.

Как свидетельствуют данные экспериментальных исследований температура воздуха в выработках - буровых галереях, из которых осуществляется добычи нефти, может превышать 30⁰С.

На термодинамические параметры шахтного воздуха оказывает влияние значительное количество факторов, среди которых можно выделить системы вскрытия и разработки месторождения, интенсивность добычи нефти и количество воздуха, подаваемого в горные выработки.

Предложена методика расчетов температур в выработках нефтяных шахт, на основании которой выполнены тепловые расчеты горных выработок.

Осуществлено сопоставление результатов вычислений с данными натурных измерений.

Выполнена оценка эффективности использования различных способов нормализации теплового режима: подача воздуха по специальным скважинам, теплоизоляция поверхности горных пород, теплоизоляция путей транспортировки нефти до поверхности, искусственное охлаждение воздуха.

Дано обоснование возможности обеспечения аэрологической безопасности, в части термодинамических параметров воздуха, при увеличении протяженности буровой галереи с 280-300 м до 1000 м. Выявлена зависимость температуры воздуха в выработках нефтешахты от температуры воздуха на поверхности, в разные времена года.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Г. Гендлер

ШАЛИМОВА А.В., ФИЛИНА В.А.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**ОБЩИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ГМК, И
РАЗРАБОТКА МЕР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И
БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ПЫЛЕВОМУ ФАКТОРУ**

SHALIMOVA A.V., FILINA V.A.

National University of Science and Technology «MISIS»

**A GENERAL ANALYSIS OF THE SYSTEMS OF MANAGEMENT OF MMC
AND THE DEVELOPMENT OF MEASURES TO ENSURE INDUSTRIAL SAFETY
AND SAFE WORKING CONDITIONS ON DUST FACTOR**

Согласно расчетам Международной организации труда (МОТ) за 2017 год, ежегодно на производстве происходит 2,78 миллиона несчастных случаев со смертельным исходом. Также каждый год насчитывается 374 миллиона несчастных случаев и болезней, не связанных со смертельным исходом, многие из которых приводят к длительному отсутствию на рабочем месте. По оценкам МОТ, потери в результате несчастных случаев и заболеваний на производстве составляют около 4 процентов валового внутреннего продукта мировой экономики, или более 1,25 триллионов долларов США. В частности, оценочный аудит ряда предприятий горно-металлургического комплекса РФ (ГМК) выявил рост травматизма и профессиональных заболеваний за последние 5 лет. Также согласно данным анкетирования сотрудников предприятий ГМК, рабочие обеспокоены нынешним состоянием вопросов охраны труда, промышленной безопасности и экологической безопасности. Оценочный аудит проводился в мае – ноябре 2018 года группой сертифицированных аудиторов кафедры Техносферная безопасность НИТУ «МИСиС». Критериями аудита являлись требования стандарта OHSAS 18001:2007 «Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья».

Руководители организаций и предприятий несут ответственность за обеспечение безопасности деятельности всего рабочего персонала, поэтому формирование системы управления охраной труда и промышленной безопасностью в соответствии с законодательством и стандартами является актуальной задачей. Однако правовых норм не всегда достаточно для обеспечения безопасности на производственных местах, очевидна потребность предприятий создавать и внедрять новые рабочие инструменты.

Одним из технических решений на предприятиях горно-металлургического комплекса является применение метода пульсирующей вентиляции. В частности, предварительная оценка показывает, что применение пульсирующей вентиляции при пылеподавлении орошением позволит существенно повысить эффективность данного метода без применения дорогостоящих химических добавок. Применение данного метода также позволит улучшить условия труда и снизить показатели профессиональных заболеваний, травматизма, а так же показатели смертности по пылевому фактору. Данный метод может широко применяться на всей технологической цепочке как на горном, так и металлургическом производстве.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.Э. Филин

НЕСТЕРОВ Е.А. ШАРАФУТДИНОВ Р.Р.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**ШАХТНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО
ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАДИУСА ЗОНЫ ЭФФЕКТИВНОГО
ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ КАРНАЛЛИТ-ГАЛИТОВЫХ ПОРОДАХ
ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

SHARAFUTDINOV R.R., NESTEROV E.A.
Perm National Research Polytechnic University

**MINE EXPERIMENTAL RESEARCHES ON THE DETERMINATION OF THE
ZONE OF AN EFFICIENT CRACKS RADIUS IN CARNALLITE-GALITE ROCKS
OF THE GREMYACHINSK DEPOSIT**

Для разработки Технологического регламента, который предусматривает передовое торпедирование массива карналлит-галитовых пород для предотвращения внезапных выбросов, необходимо определить величину радиуса зоны эффективного трещинообразования в условиях Гремячинского месторождения.

В работе описывается методика и результаты, полученные при проведении шахтных экспериментальных исследований. Результаты выполненных исследований будут использованы при составлении паспортов буровзрывных работ при механизированной проходке выработок по карналлит-галитовому слою пласта калийно-магниевых солей в руднике Гремячинского ГОКа.

Методика определения радиуса зоны эффективного трещинообразования заключается в сравнении газопроницаемости карналлит-галитовых пород до и после торпедирования. Для определения газопроницаемости карналлита в массиве, в исследуемой зоне, бурят два параллельных шпура: рабочий и контрольный на расстоянии 25 см друг от друга, которые герметизируются механическими герметизаторами на глубину не менее 1,5 м. При этом расстояние между парами шпуров не должно быть менее 0,5 м. В рабочий шпур подают газ при определенном давлении и измеряют расход газа из контрольного шпура.

Результаты исследований по определению радиуса зоны эффективного трещинообразования показали, что средние значения в массиве до торпедирования: объемный расход газа - 0,015 см³/сек., коэффициент газопроницаемости - 0,004598 мДарси; после торпедирования: объемный расход газа - 2,26 см³/сек., коэффициент газопроницаемости - 14,89 мДарси. Радиус зоны эффективного трещинообразования 1,485 м. В тех же рабочих шпурах был произведен контроль эффективности торпедирования массива. Среднее значение показателя воздухопоглощения до торпедирования равно 0,03 л/мин., после торпедирования – 2,76 л/мин.

Установлено, что по коэффициенту газопроницаемости радиус эффективного трещинообразования для карналлит-галитовых составляет 1,485 м. Так же установлено, что по коэффициенту воздухопоглощения пород максимальный радиус эффективного трещинообразования для карналлит-галитовых пород не превышает 1,5 м.

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.В. Иванов

Горнопромышленная экология

ДЕСЯТНИКОВ С.Н.

Санкт-Петербургский горный университет

НАПРАВЛЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗОЛОШЛАКОВ ПАО «СЕЛИГДАР»

DESYATNIKOV S.N.

St. Petersburg Mining University

THE DIRECTIONS OF RECLAMATION OF SLAG ASH PUBLIC COMPANY «SELIGDAR»

Представляется краткий обзор работ, посвященных проблеме утилизации золошлаковых отходов ТЭС. Данные работы затрагивают различные направления использования данного вида отходов:

- применение при строительстве дорожных покрытий;
- использование в качестве компонента бетонных смесей;
- применение ЗШО как сырья для получения ценных компонентов;
- использование известняковых свойств золошлаков в сельском хозяйстве.

Опираясь на известный опыт утилизации золошлаковых отходов, а также на их качественный и количественный состав, сделаны выводы о возможности применения золошлаков ПАО «Селигдар» в каждом из предложенных направлений. В связи с малыми (следовыми) концентрациями токсичных компонентов в золошлаковых отходах сделан вывод о безопасности использования данного вида отходов.

Наиболее приоритетными направлениями использования золошлаков ПАО «Селигдар» является его использование при строительстве дорожных покрытий в связи со слабой развитостью дорожной сети региона, а также их применение в качестве вторичного источника энергоснабжения. Это объясняется удаленностью данного предприятия от узлов газо- и нефтеснабжения.

Сделан вывод о том, что использование золошлаков в сельском хозяйстве в условиях кислотности почв возможен благодаря высокому содержанию кальция в отходах, однако нерентабелен в связи с удаленностью сельскохозяйственных угодий и повсеместным обилием лесных насаждений.

Также выявлено, что с учетом высокого содержания в золошлаках таких компонентов как алюминий и железо есть возможность их извлечения, однако это мероприятие не выглядит перспективным. Это объясняется в первую очередь большим транспортным плечом до ближайших металлургических заводов.

Сделан вывод о том, что проблема утилизации золошлаковых отходов является актуальной по причине больших объемов занимаемых земельных отводов и активного загрязнения воздушного и водного бассейнов прилегающих территорий. Данная проблема имеет множество решений, некоторые из которых достаточно универсальны, что доказывается опытом развитых европейских стран, так и российским опытом.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

ЗОРИНА Я.А.

Уральский государственный горный университет

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ НОРМ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ЗЕМЕЛЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

ZORINA Ya.A.

Ural state mining University

**THE PRACTICE OF APPLYING THE NEW RULES FOR RECLAMATION
OF THE MINING AREAS**

Рекультивация земель традиционно рассматривается как один из важнейших способов охраны и восстановления качества земель. Соответственно в законодательстве должны быть урегулированы порядок и условия проведения работ по рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождения полезных ископаемых открытым способом.

В связи с вступившем в законную силу Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» утратили силу такие два документа, как: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» и Постановление Правительства Российской Федерации от 02.10.2002 № 830 «Об утверждении Положения о порядке консервации земель с изъятием их из оборота».

В нововведенном Постановлении Правительства Российской Федерации № 800 утверждены Правила проведения рекультивации и консервации земель (далее – Правила). Новыми правилами установлены основные понятия, определяющие рекультивацию и консервацию земель, указаны лица, которыми обеспечиваются разработка проектов рекультивации и консервации земель. Так же определен состав проектной документации по рекультивации и консервации земель и их содержание. Вместе с тем Правилами установлены перечень лиц, с которыми производится согласование проекта рекультивации и консервации земель, порядок согласования и предельные сроки проведения работ по рекультивации и консервации земель. Так же Правилами установлено, что завершение работ по рекультивации и консервации земель подтверждается актом о рекультивации и консервации земель соответственно.

Введение Правил предусматривает установление точной процедуры проведения масштабных работ по рекультивации и консервации земель, то есть восстановления деградированных земель, что не предусматривалось ранее в законодательных документах, рассматривающих проблему использования и охраны земель. В связи с этим на данный момент определены четкие требования и контроль, что должно повлечь за собой улучшение состояния почвы в Российской Федерации.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.Е. Коновалов

КУДЕЛЬКИН Ю.Ф., САФАРОВА С.А. БЕЛОВА С.Е.
Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

KUDELKIN Y.F., SAFAROVA S.A., BELOVA S.E.
P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

THE APPLICATION OF WORKING CYCLE PARAMETERS FOR THE DETERMINATION OF POLLUTANT EMISSIONS OF GAS TURBINE PLANTS

В работе предлагается методика прогнозирования вредных выбросов на основании штатных замеров давления за компрессором и температуры газа перед турбиной.

Для предприятий отечественной газовой отрасли в настоящее время очень актуальны проблемы экологической безопасности. Производственный экологический мониторинг – один из важных элементов в схеме обеспечения экологической безопасности объектов газоперекачки.

В качестве основных задач мониторинга можно назвать не только оценку текущего состояния экологической безопасности используемой техники, но и прогноз изменения характеристик качества окружающей среды вследствие воздействия выбросов газотурбинных двигателей (ГТД), работающих в составе газоперекачивающих агрегатов (ГПА) магистральных газопроводов.

Компрессорные станции с использованием ГТД являются крупными источниками выбросов оксидов азота (NOX) и углерода (CO), а процесс транспортировки газа по магистральным трубопроводам экологически опасен и сопровождается рядом негативных воздействий на окружающую среду. Поэтому вопросы разработки и совершенствования методов контроля и сокращения вредных выбросов ГПА являются актуальными и своевременными.

Объекты магистрального трубопровода при штатной работе сильно и негативно воздействуют в первую очередь на окружающую среду, а частности, воздушный бассейн, а также на флору и фауну. Но именно воздушный бассейн испытывает максимальное воздействие.

В настоящее время создано и применяется много методик расчета состава и количества вредных выбросов ГТУ. Анализ этих методик показывает, что они сложны и не позволяют выполнить оперативную оценку состояния экологической безопасности прямо на станции.

Для разработки такой простой в плане использования эксплуатантом методики целесообразно использовать технологические параметры ГТД – т.е. параметры цикла: полную температуру газа перед турбиной и полное давление воздуха за компрессором. Предлагается модель зависимости концентрации вредных выбросов (оксида углерода и оксида азота) в выхлопных газах от данных параметров на основе связи равновесного количества NO с концентрациями исходных веществ и температурой горения (уравнение Я.Б. Зельдовича). Идентификация параметров разработанной модели проводится по штатным замерам путем проведения определенных изменений в вышеупомянутом уравнении.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Б.М. Конюхов

МУХИНА А.С.

Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВНЕШНИХ
ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ИХ
РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

MUHINA A.S.

St. Petersburg Mining University

**ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF FORMATION OF
EXTERNAL SPOIL DUMPS OF COAL DEPOSITS FOR JUSTIFICATION OF
RECOLTIVATION**

По данным Минэнерго в последние годы наблюдается стабильный рост добываемого угля в РФ, в частности, на территории Кузбасса. Следует при этом отметить, что большая часть добываемого топлива (примерно 2/3) приходится на открытую разработку, характеризующуюся попутным извлечением из недр большого объема вскрышных пород, перемещаемых в отвальные сооружения. На фоне ужесточения требований по охране окружающей среды и рациональному использованию земельных ресурсов это приводит к дефициту земель под отвалы.

Отвальные сооружения угольного региона представляют собой техногенные массивы из насыпных или намывных пород средней высотой 100 метров. Формирование и функционирование таких объектов сопровождается различными геомеханическими процессами, представляющими угрозу для окружающей природной среды и различных инфраструктурных объектов. Данное обстоятельство предопределяет необходимость выполнения специальных исследований, включающих геоэкологическую оценку условий складирования вскрышного материала и геомеханические расчеты устойчивости. Учитывая наличие в отвальных породах достаточно значительного содержания органического материала - угля и гумуса, присутствующего в неоген-четвертичных породах, при выполнении геоэкологических исследований следует уделять значительное внимание образования техногенного элювия и почв, их биохимическим свойствам и плодородию.

Ведение рекультивационных работ существенно зависит от основных параметров отвальных сооружений, таких, как площадь основания, высота отвала и отдельных ярусов, угол откоса яруса и результирующий угол отвала. При этом одной из важнейших научно-технических задач является обоснование рекомендаций по эффективному ведению рекультивационных работ для создания комплексных горнотехнических сооружений, например, отвалов и гидроотвалов, а также отвалов, отсыпанных на гидроотвалах. Подобные комбинации позволяют не только разместить на изъятых для различных нужд территориях значительные объемы вскрышных пород, но и выполнить их горнотехническую и биологическую рекультивацию. Это особенно важно при решении проблемы рекультивации отвалов вскрышных пород, которые длительное время из-за низкой несущей способности не доступны для производства восстановительных работ.

Несмотря на достаточную изученность вопроса инженерно-геологических условий формирования отвалов, опыт комплексной оценки рекультивации данных горнотехнических объектов как с позиции геомеханики (обоснование оптимальных параметров), так и формирования устойчивых природно-технических системы, практически отсутствует.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.И. Кутепов

ЦУПКИНА М.В.

Российский университет дружбы народов
Институт комплексного освоения недр Российской академии наук

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ЦЕЛЬЮ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИХ ВОВЛЕЧЕНИЮ В
ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ НА ПРИМЕРЕ СИБАЙСКОГО
ХВОСТОХРАНИЛИЩА**

TSUPKINA M. V.

People's Friendship University of Russia Institute of Comprehensive Exploitation
of Mineral Resources Russian Academy of Sciences

**TECHNOGENIC OBJECTS RESEARCH METHODS IN ORDER TO
DETERMINE TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR ITS EXPLOITATION USING
THE CASE OF SIBAY TAILING DUMP**

Техногенные объекты горнопромышленных предприятий негативно влияют на экологию регионов, поэтому разработка решений по экологически сбалансированному освоению месторождений полезных ископаемых является первоочередной.

Для обоснования решений по экологически безопасной утилизации отходов обогащения руд Сибайского комбината разработана методика изучения техногенных объектов с целью обоснования рациональной технологии переработки техногенного сырья. В соответствии с ней выполнен анализ горно-геологических и горнотехнических условий формирования и эксплуатации хвостохранилища, проведены геологические изыскания по определению закономерностей распределения вещественного состава отходов и рН среды в массиве хвостохранилища, изучены физико-механические свойства грунтов и определены перспективные технологические решения по вовлечению складированного минерального сырья в промышленную эксплуатацию.

В рамках геологической партии были проведены геолого-оценочные работы, включающие проходку шурфов и отбор проб для лабораторных испытаний. Для выявления содержаний компонентов проведен комплексный химический анализ отходов. Согласно результатам: Au – 0,4-2 г/т, Ag – 3,9-16,6 г/т, Cu – 0,07- 0,43 %, Zn – 0,04-0,68 %, Fe – 13,53-27,16 %, S – 11,63 -31,26 %. Повышенные содержания элементов свидетельствуют о целесообразности комплексной переработки техногенного сырья, что значительно повысит экологические показатели освоения месторождений.

В целях изучения влияния кислотности хвостохранилища на состояние окружающей среды исследовано 19 проб на определение рН. Выявлено увеличение рН с глубиной. Установлено, что повышенная кислотность в верхней части массива отрицательно сказывается на состоянии пресных вод и смежных территорий и определяет риск коррозии технологического оборудования, что влечет необходимость проработки специальных решений по добыче и переработке такого сырья.

Систематизированы способы разработки техногенных образований и типов механизации выемочно-погрузочных работ, выполнен анализ вариантов добычи и транспортировки хвостов до пункта вторичного обогащения. Рассмотрены технологии выемки «сухим» способом отработки в сравнении с «мокрым».

Выполненные исследования – задел для детального обоснования инвестиционных решений по экологически безопасной и экономически выгодной утилизации отходов.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Д.Н. Радченко

Инженерная защита окружающей среды

БАБЕНКО Д.А.

Санкт-Петербургский горный университет

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНЫХ РУД

BABENKO D.A.

St. Petersburg Mining University

SECURITY ISSUES OF ENVIROMENTAL IN THE STORAGE OF COPPER ORE DRESSING WASTE

Предприятия минерально-сырьевого комплекса – объекты высокой экологической опасности. Вопросы защиты окружающей среды в процессе функционирования данных предприятий требуют серьёзной проработки. В результате деятельности горно-добывающих и горно-перерабатывающих предприятий, образуются минеральные отходы производства, которые складываются и образуют техногенные массивы. В процессе их длительного функционирования может происходить загрязнение компонентов окружающей среды, что приводит к дополнительным тратам на устранение негативного воздействия.

Проведены исследования для определения возможности применения гидроизоляционного материала из вторично переработанных полимеров в качестве противофильтрационного покрытия техногенных массивов при складировании отходов обогащения. Изучены отходы обогащения, возникшие в процессе обогащения медных руд флотационным методом. Определено распределение частиц по размерам при помощи ситового метода. Определение диаметра частиц происходило исходя из скорости осаждения частиц, которое подчиняется закону Стокса [1].

В результате проведения анализа проба массой 500 г была разделена на 4 класса крупности. Также определен элементный состав в каждом классе крупности при помощи рентгенофлуоресцентного метода анализа (РФА). Кроме того, определено валовое содержание подвижных форм тяжёлых металлов при помощи спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Размер пробы каждого образца равен 0,5 г, объём аликвоты – 50 мл.

Результаты данных исследований позволяют обосновать возможность рассматривания отходов обогащения как вторичного сырья для переработки.

Разрабатывается методика защиты компонентов окружающей природной среды от минеральных отходов предприятий минерально-сырьевого комплекса с использованием специального экранирующего материала на основе смеси полимеров.

Разработанный метод обеспечения экологической безопасности может быть использован предприятиями минерально-сырьевого комплекса в отношении проектируемых и действующих объектов складирования минеральных отходов.

Список литературы

1) В.И. Соболев. Рентгено-флуоресцентный анализ. Изд-во Томского политехнического университета. Томск, 2014, 18 с.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

КИРИНА В.Д.
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА
СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ
СНЕГОВОГО ПОКРОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИРОДООХРАННЫХ
РЕКОМЕНДАЦИЙ (Г. КЕМЕРОВО)**

KIRINA V.D.
National Research Tomsk Polytechnic University

**IMPACT ASSESSMENT OF POWER PLANTS EMISSIONS ON THE AIR BASED ON
THE STUDY OF SNOW COVER TO DEVELOP THE ENVIRONMENTAL
PROTECTION (KEMEROVO)**

В России Кузбасс известен как богатейший по запасам каменноугольных бассейнов и, прежде всего, по запасам углей коксующихся марок. Исходя из анализа крупных промышленных объектов г. Кемерово, в совокупности наибольшее влияние на окружающую среду и здоровье населения наносит деятельность угольной ГРЭС. Исследование снега позволяет определить твердофазные выпадения техногенного или природного происхождения, а также определить источники данных выпадений.

Цель работы - оценка влияния выбросов угольной Кемеровской ГРЭС на качество атмосферного воздуха. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно нормативной методике в феврале 2016 г. [1]. По итогам полевых работ проводился расчет пылевой нагрузки [2]. В твердом осадке снега определяли минерально-фазовый состав рентгеноструктурным методом, сканирующей электронной микроскопией, содержание химических элементов – инструментальным нейтронно-активационным анализом и атомно-абсорбционным холодного пара.

Величина пылевой нагрузки (199 мг/(м²*сут)) соответствует средней степени загрязнения. Состав пробы представлен минеральными частицами включая кварц, полевые шпаты, сульфиды железа, алюмосиликаты с примесью железа и кальция, техногенные частицы представлены Al-Si сферулами, Fe-O сферулами, углеродсодержащими частицами, алюмосиликатными шлаковыми частицами, оксидом свинца. В пробах преобладает содержание анортита, кварца, муллита. Все изученные минеральные и техногенные частицы имеют размер от 5 до 20 мкм и относятся к средним и крупным частицам согласно классификации [2]. Такие частицы могут оказывать влияние на респираторные органы человека. Определены элементы-индикаторы в снеговом покрове, отражающие специфику воздействия Кемеровской ГРЭС. Для уменьшения выбросов в атмосферный воздух рекомендованы введения наилучших доступных технологий и совершенствование системы производственного экологического контроля.

Литература

1. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. — 2004. — №5. — С.69-78.
2. Pope C. A., Dockery D. W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. – 2006, Vol. 56 (6). – P. 709–742.

Научный руководитель: к. г.-м. н., доцент А.В. Таловская

НУРМАТОВА Н. А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОЦЕНКА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ
ОТХОДОВ КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

NURMATOVA N. A.

Kazan Federal University

**STUDY OF THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION AND ASSESSMENT
OF THE ENERGY POTENTIAL OF THE THERMAL DESTRUCTION OF WASTE
KAZAN FEDERAL UNIVERSITY**

Многие мусорные полигоны работают несколько десятилетий, за это время они превратились из свалок в экологическую катастрофу и представляют угрозу для жизни и здоровья людей. В связи с бедственным положением встает вопрос о разработке новых методов и способов утилизации отходов.

В ходе данной работы планируется на основе морфологического состава отходов КФУ произвести оценку энергетического потенциала термической деструкцией отдельных фракций отходов ВУЗа.

В среднем по России состав ТКО следующий: пищевые отходы 20-50%, макулатура 9-26%, полимерные материалы 10-25%, стекло 5-20%, металлы 2-6%.

Анализируя состав, видим, что отходы имеют большой энергетический и экономический потенциал. Существуют несколько методик оценки и способов переработки отходов. В данной работе проанализирован энергетический потенциал низкотемпературного метаногенеза - одного из видов термической деструкции.

В части эксперимента произведен анализ низкотемпературного метаногенеза, на полигоне Тогаево отобран свалочный газ и замерена теплота сгорания, произведен разбор качественного состава. Для этого использованы емкости для забора газа, спектрометр, портативный газоанализатор и труба горения.

В ходе дальнейшей работы планируется произвести расчет энергетического потенциала ТКО различными методами. Сравнить их с экспериментальными оценками. Выявить более точную методику и возможно внести свои коррективы. А также сравнить методы переработки отходов и найти более экономически выгодный и экологически целесообразный.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.Р. Гильманшин

РУДЗИШ Э.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИСКУССТВЕННЫЕ ГРУНТОВЫЕ СМЕСИ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ТЕРРИТОРИЙ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

RUDZISH E.
St. Petersburg Mining University

**ARTIFICIAL GROUND MIXTURES FOR THE RECULTIVATION OF
TERRITORIES OF MINING PRODUCTION**

Согласно Земельному реестру на территории Российской Федерации находится 371,5 тыс. га промышленных техногенно-нарушенных земель из них под промышленные полигоны и хранилища отдано более 30,7 тыс. га земель (2018 год). Земли являются ценным государственным ресурсом, поэтому все территории, отчужденные под складирование отходов должны быть восстановлены и возвращены в хозяйственное пользование. В связи с этим одной из важнейших задач государства остается рекультивация техногенно-нарушенных земель. Для успешного формирования антропогенного почвенного профиля необходимо предоставить достаточное количество питательных веществ, как минеральных, так и органических. В ходе исследования существующих методик рекультивации был обнаружен явный недостаток: все наиболее доступные органические удобрения (сапропель, компост, навоз и др.) усваиваются за один-два сезона, что приводит к дефициту питательных веществ, наступает гибель живых почвенных организмов, без которых устойчивая экосистема не сформируется. Для решения этой проблемы необходимо подобрать мелиоранты пролонгированного действия, а также необходимо учесть их легкодоступность и малозатратность. По данным критериям был выбран ранее нерассматриваемый отход целлюлозно-бумажного комбината – лигнин-шлам (ЛШ). Целью работы стало исследование пригодности искусственных грунтовых смесей на основе ЛШ для рекультивации нарушенных земель. Были поставлены следующие задачи: обзор литературы по искусственным грунтам с добавлением различных мелиорантов; создание оптимальной композиции ЛШ с суглинистыми грунтами; доказательство рациональности использования ЛШ (анализ отсутствия токсичности и наличия необходимых питательных веществ). Для решения задач были отобраны пробы ЛШ, представленные смесью сырого осадка и избыточного активного ила в соотношении 1:4, на которых были проведены анализы: влажности (70-75%), зольности (4%), концентрации тяжелых металлов и органогенных элементов – азота (0.36%), фосфора (0.155%), углерода (47.21%), водорода (5.78%), кальция (7.78%). Все показатели были сопоставлены с нормативными документами (ГОСТ Р 17.4.3.07-2001; ГОСТ Р 54651-2011). В результате сравнительного анализа была доказана возможность применения ЛШ для добавки к грунту. Для разработки оптимального композиционного состава плодородных искусственных грунтов был проведен эксперимент для исследования развития и роста растений. Были созданы 5 моделей грунтов с разными соотношениями компонентов, на которых высажены: клевер луговой (*Trifolium pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), райграс пастбищный (*Lolium perenne*), фестололиум (*Festulolium*) и полевица обыкновенная (*Agrostis tenuis*). Регулярно проводились замеры роста растений и проверка наличия внешних показателей угнетения. По окончании эксперимента была взвешена аэриальная часть биомассы. Результат эксперимента доказал, что созданный искусственный грунт (суглинок и 15-30% ЛШ) улучшает показатели плодородия, способствует ускорению роста растений (на 15%) и увеличивает аэриальную биомассу (на 25%), что позволит ускорить процесс восстановления техногенно-нарушенных земель.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.А. Петрова

ХАРЬКО П.А.
Санкт-Петербургский горный университет

ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ РУДЫ НА ПРИМЕРЕ СИБАЙСКОГО ФИЛИАЛА АО «УЧАЛИНСКИЙ ГОК»

KHARKO P.A.
St. Petersburg Mining University

ASSESSMENT AND REDUCTION OF THE LEVEL OF SMALL RIVERS POLLUTION IN THE AREA OF THE INFLUENCE OF ENTERPRISES ON MINING AND PROCESSING ORE ON THE EXAMPLE OF THE SIBAI FILIAL JSC «UCHALINSKIY MINING AND CONCENTRATION COMPLEX»

В России около половины суммарного объема речного стока формируют малые реки. На их современное состояние в первую очередь влияют техногенные факторы: поступление загрязняющих веществ со сточными водами предприятий; загрязнение удобрениями и ядохимикатами, поступающих от сельхозугодий, а так же ливневыми и тальными водами урбанизированных территорий. Среди комплекса проблем, связанных с загрязнением водотоков, одной из важнейших является проблема загрязнения донных отложений металлами, которые, по оценке многих специалистов, являются самыми опасными загрязнителями. Донные осадки составляют с водной средой неразрывную систему. Данная проблема особенно остро стоит в регионах с развитой горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленностью.

Целью работы является оценка современного состояния реки Карагайлы в зоне воздействия Сибайского филиала АО «Учалинский ГОК» с последующей разработкой природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенной нагрузки.

В работе рассмотрены основные источники поступления металлов в реку, изучено ее современное состояние в зоне воздействия предприятия. Представлены результаты инженерно-экологической съемки на исследуемой территории, проведенной в августе 2017-ого года, а так же установлены уровни концентраций металлов в отобранных пробах донных отложений, анализ которых проводился на базе Центра коллективного пользования Горного университета. Для разработки метода снижения уровня загрязнения реки, посредством очистки и углубления дна, был проведен анализ существующих способов изъятия и обезвоживания донных отложений и определен в качестве наиболее подходящего – гидромеханизированный способ изъятия (с помощью землесосного наряда) с обезвоживанием в специальных контейнерах из геосинтетических материалов.

Извлекаемые донные отложения содержат в себе огромные количества водорастворимых форм металлов, которые при обезвоживании осадка выносятся вместе с возвратной водой. Содержание Zn составляет 2,58 кг/т донных отложений, Cu – 1,99 кг/т, Al – 1,10 кг/т, Mn – 0,10 кг/т, Fe – 0,06 кг/т, что превышает фон в 25-51000 раз. Эксперимент заключался в подборе оптимальной загрузки мобильной фильтрационной колонны, при которой достигается допустимый уровень содержания металлов в возвратной воде после очистки. Представленные результаты эксперимента подтверждают дальнейшую возможность использования данного метода с последующим возвратом вод в экосистему без вреда для нее.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Пашкевич

Секция 3. КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ТРАНСПОРТИРОВКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

АКСЁНОВ А.Ю.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина

ВОЗМОЖНОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

AKSENOVA.Y.

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

POSSIBILITY OF DIGITALIZATION OF DESIGN OF VANE PUMPS FOR OIL PRODUCTION

Сегодня общеизвестна тенденция развития добычи нефти на море, эксплуатация месторождений с трудноизвлекаемыми запасами углеводородного сырья, а также фонда скважин, характеризующихся наличием осложняющих факторов. Поэтому проблема повышения эффективности работы насосной техники представляет отдельный интерес.

Производитель, при создании гидравлической машины, стремится снизить свои затраты и риски. Компьютерные технологии позволяют заменить частично, или даже полностью, физические эксперименты на численные. Однако существует проблема расчета и конструирования лопастных насосов с коэффициентами быстроходности свыше 250, что связано с недостатком актуальной информации в области практического применения, а также в области методик расчетов. Для достижения поставленных задач необходима модернизация существующих методик расчета путем введения поправочных коэффициентов, учитывающих конструктивные особенности разрабатываемой машины в совокупности с применением современных вычислительных технологий.

Одним из основных критериев классификации лопастных насосов является коэффициент быстроходности. В процессе научно-исследовательских работ, которые ведутся на кафедре машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, было выявлено, что характеристики ступеней лопастных насосов с коэффициентом быстроходности менее 250, полученные путем компьютерного эксперимента в системе трехмерного моделирования, незначительно отличаются от результатов стендовых испытаний. В тоже время, характеристики рабочих ступеней диагонального типа с коэффициентом быстроходности свыше 250 имеют, полученные в результате численного и натурального эксперимента, имеют существенные различия на всем диапазоне подач.

Поэтому можно отметить, что не все существующие технологии компьютерного моделирования на сегодня не отвечают высоким требованиям конструкторов. В связи с этим моделирование насосных ступеней с показателем коэффициента быстроходности свыше 300 в различных математических средах требует уточнения и доработки существующих методик расчетов, которые будут учитывать конструктивные особенности разрабатываемой машины.

Так результатом работы стали рабочие ступени ЭЦН5-25, ЭЦН5А-400, ЭЦН5А-700 и ЭЦН6-1000 с повышенным напором и КПД, принятые к серийному производству.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Н. Ивановский

АЛЕКСАНДРОВ А.Н.

Санкт-Петербургский горный университет

**МЕТОДИКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕФТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ В НЕЙ ПАРАФИНОВ**

ALEKSANDROV A.N.

St. Petersburg Mining University

**METHOD OF RHEOLOGICAL RESEARCH OF OIL FOR ESTIMATION OF
THE PHASE STATE IN IT OF PARAFFINS**

Значительную долю месторождений мира составляют месторождения парафинистых нефтей. Из них около половины приходится на высокопарафинистые и сверхвысокопарафинистые нефти, добыча которых становится все более актуальной. Для решения этой проблемы необходимы изучение реологических свойств и правильная оценка поведения высокопарафинистой нефти, как в продуктивном пласте, так и в скважине при разных температурных условиях и режимах течения. В работе представлены результаты исследования реологических свойств высокопарафинистой нефти одного из месторождений Республики Коми. Устьевые пробы нефти были отобраны с ряда скважин, вскрывших нефтяную залежь в верхнеэйфельских песчаниках среднего девона D_{2ef} . Начальная пластовая температура указанной залежи составляет $62^{\circ}C$, пластовое давление – $29,1$ МПа. Дегазированная нефть относится к особо легким с плотностью 802 кг/м³. Температура застывания нефти составляет $+38^{\circ}C$. Исследуемая нефть относится к высокопарафинистым (содержание парафинов составляет $32,3$ % масс.), смолистым (содержание смол и асфальтенов – $8,3$ % масс. и $3,0$ % масс., соответственно).

Разработана методика специальных реологических исследований высокопарафинистой нефти, позволяющая обоснованно подходить к решению инженерно-технических задач, связанных с расчетом кривых распределения давления по стволу скважины, при выборе скважинного оборудования и его режимов работы с учетом вязкостно-температурной поправки, определением глубины начала образования отложений парафина в скважине в зависимости от подачи насоса. На основании полученных результатов реологических исследований высокопарафинистой безводной нефти установлено, что при достижении критической скорости сдвига, равной $60,5$ с⁻¹, температура начала структурообразования снижается на $2,5^{\circ}C$, в то время как дальнейшее увеличение скорости сдвига не приводит к ее изменению. Установлена экспоненциальная зависимость объемного расхода исследуемой высокопарафинистой нефти, соответствующего критической скорости сдвига, от диаметра колонны насосно-компрессорных труб с указанием рекомендуемой и нежелательной (парафиноопасной) области значений объемных расходов нефти.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.К. Рогачев.

ЮРТОВ М.П., АНТОНЕНКОВА А.Ю.
Российский университет дружбы народов

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКОСТНО-ГАЗОВЫХ
ЭЖЕКТОРОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕХНОЛОГИЯМ ОСВОЕНИЯ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

YURTOV M.P., ANTONENKOVA A.Y.
RUDN University

**RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF LIQUID-GAS EJECTORS FOR
TECHNOLOGIES OF DEVELOPMENT AND EXPLOITATION OF OIL WELLS**

Ключевые слова. Освоение и эксплуатация скважин, Жидкостно-газовый эжектор, Давление на входе

Введение. На данный момент применение жидкостно-газовых эжекторов является одной из перспективных и развивающихся технологий освоения и эксплуатации нефтяных скважин. Однако следует учитывать то, что некоторые параметры данной технологии еще необходимо довести до оптимальных значений. Одним из таких параметров является давление на входе. В данной работе приведены расчеты и описания опытов по повышению давления на входе в приемную камеру эжектора.

Цель. Чтобы оборудование для освоения и эксплуатации скважин работало без перебоев и срывов, необходимо учитывать влияние давления рабочей жидкости и давления на входе на коэффициент инжекции струйного аппарата. Представленная в данной работе технология позволяет соблюдать все необходимые для этого условия.

Материалы и методы. Опыты по изучению влияния повышения давления на характеристики эжектора проводились на стенде-макете насосно-эжекторной системы. В качестве рабочей жидкости использовалась пресная техническая вода из водопровода, в качестве газа - воздух.

Результаты. Получены экспериментальные данные о влиянии давления в приемной камере на характеристики эжектора. Опыты проведены при различных давлениях рабочей жидкости перед соплом. Установлены диапазоны режимных параметров, в которых повышается эффективность работы эжектора.

Заключение. Во время проведения стендовых испытаний было доказано, что повышение давления в допустимых пределах позволяет улучшить характеристики эжектора, и способствует увеличению коэффициента инжекции. Также было установлено, что данная технология позволяет получить более высокие давления водогазовой смеси на выходе из системы.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.Н. Дроздов

БОНДАРЕНКО А.А.

Санкт-Петербургский Горный университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАСЫЩЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ
НЕФТИ ПАРАФИНОМ**

BONDARENKO A.A.

St. Petersburg Mining University

**DETERMINATION OF THE SATURATION TEMPERATURE OF MODEL OIL
SOLUTIONS WITH PARAFFINE**

Значительную долю месторождений мира составляют месторождения парафинистых нефтей. Из них около половины приходится на высокопарафинистые и сверхвысокопарафинистые нефти, добыча которых становится все более актуальной. Для решения этой проблемы необходимы изучение реологических свойств и правильная оценка поведения высокопарафинистой нефти как в продуктивном пласте, так и в скважине при разных температурных условиях и режимах течения. В работе представлены результаты исследования по определению температуры насыщения модельных растворов нефти парафином, которые проводились в термобарических условиях залегания нефти одного из месторождений республики Коми. Был выбран диапазон давлений от 0,1 Мпа до 13,6 Мпа, пластовая температуры – 65 °С.

В ходе работы был проведен обзор эмпирических уравнений различных НИИ по определению температуры насыщения нефти парафином. Проведенный анализ выявил их недостаток, на основании чего был проведен ряд опытов на экспериментальной установке IFT-700, предназначенной для определения поверхностного натяжения на границе раздела фаз. Были приготовлены модельные растворы нефти с 4 различными концентрациями парафина (15, 20, 25 и 30 %). Каждый из растворов был подвергнут исследованию на установке при различных давлениях, взятых из диапазона. В ходе эксперимента была получена зависимость температуры насыщения модельных растворов парафином от давления и концентрации парафина. С помощью реологического и визуального методов исследования установлены зависимости температур начала структурообразования и насыщения растворов парафином от его массового содержания. Разработаны ингибиторы парафиноотложений с усиленными депрессорными свойствами МК ИП и МК УДП.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.К. Рогачев, аспирант 4 года обучения А.Н. Александров

ВЛАСОВА В.Д.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАВ-КИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ С РАЗЛИЧНЫМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ СИСТЕМАМИ

VLASOVA V.D.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

ABOUT THE INTERACTION BETWEEN SURFACTANT-ACID COMPOSITIONS AND VARIOUS HYDROCARBON SYSTEMS

Кислотные обработки (КО) – это основной метод интенсификации работы скважин. Также известно, что важной составляющей кислотной композиции для успешного проведения КО являются поверхностно-активные вещества (ПАВ).

В ходе данной работы были изучены особенности взаимодействия с углеводородными системами кислотных составов (КС) на основе 5 и 15% соляной (HCl) и сульфаминовой кислот (NH₂SO₃H) на основе зависимостей показателя межфазного натяжения КС на границе с углеводородами. Кроме того, чтобы оценить влияние силы кислоты и кислотности среды на активность и поведение ПАВ, были рассмотрены составы на основе дистиллированной воды. В качестве углеводородных систем были выбраны н-октан, керосин и нефть пашийского горизонта Ромашкинского месторождения.

Зависимости, полученные при измерении показателя межфазного натяжения на границе ПАВ-КС с углеводородами, позволяют установить, что межфазное натяжение на границе углеводород/КС снижается в ряду н-октан – керосин – нефть. Это связано с усложнением химического состава и ростом полярности углеводородов, а также наличием в нефти природных ПАВ (смолы, асфальтены, нафтеновые кислоты).

Выявлено, что при взаимодействии растворов 5 и 15% масс. соляной и сульфаминовой кислот без добавления ПАВ с углеводородными системами, сульфаминовая кислота проявляет себя как поверхностно-инактивное вещество (ПИВ), то есть с ростом концентрации кислоты увеличивается межфазное натяжение состава. В это же время при увеличении концентрации соляной кислоты происходит снижение межфазного натяжения, что обусловлено положительной адсорбцией протонов, образующихся при диссоциации кислоты, на поверхности раздела фаз.

Влияние ПАВ, добавляемых в кислотные составы, рассматривалось в водных и кислотных растворах. Было выявлено, что неионогенное ПАВ сильнее снижает межфазное натяжение в водных растворах из-за низкого их сродства к воде, в то время как анионное ПАВ обладает наибольшим сродством к воде, в результате чего имеет меньшую поверхностную активность в водной среде.

Также показано отрицательное влияние увеличения концентрации соляной кислоты на поверхностную активность ПАВ. Это объясняется невозможностью образовавшихся при диссоциации кислоты ионов гидроксония адсорбироваться на межфазной границе и преимущественному нахождению их в объеме из-за наличия на границе синтетических ПАВ, что приводит к отрицательной адсорбции и проявлению инактивных свойств соляной кислоты.

Для сульфаминовой кислоты отмечен некоторый положительный эффект снижения межфазного натяжения при увеличении концентрации кислоты, что объясняется влиянием образующихся сульфамат ионов на структуру воды.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.Ф. Давлетшина

ВЫШЕГОРОДЦЕВА Ю.В.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИАГОНАЛЬНЫХ
СТУПЕНЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ И
ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ РАБОТЫ НА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ**

VYSHEGORODTSEVA I.V.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

**THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR DESIGNING DIAGONAL
STAGES OF ELECTRIC DRIVING PUMPS AND THE STUDY OF THEIR WORK
ON A VISCOUS FLUID**

В работе модернизирована методика расчета диагональных ступеней. Проведено сравнение полученной модели с существующей. Данная методика обеспечивает высокую точность проектирования. Так же проведены исследования рабочих ступеней при различной вязкости, доказывающие неэффективность существующих методик.

Работа электроприводного лопастного насоса (ЭЛН) зависит от многочисленных факторов, которые действуют по отдельности, так и вместе. Например, вязкость жидкости, свободное газосодержание на входе в насос, конструкция ступени и отдельных её элементов и других. Снижение доли «лёгких» углеводородов в общих известных запасах и необходимость расширения добычи тяжёлых и средне- и высоковязких флюидов выводят оценку возможности работы насосов в таких осложнённых условиях на первый план. На данный момент для проектирования диагональных ступеней используется схема осесимметричного потока. Такая схематизация упрощает математическую модель. Были рассчитаны характеристики диагонального колеса, построена 3D модель. Для проверки методики расчета новое колесо сравнивалось с уже существующим. Расхождения незначительные, что подтверждает правильность расчетов. Наибольшее распространение получила методика для пересчета на вязкие жидкости П.Д. Ляпкова, в которой зависимость характеристики насоса на вязкой жидкости от числа Рейнольдса: чем оно меньше, тем пересчётная характеристика больше отклоняется от характеристики насоса на воде. Но все данные работы по пересчёту характеристик проводились для стандартных ступеней. Диагональные конструкции ступеней имеют существенные отличия. Последними работами в открытом доступе являются работы П.Л. Янгулова об оценке влияния вязкости на характеристики насосов центробежного типа. Он испытывал ступени 5-го габарита из чугуна и полимерных композитных материалов на разных вязкостях. В результате получил расхождения с методикой Ляпкова настолько значительные, что предложил новые формулы пересчёта комплексной характеристики ступеней.

Испытания проводились в научно-исследовательской лаборатории кафедры МОНиГП. В результате были получены показатели, что при работе на вязкой жидкости характеристики исследуемых ступеней значительно отличаются от существующих пересчетных характеристик.

Можно сделать вывод, что методики пересчета характеристики насоса, существующие на данный момент, не всегда применимы при создании новых конструкций ступеней, в настоящее время для определения коэффициентов пересчета необходимо проведение экспериментальных исследований.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.С. Пекин

ГАЙНУТДИНОВА А.Р., ФАТКУЛИН М.Р.
Казанский (Приволжский) федеральный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАГЕНТА «ЭКООРГАНИКА» С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ
ВЯЗКОСТИ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ ВИШНЕВО-ПОЛЯНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ**

GAINUTDINOVA A.R., FATKULIN M.R.
Kazan Federal University

**USING OF THE REAGENT “ECOORGANICA” WITH THE PURPOSE OF
REDUCING THE VISCOSITY OF THE WATER-OIL EMULSION OF THE of the
VISHNEVO-POLYANSKY OIL FIELD**

Цель работы заключается в подборе эффективной добавки реагента «эко-органика» в водонефтяную эмульсию в процессе добычи с целью снижения вязкости. Объектами исследования являются высоковязкая нефть башкирского яруса Вишнево-Полянского месторождения и реагент «эко-органика» на основе гуминовых кислот.

Исходя из полученных данных в ходе проведения исследований, можно с уверенностью сказать, что данный реагент вязкость понижает, но незначительно. Самым эффективным оказалось действие 3% реагента на водонефтяную эмульсию (снижение вязкости на 73 мПа*с), но использование его в промышленных объемах необходимо подтвердить технико-экономическими показателями.

Для улучшения результатов методики проведения исследования необходимо дополнить ее работами по определению коэффициента вытеснения при помощи фильтрационных установок и подобрать различные модификации добавления другого реагента к уже изученному.

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ю.В. Волков

ГОРЯНЦ И.
Санкт-Петербургский горный университет

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

GORJANC I.
St. Petersburg Mining University

POSSIBILITIES OF USING OIL WELL GAS IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH

В данной работе обсуждается возможность улучшения работы, ресурсосбережения, нефтедобывающих промыслов в условиях Крайнего Севера. Применением газовых методов позволяет решить две всегда актуальные проблемы, увеличить нефтеотдачу и уменьшить выделение в атмосферу парниковых, вредных газов.

Цель работы заключается в рассмотрении возможности использования попутного нефтяного газа (ПНГ) в целях ресурсосбережения, решения экологических проблем и увеличения нефтеотдачи. Задачи:

- Изучение условия разработки месторождения Ямала и Арктики
- Обзор литературных источников по вторичному использованию ПНГ
- Описание опыта применения ПНГ на месторождении в Сербии
- Обоснование технологической и экономической эффективности закачивания ПНГ

Ямал и Арктика представляют собой значимые территории так как большая часть запасов расположены именно в этих районах. Пока с одной стороны имеем производственную богатую площадь также нельзя забывать про экосистему в которой находится вся наша добыча. В целях сохранения экосистем и более экономичной работе промысла рассматриваем направления применения попутного нефтяного газа который часто не возможно транспортировать или перерабатывать на месте добычи. Сжиганием ПНГ выбрасывается в атмосферу сотни тонн вредных веществ как продукты горения. Три направления использования ПНГ это энергетическое, нефтехимическое и геологическое. За счет использование газовых методов на шельфовых месторождениях Норвегии, конечный КИН повысили на 14-19%, или в 1,3-1,5 раза, в сравнении с нефтеотдачей, которую в середине 80-х гг. давали на них традиционные технологии заводнения. В России первый экспериментальный опыт по нагнетанию CO₂ был на площади Туймазинского месторождения, в результате охват пласта увеличился на 30%, а нефтеотдача на 15,6%. А в примере Сербского месторождения получилось повысить пластовое давление, найти применение и место хранения парниковых газов.

В итоге данной работы были изучены условия разработки месторождения Ямала и Арктики и на данный момент самые успешные реализации проектов по газовым МУН в Норвегии. В работе описан опыт применения газовых методов на месторождении в Сербии. Результатами применения газовых методов стало увеличение пластового давления и увеличение коэффициента извлечения нефти. Важным преимуществом применения метода является хранение парниковых газов. Рассматриваемая технология направлена на ресурсосбережение и уменьшения вредного воздействия CO₂ на экосистему в районах разрабатываемых месторождений, в том числе в условиях крайнего севера. Такой подход к использованию ПНГ и отходов переработки газа экономический рентабелен.

Научный руководитель: доцент С.В. Мигунова

ЖУКОВА К.С.

Санкт-Петербургский Горный университет

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА В УСЛОВИЯХ
НЕОДНОРОДНЫХ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ
ОСВОЕНИИ И РЕМОНТЕ СКВАЖИН**

ZHUKOVA K.S.

St. Petersburg Mining University

**APPLICATION OF TECHNOLOGIES OF WELL STIMULATION ON FIELDS
WITH LOW-PERMEABLE RESERVOIRS DURING WELL DEVELOPMENT AND
WORKOVER**

В настоящее время основная часть невыработанных запасов нефти и газа является трудноизвлекаемыми, в России их доля составляет приблизительно 60% от общих запасов. Более того большая часть нефтегазовых месторождений находится на поздней стадии разработки, поэтому наблюдается снижение продуктивности скважин и увеличение обводненности продукции.

В данной работе рассматривается один из важнейших вопросов разработки нефтяных месторождений – методы интенсификации добычи нефти и повышение нефтеотдачи пластов в осложненных физико-геологических условиях, а именно высоковязкие и парафинистые нефти, наличие нефтяных сланцев и газогидратов. Снижение коэффициента проницаемости по нефти обуславливается низкой подвижностью и высокой вязкостью нефти, а также отложениями асфальтено-смоло-парафинистых отложений (АСПО) в призабойной зоне пласта (ПЗП). Традиционные методы извлечения углеводородов не позволяют достичь высокого коэффициента извлечения нефти (КИН) в таких условиях. Целесообразно применять технологии воздействия на продуктивные пласты, такие как: электромагнитное, электрическое и гидроимпульсное. Технологии электромагнитного, электрического, плазменно-импульсного воздействия на пласт создают благоприятные условия, способствующие миграции нефти и газа в породах, но имеют ряд недостатков. Особое место занимают гидроимпульсные методы воздействия на ПЗП. Они отличаются относительной простотой проведения технологических операций, доступностью и простотой оборудования, малыми материальными, энергетическими и трудовыми затратами, так как не требует применения специального оборудования. Одновременное использование гидродинамического воздействия на пласт и кислотной обработкой является перспективным направлением разработки. Многократное повторение гидроударов в совокупности с закачкой кислотного раствора постепенно способствует увеличению глубины и раскрытости трещин, что в свою очередь, приводит к более глубокому проникновению кислотного раствора в слабопроницаемый пласт.

Особенность предлагаемого способа заключается в том, что призабойную зону пласта подвергают сериям коротких ударов, при которых жидкость не успевает фильтроваться в образующиеся трещины. Повторяющиеся короткие удары приводят к развитию системы трещин, образованию новых трещин вокруг призабойной зоны и увеличению ее эффективного радиуса. Эффективность данного метода зависит от перепада давления на забое. Аналитически было получено, что перепад давления на забое увеличивается с увеличением вязкости скважинной жидкости, которое достигается путем добавления поверхностно-активных веществ и полимеров.

Научный руководитель: к.т.н., старший преподаватель К.С. Купавых

КАМЕНСКИЙ Г.А.

Санкт-Петербургский горный университет

**О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ДЕБИТА СКВАЖИН ЗА СЧЕТ
ГАЗОИЗОЛЯЦИИ ПЕННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ПРИМЕРЕ ШЕЛЬФОВОГО
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ W В КАСПИЙСКОМ
МОРЕ**

KAMENSKIY.G.A.

St.Petersburg Mining University

**ABOUT THE POSSIBILITY OF INCREASING THE PRODUCTION OF WELLS
DUE TO THE GAS / LIQUID CONTAINMENT FOAM SYSTEMS FOR THE
OFFSHORE OIL AND GAS FIELD W IN THE CASPIAN SEA**

Вопрос разработки и внедрения эффективных методов увеличения нефтеотдачи месторождений, содержащих двухфазные залежи, в современных условиях стоит достаточно остро, поэтому изучение возможности применения пенных систем с целью увеличения нефтеотдачи за счет уменьшения прорывов газа из газовой шапки является актуальной задачей для нефтегазодобывающего комплекса нашей страны.

Задачами исследования являлось изучение зарубежного опыта применения данной технологии и составление прогноза технологического внедрения от введения её на нефтегазоконденсатном месторождении W.

Суть технологии заключается в создании пенного газоизолирующего экрана вокруг добывающей скважины, который препятствует прорывам газа из газовой шапки, в результате чего происходит рост коэффициента нефтеотдачи. Происходит это за счет способности пены сильно снижать подвижность газовой фазы в пласте, при этом, практически не влияя на подвижность жидкой фазы.

Наиболее эффективно при применении на зарубежных проектах показал себя пенообразователь $C_{14/16}$ AOS (альфа олефин сульфонат натрия).

Сопоставительное сравнение геолого-физических характеристик коллектора и свойств пластового флюида месторождения W и месторождения Snorre, на котором проводилось применение данной технологии, позволяет сделать вывод о возможности её внедрения на объекте исследования.

Для расчета технологического эффекта использовалась методика расчета двухфазной фильтрации по пласту, предложенная И.Д. Амелиным и Г.Л. Говоровой с использованием функции С.А. Христиановича.

Изучение иностранного опыта применения исследуемой технологии показало, что применение пенных систем с целью газоизоляции является эффективным методом воздействия, однако недолговечность эффекта и сложности предсказания поведения пены в пласте создают платформу для совершенствования данного метода.

Расчет возможного технологического эффекта от внедрения данного способа на исследуемом шельфовом нефтегазоконденсатном месторождении W показал, что, с учетом принятых упрощений, рост дебита добывающей скважины может составить порядка 15 %.

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

КАПРАЛОВ Д.А.
Санкт-Петербургский горный университет

РАСЧЕТ ПРИ ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРИПЛАСТОВОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

KAPRALOV D.A.
St. Petersburg Mining University

CALCULATIONS OF THE IN-SITU WATER SUPPRESSION TECHNOLOGY IN TERRIGENOUS RESERVOIRS

Технологии внутрипластовой водоизоляции позволяют эффективнее использовать нефтевытесняющие свойства закачиваемых вод. Полимерные составы, применяемые в химических МУН, разделяются на органические, неорганические и комбинированные.

К неорганическим относятся вяжущие и коагулирующие (глинистые) смеси, затворенные на воде или на углеводородной жидкости и комбинированные смеси. Основными вяжущими материалами для получения неорганических тампонажных смесей являются глина, цемент, гипс, жидкое стекло (силикат натрия).

Органические полимерные составы используются обычно на основе нескольких компонентов. Основой для таких составов являются высокомолекулярные соединения (ВМС) (синтетические смолы, полимеры, олигомеры), мономеры и УВ-ные соединения нефти.

К комбинированным полимерным составам относятся полимерцементные, отверждаемые глинистые и вязкоупругие глинистые смеси. Широкое применение полиакриламидов при методах повышения нефтеизвлечения обусловлено высокими технологическими результатами:

- уменьшение обводненности добываемой продукции за счет селективной внутрипластовой изоляции воды;

- увеличение добычи нефти за счет перенаправления потока в ранее неохваченных дренированием низкопроницаемые нефтенасыщенные зоны продуктивного пласта.

Рассмотренные композиции могут быть описаны тремя реологическими моделями: модель Гершеля-Балкли; Бингама-Шведова; Кассона. По результатам проведенных реологических экспериментов, основываясь на исследования В.Е.Губина в области изучения движения вязкопластичных жидкостей, получены формулы для расчета скорости сдвига полимерного раствора и градиента давления, выдерживаемого полимерным составом. В данных расчетах учитываются реологические параметры полимерного состава: пластическая вязкость, коэффициент консистенции, показатель нелинейности, статический предел текучести. Параметры пласта: средний радиус пор, коэффициент пористости и проницаемости, толщина пласта. Технологические параметры: объемный расход, время закачки, внутренний радиус скважины, давление на забое и контуре питания, радиус контура питания.

На основе данных расчетов была написана программа ЭВМ №2019612163, которая позволяет определить следующие параметры жидкости при ее закачке в пласт: значения скорости сдвига, напряжения сдвига, значения выдерживаемого градиента давления рассматриваемым составом в зависимости от расстояния от скважины.

Научный руководитель: к.т.н. ст. преподаватель И.Р. Раупов

КЛЫКОВА Е.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ N В
ВЕРХНЕМ ПРИКАМЬЕ**

KLYKOVA E.S.
St. Petersburg Mining University

**RATIONALE FOR THE DEVELOPMENT OF THE N FIELD IN THE UPPER
KAMA REGION**

Залежи нефтяных оторочек являются существенным ресурсным потенциалом, разработка которых позволяет решить одну из приоритетных задач экономики России – ресурсосбережение. Особенности разработки нефтяных оторочек являются их небольшая толщина, а также возможности прорыва газа, что приводит к низкому коэффициенту нефтеотдачи (не более 15%), из-за этого нефтяные оторочки часто переводят в статус трудноизвлекаемых запасов.

В процессе разработки нефтяных месторождений происходит выделение попутного нефтяного газа (ПНГ), к которому часто в двухфазных залежах добавляется газ, прорывающийся из газовой части. Мелкие месторождения часто находятся в районах со слаборазвитой инфраструктурой, значительно удалены от населенных пунктов, вследствие этого часто возникает проблема утилизации ПНГ.

Целью работы является на примере мелкого газового месторождения N с нефтяной оторочкой, находящегося в Верхнем Прикамье, рассмотреть варианты решения имеющихся проблем таких месторождений.

Анализ эффективности принятой системы разработки нефтегазового месторождения N показал, что залежь из естественного газонапорного режима перешла в режим растворенного газа, которому характерен низкий КИН. По ряду участков прошел прорыв газа, идет неравномерная выработка запасов нефти. Первоочередной задачей для совершенствования системы разработки месторождения является рассмотрение внедрения барьерного заводнения за счет перевода неэффективно используемых скважин пробуренного фонда. Второй этап совершенствования системы разработки месторождения N предполагает создание надежного барьера на уровне ГНК с помощью бурения скважин с горизонтальными окончаниями в этой зоне. Данный подход позволяет увеличить КИН на 24,4%, приносит 1,5 млн.т. дополнительной добычи нефти, NPV варианта составит 121,6 млн. руб. После создания надежного барьера на уровне ГНК рекомендовано помимо разработки нефтяной оторочки как аналога нефтяной залежи, разработка газовой части пласта. Для решения другой проблемы месторождения N – утилизации попутного нефтяного газа, который добывается в значительном количестве и в настоящее время сжигается на факеле (вследствие неразвитости инфраструктуры), предложено применение газового воздействия. В условиях газового месторождения с нефтяной оторочкой малой толщины можно рекомендовать закачку ПНГ в область ВНК. В этом случае следует ожидать образование мелко дисперсионной смеси и проявления водогазового воздействия. При рациональном подходе дальнейшей разработки нефтяной части пласта, за счет сегрегации газа, возможно полное замещение нефти газом, что позволит вторично извлекать газ вместе с разработкой газовой части пласта.

Данные решения были рассмотрены с помощью цифрового моделирования в ПО «Navigator». Барьерное заводнение дало непродолжительный эффект – требуется создание «жесткого» барьера с помощью гелей или полимеров. ВГВ в условиях, смоделированных для данного месторождения, имеет положительный эффект.

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

КОПЕЙКИН Р.Р.

Санкт-Петербургский горный университет

**АЛГОРИТМ РАСЧЕТА МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
РАЗРЫВА ПЛАСТА ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

KOPEYKIN R.R.

St. Petersburg Mining University

**ALGORITHM FOR CALCULATION OF MULTI-STAGE HYDRAULIC
FRACTURING FOR A HORIZONTAL WELL OF OIL AND GAS-CONDENSATE
FIELD YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT**

На сегодняшний день более полное извлечение нефти и газа из недр является важнейшей задачей в нефтегазовой отрасли. При разработке месторождений из-за несовершенства техники и технологии в недрах остается большое количество углеводородов. Для решения этой проблемы в зависимости от условий конкретного месторождения применяются различные методы увеличения нефтеотдачи (МУН): тепловые, газовые, химические, гидродинамические, физические и прочие.

Разбуривание нефтяных и газовых месторождений горизонтальными (ГС) и разветвленно - горизонтальными скважинами (РГС) с применением в них многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП) является эффективным методом формирования оптимальной системы разработки на ее начальной стадии и восстановления продуктивности месторождений - на поздней стадии.

Пласт-скважина являются сложной системой, в которую входит огромное количество различных параметров. В связи с этим, проектирование ГС, а тем более МГРП в них является трудоемким процессом, из-за чего появляется необходимость поиска простых и достаточно точных методик расчета.

Цель данной работы – создание алгоритма расчета многостадийного гидравлического разрыва пласта для горизонтальной скважины.

В качестве примера в работе была рассмотрена нефтегазоконденсатная залежь, содержащаяся в ловушке с тектонически экранированным нарушением, месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

Для расчета дебита и оптимальной длины ГС, а также сравнения с реальными данными за основу была взята скважина, условно обозначенная №1, для которой известно наибольшее количество данных до МГРП. По результатам анализа различных трудов был выбран метод Joshi в комбинации с моделью Dikkena или Guo. Необходимость применения двух последних методов обусловлена тем, что формула Joshi не учитывает гидравлические потери на горизонтальном участке скважины, которые могут достигать 8 % от дебита. Для выбора методики расчета оптимального количества трещин взята скважина №2, у которой известны результаты МГРП. При расчетах дебита скважины №2 после применения двухсекционного ГРП применялась методика ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг».

На основе полученных результатов был проведен анализ и прогнозный расчет дебита горизонтальной скважины №3 после применения МГРП с оптимальной длиной 1000 м, используя исходные данные скважины №2. Получен алгоритм расчета многостадийного гидравлического разрыва пласта для горизонтальной скважины.

Научный руководитель: к.т.н., ст. преподаватель Шагиахметов А.М.

ВЯТКИН К.А., ВАХОВА Е.Д., КОРНИЛОВ К.В.
Пермский национальный исследовательский политехнический
университет

**ПРОМЫСЛОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ
СЕПАРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОДТОВАРНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ЗАКАЧКИ В
ПЛАСТ**

VIATKIN. K.A., VAHOVA J.D., KORNILOV K.V.
Perm national research polytechnic university

**INDUSTRIAL STUDIES OF CENTRIFUGAL SEPARATION TECHNOLOGY
IN THE PREPARATION OF PRODUCED WATER FOR INJECTION INTO THE
RESERVOIR**

В процессе добычи нефти совместно извлекаются пластовые воды, содержащие от 200 до 1000 мг/л различных нерастворимых в воде углеводородов и механических примесей. На многих действующих месторождениях компенсация отбора жидкости закачкой достигает 600%. В настоящее время качество подтоварной воды на рассматриваемом производственном объекте не соответствует качеству согласно СТП, которое ужесточает требования, исходя из фильтрационных ёмкостных свойств продуктивного пласта относительно ОСТ 39-225-88. Допустимое содержание по ОСТ: ТВЧ до 30мг/л, содержание н/пр до 30мг/л. Допустимое содержание по СТП: ТВЧ до 14мг/л, содержание н/пр до 20мг/л.

Для повышения качества пластовой воды опробован метод центробежной сепарации с использованием тарельчатого сепаратора, который позволяет разделить водо-нефтяную эмульсию с твердыми механическими примесями на 3 фазы: подтоварную воду, нефтепродукты и твердые взвешенные частицы. С целью оценки эффективности диапазона технологических параметров процесса, при проведении испытаний, отбирались пробы с определением содержания нефтепродуктов и твердых взвешенных частиц в пластовой воде до и после центробежного сепаратора.

По итогам промысловых испытаний сепаратора Ж5-ОСЦП выявлено, что технология центробежной сепарации для удаления ТВЧ не более 0,65мкм, объемом до 14 мг/л, и нефтепродуктов до 20мл/л, эффективна и может быть применена в промышленных масштабах.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Лекомцев; к.т.н., доцент П.Ю. Илюшин

ЛИПАТНИКОВА Е.Н.
Северный (Арктический) Федеральный Университет
им. М.В. Ломоносова

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА И ПЛАСТОВОЙ НЕФТИ В ЦЕЛЯХ
МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СМЕШИВАЮЩЕГОСЯ
ВЫТЕСНЕНИЯ**

LIPATNIKOVA E.N.
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

**LABORATORY STUDIES OF THE INTERACTION OF HYDROCARBON
GAS AND RESERVOIR OIL FOR MINIMIZE THE RISK OF PROJECT
IMPLEMENTATION MISCIBLE DISPLACEMENT**

Эффективность МУН, основанных на закачке газа в пласт, в гораздо большей степени, нежели у других методов, зависит от физико-химических процессов взаимодействия пластовой нефти и реагента закачки. Основными рисками, связанными с процессами массообмена и фазовыми переходами флюидов, являются недостижение смеси и возможное выпадение асфальтенов, инициированное насыщением нефти легкими углеводородами. Первое чревато возможными прорывами газа в добывающие скважины, что катастрофически отразится на технологических и экономических показателях эффективности проекта. Второе способно привести к кольтации порового пространства пласта вплоть до полной потери гидродинамической связи в системе «пласт – скважина». Таким образом, для разработки проекта смешивающегося вытеснения необходимы лабораторные исследования, направленные на подбор оптимальной композиции закачиваемого газа.

В работе представлены результаты исследований взаимодействия пластовой нефти месторождения Западной Сибири и попутного углеводородного газа. Исследования проводились по схеме однократного смешения, то есть, смешения «свежих» порций пластовой нефти и газа закачки (так называемый тест набухания). Построена зависимость давления насыщения, коэффициента набухания (коэффициента, характеризующего увеличение объема нефти при растворении в ней газа), коэффициента сжимаемости, плотности и вязкости пластовой нефти от концентрации углеводородного газа. Определены условия выпадения асфальтенов, описано количество и размеры образующихся твердых частиц и весовое содержание дестабилизированной твердой фазы в интервале концентраций газа, соответствующих нефтяному состоянию смеси.

Результаты исследований использовались для точной настройки уравнения состояния композиционной модели флюида при моделировании процесса закачки газа в геолого-гидродинамической модели пласта, а также для оценки рисков, связанных с выпадением асфальтенов.

Исследования проводились на оборудовании Инновационно-технологического центра арктических нефтегазовых лабораторных исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.Б. Золотухин

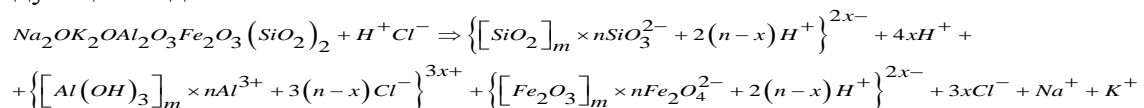
МИЛИЧ ЙОВАНА
Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ
ВОДОПРИТОКА**

MILICH JOVANA
St.Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF POLYMERIC COMPOSITION BASED ON WASTE
PRODUCTION OF ALUMINA FOR THE WATER SHUT-OFF TECHNOLOGY**

В настоящее время в проведении ремонтно-изоляционных работ (РИР) нуждается как минимум половина фонда добывающих скважин в России (РФ). Одна из основных причин важности проведения РИР – это переход многих месторождений в позднюю стадию разработки, и, соответственно, повышение обводненности скважин. В настоящий момент в РФ средний уровень обводненности добываемой продукции достигает 86%, при этом на некоторых месторождениях он равен 98%. Расходы на утилизацию добываемой воды часто сопоставимы со стоимостью самой нефти, поэтому в ряде случаев эксплуатацию таких скважин можно считать нерентабельной, вследствие чего водоизоляционные работы можно считать одним из приоритетных направлений деятельности как российских, так и зарубежных нефтяных компаний. Уже несколько десятилетий активно ведутся исследовательские работы, связанные с разработкой композиций для проведения водоизоляционных работ на основе неорганических полимеров, в том числе и на основе промышленных отходов, которые при взаимодействии с кислотой способны формировать гель, используемый в качестве водоизоляционного экрана. Преимуществом таких композиций над остальными являются низкая вязкость, близкая к вязкости воды, высокие проникающая и изолирующая способности, также дешевизна и экологичность исходных компонентов. В данной работе в качестве объекта исследования были выбраны растворы подготовленных для утилизации отходов глиноземного производства на основе бокситов. В ходе выполнения теоретических исследований было предположено, что данные отходы могут являться исходным материалом для образования геля, применяемого для водоизоляции, и что присутствие в составе железа значительно может изменить пространственную структуру и свойства образовавшегося геля. Первым этапом в разработке водоизоляционного состава было лабораторное исследование поведения растворов отходов глиноземного производства в присутствии соляной кислоты. Было предположено, что мицеллы будут приобретать следующий вид:



Лабораторные исследования подтвердили теоретическое предположение о возможности получения гелеобразующей структуры в результате химической реакции растворов отходов глиноземного производства с соляной кислотой. Дальнейшие исследования свойств полученных пространственных структур позволят разрабатывать различные гелеобразующие композиции, которые, в свою очередь, могут являться высокотехнологичными, легкодоступными и экономичными реагентами для проведения водоизоляционных работ.

Научный руководитель: к.т.н., ст.преподаватель И.Р. Раупов

НАБИЕВ М.С.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИНГИБИТОРА КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ

NABIEV M.S.

Kazan Research National Technological University

THE METHOD OF OBTAINING HIGH-TEMPERATURE INHIBITOR OF ACID CORROSION

Целью настоящей работы является разработка ингибитора коррозии для соляно-кислотных составов, эффективного при высоких температурах (выше 95⁰С).

В ходе исследовательской работы были определены наиболее перспективные соединения для использования в составе ингибиторов солянокислотной коррозии. В качестве объекта исследования было выбрано «Масло ПОД» (продукт окисления и дегидрирования) – отход производства капролактама. Масло ПОД состоит из многокомпонентной смеси продуктов дегидрирования и окисления циклогексанола. Полученные продукты реакции аминирования были подвержены испытаниям на ингибирование солянокислотной коррозии.

Испытания на ингибирование осуществлялось на образцах НКТ (материал: Сталь 35) при температуре 95⁰С в течении 12 часов. Рассчитывались скорость коррозии (г/(см²*ч)) и степень защиты продукта от коррозии (%).

Установлено, что скорость коррозии образца металла после реакции аминирования моноэтаноламином снижается в 8 раз. Степень защиты от коррозии повышается с 67% до 96,1% (при дозировке 10 л/м³).

В рамках настоящей работы также были проведены исследования на повышение ингибирующей эффективности аминированного масла ПОД (АПОД) путем создания композиций. В качестве модифицирующей добавки был выбран уротропин.

Установлено, что при применении уротропина в смеси с АПОД в соотношении 1:2,5 приводит к увеличению ингибирующей эффективности композиции (степень защиты 99%).

Таким образом, установлено, что разработанный метод аминирования масла ПОД (с применением моноэтаноламина и при температуре 80⁰С) позволяет получить продукт с необходимыми ингибирующими свойствами. Разработана композиция на основе аминированного масла ПОД и уротропина с высокой степенью защиты металла от кислотной коррозии при высоких температурах.

Также была разработана технология получения высокотемпературного ингибитора коррозии по данной рецептуре.

Доступность исходного сырья, упрощение технологии аминирования масла ПОД и существенное снижение температуры реакции позволяют получать продукт с низкой себестоимостью (ниже себестоимости аналогов) с высокой эффективностью.

Данная работа направлена не только на создание эффективных продуктов для технологий увеличения нефтеотдачи пластов, но и на решение серьезной задачи эффективного применения крупнотоннажного отхода производства капролактама.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Р. Мингазов

НИКИТИН А.В.

Самарский государственный технический университет

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ КИСЛОТНОЙ
ОБРАБОТКИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ЦЕЛЬЮ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ**

NIKITIN A.V.

Samara State Technical University

**JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF COMPLEX ACID
TREATMENT OF CARBONATE RESERVOIRS TO INTENSIFY THE
PRODUCTION OF HIGH-VISCOSITY OIL**

В данной работе представлено обоснование технологии комплексного кислотного воздействия на карбонатные коллектора, содержащие высоковязкую нефть. Приведены результаты проведенных лабораторных исследований по подбору компонентов кислотной композиции.

В ходе планирования проведения кислотной обработки карбонатного коллектора с высоковязкой нефтью выполнен подбор основы кислотной композиции на базе имеющихся геолого-физических характеристик пласта.

Разработанная основа кислотного состава является смесью органической и минеральной кислоты. Полученная смесь удовлетворяет поставленному условию пролонгированного воздействия кислоты на породу пласта, что подтверждается результатами проведенных экспериментов по определению растворяющей способности кислотного состава.

При проектировании технологии проведения кислотной обработки крайне важным является достижение совместимости кислотного состава с пластовой нефтью. В ходе лабораторных экспериментов выполнен подбор поверхностно активного вещества, а также углеводородного растворителя для обеспечения совместимости кислотного состава с нефтью.

При нейтрализации кислотного состава в пласте возможно выпадение комплексов с железом с последующим кольматированием призабойной зоны пласта, и изменением его фильтрационно-емкостных характеристик. С целью предупреждения данных процессов, в ходе исследования, выполнен анализ эффективности разработанной железозоудерживающей присадки.

Полученная кислотная композиция обладает повышенной коррозионной активностью. Таким образом, в ходе проектирования технологии комплексного кислотного воздействия, встает необходимость подбора ингибитора коррозии. В лабораторных условиях проведено исследование эффективности различных концентраций подобранного ингибитора. Представлены результаты данных исследований.

Научный руководитель: доцент Л.Н. Хромых

НОВИКОВ В.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ
КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ТУРНЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ДОРОХОВСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»**

NOVIKOV V.A.

Perm National Research Technical University

**STATISTICAL SUBSTANTIATION FORECASTING THE EFFICIENCY OF ACID
TREATMENT ON THE TOURNAI SEDIMENTS OF DOROHOVSKAYA GROUP
OF FIELDS OF ООО «LUKOIL-PERM»**

Солянокислотные обработки – один из наиболее распространенных методов интенсификации добычи нефти на карбонатных коллекторах в отечественной и зарубежной практике. Отмечается, что около 45% операций по кислотному воздействию не достигает ожидаемого эффекта. Ввиду этого, важной задачей является увеличение числа мероприятий с выполнением планового прироста дебита нефти. Ее решение возможно за счет прогнозирования эффективности кислотной обработки на стадии проектирования с помощью статистических методов. Очевидно, что результат кислотного воздействия зависит от множества факторов как геолого-физического, так и технологического характера. Для учета их совокупного влияния наиболее перспективным представляется проведение пошагового регрессионного анализа, суть которого заключается в последовательном включении факторов в уравнение регрессии с последующей проверкой их значимости.

В работе данный метод применен для оценки эффективности кислотных обработок на турнейском объекте разработки Дороховской группы месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Для определения влияния технологических и геолого-физических факторов на показатель эффективности кислотного воздействия, а также друг на друга, составлена корреляционная матрица. Оценка статистической значимости параметров проведена с использованием коэффициента корреляции Пирсона r (уровень значимости $p=0,05$). Наблюдается достаточно сильное статистическое влияние на удельный прирост дебита нефти удельного расхода кислотного состава, обводненности, проницаемости призабойной зоны, отношения пластового и забойного давлений к давлению насыщения нефти газом. На основании вышесказанного, получена многомерная модель, где в качестве зависимого признака выступает удельный прирост дебита нефти, а независимых – все оставшиеся. Расчет коэффициентов регрессии выполнен при помощи метода наименьших квадратов. Выявлено, что эффективность солянокислотных обработок преимущественно зависит от проницаемости призабойной зоны пласта, удельного расхода состава и значений забойного давления. Связь между фактическими и модельными значениями удельного прироста дебита характеризуется коэффициентом корреляции $r=0,94$ при уровне значимости $p=0,05$.

Полученная расчетная модель может использоваться для предварительной оценки эффективности кислотного воздействия на месторождениях Дороховской группы как со значительным опытом применения данного метода интенсификации добычи нефти, так и с отсутствием такового.

Научный руководитель: к.т.н., старший преподаватель Д.А. Мартюшев

ОГАЙ В.А.

Тюменский индустриальный университет

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИМИТАЦИИ
ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ И ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТВОЛЕ
ГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ**

OGAI V.A.

Tyumen industrial University

**RESEARCH STAND FOR CONDUCT THE EXPERIMENTS RELATED TO
THE DYNAMIC PROCESSES OCCURRING IN A GAS WELL**

Крупные газовые и газоконденсатные месторождения России истощаются и постепенно переходят на завершающую стадию разработки. Появляется всё больше «обводняющихся» и «самозадавливающихся» жидкостью газовых скважин [1; 5]. Накопление жидкости происходит из-за недостаточной скорости потока газожидкостной смеси в эксплуатационной колонне и лифтовых трубах, необходимой для самоочистки скважин [2; 32]. Накопление жидкости внутри скважин приводит к их постепенному глушению столбом жидкости, т.е. давление на забое уравнивается гидростатическим давлением столба жидкости и приток газа прекращается.

Известны следующие способы удаления жидкости из газовой скважины: переоснащение/дооснащение компрессорного оборудования; периодическая «продувка» скважин от жидкости на факельную линию; замена лифтовых труб на трубы меньшего диаметра; применение систем КЛК; использование забойных компоновок для откачки жидкости; применение систем «плунжерного лифта»; использование вспенивающих твёрдых и жидких ПАВ (поверхностно-активных веществ) с их подачей на забой.

Последний способ является одним из наиболее эффективных. Поэтому, на сегодняшний день, в РФ опыт применения имеют как жидкие растворы, так и твердые пенообразователи. Многие составы прошли апробацию на скважинах уникальных газовых месторождений Западной Сибири.

Однако на данный момент отсутствуют математические модели, в полной мере описывающие процессы очистки скважин с помощью пенообразователей, описывающие пенные потоки. Для подбора оптимальных типов и концентраций пенообразователей с учётом определённых условий месторождения, прогнозирования технологического эффекта от применения пенообразователей в этих условиях необходимо иметь математическую и физическую модели газожидкостных потоков, потоков пены в трубах.

Для выполнения этих задач была разработана и реализована уникальная «Экспериментальная установка для имитации газожидкостной смеси и динамических процессов в стволе газовой скважины», патент на изобретение РФ № 2654889.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Колмоков, А.В., Технологии разработки сеноманских залежей низконапорного газа / А. В. Колмаков, П. С. Кротов, А. В. Кононов // СПб.: ООО «Недра», 2012. – с. 176.
2. Джеймс Ли, Эксплуатация обводняющихся скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин / Ли Джеймс, Никенс Генри, Уэллс Майкл. // Перевод с английского. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2008. – с. 384.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Ю. Юшков

ПОЛЕЖАЕВ В.О.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОСТА ДЕБИТА ЖИДКОСТИ ОТ МАССЫ
ЗАКАЧЕННОГО ПРОППАНТА ПРИ МНОГОСТАДИЙНОМ ГИДРОРАЗРЫВЕ
ПЛАСТА**

POLEZHAEV V. O.

Ufa State Petroleum Technical University

**PREDICTING OF THE INCREASE IN THE FLOW RATE OF FLUID FROM THE
MASS OF THE INJECTED PROPPANT DURING MULTISTAGE HYDRAULIC
FRACTURING**

В связи с широким применением многостадийного гидроразрыва пласта на горизонтальных скважинах, возникает вопрос прогнозирования приростов и запускных дебитов после проведения геолого-технических мероприятий. Прогнозирование дебитов можно выполнить с привлечением специализированных подрядчиков или путем заполнения специальных форм с аналитическими зависимостями, на основе которых можно оценить приросты. Оба способа требуют либо финансовых затрат для привлечения специалистов, либо временных для заполнения специализированных форм. В данной работе предлагается прогнозировать приросты на основе статистической оценки уже проведенных мероприятий. В работе выполнено статистическое исследование прироста дебита жидкости в горизонтальных скважинах при МГРП на месторождениях Западной Сибири в зависимости от удельной массы закачанного проппанта.

Удельная масса проппанта получена путем деления фактической массы проппанта, закаченной в пласт, на среднюю эффективную мощность пласта и количество стадий МГРП. Затем полученные данные удельной массы проппанта разделены на коридоры значений, согласно следующему алгоритму: коридор «0» – от 0 до 0,5 т/м; коридор «1» от 0,5 до 1,5 т/м; коридор «2» от 1,5 до 2,5 тонн проппанта на 1 м и так далее. В итоге по каждому объекту определены средние приросты дебита жидкости после ГТМ, как отношение дебита жидкости к средней эффективной мощности пласта. Полученные зависимости позволяют оценить приросты по скважинам с горизонтальным окончанием, количество проппанта, необходимое для достижения заданного дебита, и определить критическое значение удельной массы проппанта, после которого прирост дебита жидкости замедляется (либо становится постоянным).

Анализ выполнен по 5 месторождениям Западной Сибири. Полученные результаты подтверждают прямую зависимость продуктивности горизонтальной скважины от массы закачанного проппанта - чем больше масса проппанта, тем больше дебит жидкости. Однако, для пластов Меловой и Ачимовской группы при достижении значения удельной массы проппанта, закаченной в пласт, 5-6 т/м и 9-11 т/м, соответственно, прирост дебита жидкости максимальный, после чего он становится постоянной величиной.

Научный руководитель: д.т.н., профессор И.И. Абызбаев

СЕКТАРОВ Э.С.

Башкирский государственный университет

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД И ИХ НАГРЕВА В
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ**

SEKTAROV E.S.

Bashkir state university

**EXPERIMENTAL STUDIES OF OIL SOURCE ROCKS DIELECTRIC
PROPERTIES AND THEIR HEATING IN ELECTROMAGNETIC FIELDS**

В настоящее время всё активнее начинается разработка месторождений, содержащих в себе нетрадиционную нефть. К этим же месторождениям также относятся и резервуары, состоящие из нефтематеринских пород, заключающих в себе кероген. В связи с тем, что эти месторождения трудно разрабатывать из-за низких, то ведется активный поиск методов для эффективной и недорогой добычи нефти.

Одним из возможных способов увеличения добычи нефти из нефтематеринских пород является воздействие электромагнитного поля на нефтематеринскую породу в призабойной зоне пласта.

Основная суть воздействия электромагнитного поля на нефтематеринские породы заключается в термообработке керогена для получения из него нефти. К тому же, воздействие электромагнитного поля на породы несет в себе дополнительные полезные эффекты, которые помогут интенсифицировать добычу нефти.

Для проведения успешной обработки электромагнитным полем очень важно подобрать оптимальную частоту электромагнитного поля для эффективного тепло- и трещинообразования. Чтобы определить эффективную частоту нужно исследовать диэлектрические свойства нефтематеринской породы.

Основными свойствами для эффективного воздействия на призабойную зону пласта являются тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ и относительная диэлектрическая проницаемость ϵ . Данные свойства помогают найти эффективную частоту воздействия электромагнитным полем.

Поэтому правильное определение диэлектрических свойств нефтематеринских пород способно повысить эффективность воздействия электромагнитного поля в несколько раз, тем самым увеличив приток нефти и уменьшив затраты на разработку месторождения.

Также были проведены экспериментальные исследования по нагреву образца нефтематеринской породы в электромагнитных полях привысоких и сверхвысоких частотах. Данные показывают, что образцы начинают активно нагреваться и достигать высоких температур за короткое время. Это подтверждает то, что электромагнитное воздействие могут применяться для добычи нефти из нефтематеринских пород.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Р. Зиннатуллин

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО
ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С НИЗКОПРОНИЦАЕМЫМИ
КОЛЛЕКТОРАМИ**

SUN D.V.
St. Petersburg Mining University

**OPTIMIZATION OF RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE SYSTEM
FOR FIELDS WITH LOW-PERMEABLE COLLECTORS**

Цель данной научной работы – повышение экономической эффективности кустовых площадок нефтяных месторождений, входящих в программу «Хоппер» контрольного плана развития активов компании «Славнефть-Мегионнефтегаз» (совместное предприятие компаний «Газпром нефть» и «Роснефть»).

Минимально допустимым индексом доходности для проектов внутри компании «Газпром нефть» принят $PI = 1,15$. В программу «Хоппер» вошли 382 кустовые площадки с $PI < 1$ либо $1 < PI < 1,15$, что не позволяет рассматривать их полномасштабную разработку в краткосрочной перспективе.

Данные кустовые площадки оказались нерентабельными по различным причинам, но преимущественно – из-за «низкого качества» запасов ввиду низких фильтрационно-емкостных свойств коллекторов.

В данной работе предлагается способ повышения экономической эффективности изначально нерентабельных кустовых площадок за счет оптимизации системы разработки на них. Автором подбиралось оптимальное расстояние до ряда нагнетательных скважин.

Вначале необходимо было выбрать площадь, достаточную по размерам для размещения выдержанной системы разработки на ней. В пределах рассматриваемой площади должно находиться несколько (≥ 2) кустовых площадок, эксплуатирующих один и тот же пласт. В качестве условия автором закладывалось расстояние в 7000 м, соответствующее двум диаметрам соприкасающихся в одной плоскости площадей, в пределах которых находятся проекции на данную плоскость забоев скважин, устья которых принадлежат какой-либо кустовой площадке.

Данная задача была выполнена в командной оболочке Jupyter Notebook на языке программирования Python.

В качестве исходных данных автору понадобилась следующая информация о 26 нефтяных месторождениях и 348 кустовых площадках, включенных в программу «Хоппер»:

- названия месторождений;
- наименование кустовой площадки;
- географические координаты кустовой площадки;
- пласты и их геолого-физические характеристики;
- прогнозируемые параметры работы скважин на кустовой площадке (накопленная добыча нефти, темп падения дебита нефти на 1 год, запускной дебит нефти, остановочный дебит нефти и т.д.);
- прогнозируемые финансовые показатели, рассчитанные для кустовой площадки (Са_{рех}, Ор_{ех}, PI, NPV);
- п т.д.

Результатом выполнения программы стала таблица, ранжированная по различным вариантам объединения близлежащих кустовых площадок, от наибольшего количества совпадения площадок - к наименьшему.

Пять лучших вариантов были оценены на перспективность для размещения на них оптимальной системы разработки с точки зрения геолого-физического и экономического рисков.

По результатам оценки рисков был выбран один участок Месторождения №20, вмещающий в себя 22 кустовые площадки, эксплуатирующих пласт ЮВ1.

Пласт ЮВ1 обладает невысокими эффективными нефтенасыщенными толщинами (в среднем 2,9 м) и низкой проницаемостью коллектора (в среднем 2 мД).

Для подбора оптимальной системы разработки на данном участке использовался 2D симулятор на основе PEVI-сеток. Основные его преимущества по сравнению с 3D симулятором: скорость расчета, простота создания модели, возможность проведения большого числа расчетов в сжатые сроки.

Для корректного моделирования взятого участка в симуляторе необходимо было выполнить адаптацию группы скважин к истории разработки. По результатам данного этапа были получены следующие характеристики, использованные автором для дальнейшего моделирования: начальная водонасыщенность, связанная нефтенасыщенность, степени Кори по нефти и воде, длина трещин авто-ГРП на нагнетательных скважинах.

Следующим этапом был произведен многовариантный расчет (> 20) по подбору оптимальной системы разработки для выбранного участка с 22 кустовыми площадками. Результаты расчета показали, что ни одна из моделируемых систем не обеспечивает достижение положительного накопленного чистого дисконтированного дохода (NPV) для всего рассматриваемого участка. Однако рассматривая кустовые площадки по отдельности удалось выделить 3 площадки с положительным значением NPV и значением PI $> 1,15$.

Данный результат подтверждает актуальность выполненной работы и доказывает необходимость продолжения подбора оптимальных систем разработки для других кустовых площадок программы «Хоппер».

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.С. Тананыхин

СУХИХ А.С.
Санкт-Петербургский Горный университет

**ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЗАВОДНЕНИЯ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ ГЛИНИСТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

SUKHIKH A.S.
St. Petersburg Mining University

**PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING OF THE FLOWING OF LOW-
PERMEABLE GLAY COLLECTORS USING SURFACTANTS**

В настоящее время в нашей стране большинство месторождений с традиционными коллекторами уже выработано или находится на поздних стадиях эксплуатации.

Наблюдается уменьшение проницаемости пластов, стремительное приближение к сланцевому порогу вводимых в разработку нефтяных коллекторов. Такие пласты характеризуются низкими значениями КИН (коэффициент извлечения нефти), их разработка может быть нерентабельна.

Традиционно эффективным методом разработки нефтяных пластов считается заводнение, реализованное через систему поддержания пластового давления (ППД). Однако в случае заводнения низкопроницаемого коллектора, экономическая эффективность данного метода значительно снижается.

Одним из способов повышения рентабельности таких запасов может стать применение такого метода увеличения нефтеотдачи как заводнение с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Для реализации данной технологии необходимо правильно подобрать состав ПАВ для эффективного воздействия на нефтяной коллектор.

Эффективный ПАВ, помимо снижения межфазного натяжения на границе «вода – нефть» и увеличения коэффициента вытеснения нефти, должен иметь минимальную адсорбцию, предотвращать набухание глинистых пород, снижать межфазное натяжение на границе «вода – нефть», быть доступным и экологически безопасным.

Для проведения лабораторных экспериментов был выбран состав ПАВ (патент RU 2655685). Выбранный ПАВ приводит к набуханию глинистых минералов, содержащихся в пласте, только на 0,2 %, что является отличным показателем. Также данный состав проявил себя как преимущественно водорастворимый.

В результате лабораторных фильтрационных исследований было установлено, что закачка раствора ПАВ позволяет существенно понизить градиент давления закачки жидкости в пласт, эффективно ингибировать набухание глин, а также повысить коэффициент вытеснения нефти на 6-12%.

По отобранным пробам в ходе фильтрации раствора ПАВ были получены значения адсорбции ПАВ на поверхности породы, которые составили $1,88 \cdot 10^{-6}$ кг/м², которые можно охарактеризовать как низкие.

Для моделирования закачки раствора ПАВ в нефтяной пласт была выбрана небольшая залежь месторождения N (Западная Сибирь), которая представлена верхнеюрскими отложениями.

Расчеты проведены с использованием геолого-гидродинамической модели, которая была создана с использованием всей информации по залежи и адаптирована с

учетом фактических данных. После адаптации были выполнены серии расчетов по прогнозу эффективности закачки ПАВ в зависимости от различной концентрации и объема оторочки.

Основным результатом данной работы стали прогнозные показатели залежи, заводняемой раствором разработанного в СПГУ ПАВ.

Данные прогнозные показатели подтверждают технологическую и экономическую эффективность данного метода увеличения нефтеотдачи, даже на малых участках заводнения.

Также по результатам расчетов был определен объем оторочки ПАВ, характеризующийся наиболее высокими значениями коэффициента эффективности закачки раствора ПАВ.

В совокупности, результаты лабораторных исследований и гидродинамических расчетов позволяют сделать вывод о том, что применения технологии закачки раствора ПАВ в продуктивный пласт в условиях современных технологических вызовов позволит рентабельно разрабатывать низкопроницаемые глинистые коллектора и увеличить конечную нефтеотдачу пласта.

Научный руководитель: д.т.н, профессор М.К. Рогачев; ассистент А.Н. Кузнецова

ТАРХОВ А.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН
НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ СЕНОМАНСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ ЗА СЧЁТ
ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ЛИФТОВЫХ КОЛОНН**

TARKHOV A.V.

St. Petersburg Mining University

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF GAS WELLS AT A LATE STAGE OF
DEVELOPMENT OF THE SENOMANIAN DEPOSITS DUE TO THE USE OF
CONCENTRIC TUBING COLUMNS**

Актуальность данной работы обусловлена интенсивным ростом мировой энергетики на современном этапе, что выражается, в частности, в росте добычи и потребления природного газа. Эффективная стратегия развития отрасли включает добычу остаточных геологических запасов. Эти факторы создают необходимость внедрения новых технологий газовой добычи и повышения эффективности уже существующих технологических оборудования и процессов. В данной работе рассматривается проблема эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений на поздней стадии разработки и изучаются способы ее решения. Эксплуатация газовых скважин осложняется из-за скопления конденсационной и пластовой жидкости на забое скважины. Приходится ограничивать количество используемых технологических процессов, что снижает производительность скважин, а также вынуждены прибегать к технологическим проудвкам, следствием чего являются безвозвратные потери газа. Имеющаяся вода в продукции газовых скважин приводит к потерям давления в системе сбора и по колонне НКТ. Если в определенный момент значение скорости не обеспечивает вынос жидкости из скважины, она скапливается на забое, что прекращает приток газа. В Российской Федерации подобная ситуация характерна для 20-30% газовых и газоконденсатных месторождений общего фонда эксплуатационных скважин (Медвежье НГКМ, Уренгойское НГКМ, Ямбургское НГКМ и другие). В качестве эффективного метода удаления жидкости целесообразно применить лифтовую концентрическую колонну. Для ремонта скважин с колтюбинговыми технологиями применяют гибкую трубу без соединительных муфт, спускаемую до забоя скважины единым отрезком. Разработка представляет использование металлополимерной грузонесущей трубы, которая в скважине выступает как центральная лифтовая колонна. Технология эксплуатации скважин по концентрическим лифтовым колоннам по двухрядному лифту или двухканальной схеме представляет собой эксплуатацию газовых и газоконденсатных скважин. При таком процессе газ, движущийся из продуктивного пласта, на забое делится на два потока. Далее газовые потоки движутся по каналам, сформированным центральной и основной лифтовыми колоннами труб. Затем газовые потоки сводятся и направляются в газосборный коллектор. Концентрические лифтовые колонны позволяют поддерживать нужное значение скорости восходящего потока, обеспечивать удаление жидкости из призабойной зоны пласта, исключая при этом сильные депрессии на пласт, которые могут нанести ему ущерб. Данная технология позволит сэкономить значительные ресурсы на проудвках, на капитальном ремонте скважин, сохранить фильтрационно-ёмкостные свойства призабойной зоны пласта, уменьшить пагубное влияние на экологию, обеспечить автоматизацию процесса, что актуально для условий Крайнего Севера.

Научный руководитель: к.т.н., старший преподаватель К.С. Купавых

УСЫНИНА Л.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО
НАСОСА В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ
АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

USININA L.S.
St. Petersburg Mining University

**RATIONALE FOR THE CHOICE OF AN OPERATING MODE OF THE
ELECTROCENTRIFUGAL PUMP IN THE CONDITIONS OF SETTLING OUT THE
ASPHALTIC RESINOUS PARAFFINE SEDIMENTS**

На данный момент состав нефти большинства нефтяных месторождений на территории России характеризуется значительным содержанием асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). Это связано, прежде всего, с переходом месторождений на завершающую стадию разработки. В результате наблюдается увеличение износа оборудования и системы трубопроводных коммуникаций, снижение продуктивности добывающих скважин, ухудшение качества получаемой продукции, дополнительные эксплуатационные затраты, уменьшение безремонтного периода эксплуатации, а самое главное – остановка добычи. Учитывая, что на большинстве месторождений применяется механизированный способ добычи жидкости, встает вопрос оптимизации работы электроцентробежных насосов в условиях образования асфальтосмолопарафиновых отложений. Целью работы является рассмотрение возможных вариантов оптимизации режима работы электроцентробежного насоса на месторождениях, осложненных образованием асфальтосмолопарафиновых отложений. Анализ работы скважин, оборудованных ЭЦН, работающих в условиях образования асфальтосмолопарафиновых отложений, показал, что происходит увеличение противодавления на насос, в результате чего снижается его производительность, увеличиваются энергетические затраты, уменьшается КПД установки. Значительное снижение производительности зачастую приводит к перегреву электродвигателя и преждевременному выходу его из строя. При этом спускоподъемные операции, которые связаны с заменой глубинного оборудования, могут приводить к порче бронированного кабеля, засорению забоя скважины и т.д. Асфальтосмолопарафиновые отложения, которые образуются ниже погружного насоса, зачастую приводят к прекращению подачи жидкости. Для решения данной проблемы предлагается применение метода оптимизации работы при помощи регулирования производительности и напора установки электроцентробежного насоса, в результате чего мы сможем сменить глубину образования асфальтосмолопарафиновых отложений ближе к устью.

Регулировка производительности установки электроцентробежного насоса будет осуществляться при помощи создания устьевого противодавления, преобразования частоты вращения погружного электродвигателя и изменения глубины подвески электроцентробежного насоса.

Научный руководитель: к.т.н., старший преподаватель Г.Ю. Коробов

ХМЕЛЕНКО П.П.
Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА ЕДИНИЦ ТЕХНИКИ ДЛЯ КОМПОНОВОК ОДНОВРЕМЕННО-
РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МНОГОПЛАСТОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

KHMELENKO P.P.
St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF WELL UNITS FOR MULTILAYER RESERVOIRS
OPERATED WITH THE SYSTEM OF SIMULTANEOUS-SEPARATE
EXPLOITATION**

Для снижения капитальных затрат на бурение, обустройство месторождения и заканчивание скважин, вскрывающих многопластовые объекты, используют метод одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ).

Каждое месторождение обладает уникальными характеристиками, поэтому возможность использования технологии ОРЭ для каждого индивидуальна.

Для решения задачи раздельного учета добываемой продукции при ОРЭ скважин и соответствия широкому комплексу концептуальных разработок в области «интеллектуальных» систем предлагается разработка следующих основных узлов: измерительно-регистрирующих устройств скважинного размещения, электроуправляемого клапана, устройства штуцирования потоков флюидов каждого продуктивного пласта, инновационных пакерно-якорных устройств для герметичного разобщения пластов, разъединителя, позволяющего установить пакер и при необходимости сорвать и поднять его, станции управления УЭЦН со встроенным программным обеспечением для совместной работы УЭЦН и клапанов.

Предлагается установить датчики напротив каждого эксплуатируемого пласта и в зумпфе скважины, регистрирующих как давление, так и температуру. Регистрация температуры происходит непосредственно при проявлении эффекта адиабатического расширения (сжатия), а после – баротермического эффекта разогрева дросселирующейся жидкости. Для контроля работы пластов со станции управления по кабелю, питающему ПЭД, подается ток на электродвигатель клапана, в результате перекрывается полость НКТ и давление возрастает до давления в нижнем пласте. Таким образом, электрический клапан выполняет две функции: измерение давления нижнего пласта при работе насоса, перекрытие притока из нижнего пласта. Устройства штуцирования располагаются напротив каждого продуктивного пласта и способны регулировать депрессию на отдельно выбранный пласт. За каждым диаметром устройства закреплена определенная величина депрессии на пласт, устанавливаемая с помощью частотного преобразователя УЭЦН. Путем изменения проходного сечения устройства штуцирования, меняется режим работы одного из пластов. Ток подается через кабель со станции управления, что заставляет устройство уменьшать диаметр проходного сечения при необходимости уменьшения дебита одного из пластов или увеличивать сечение для увеличения притока. Отличительной чертой является возможность регулирования проходного сечения штуцера для притока флюида из любого пласта, а не полное отсечение подачи.

Научный руководитель: доцент В.А. Лушпеев

ШАЙХРАЗИЕВА Л.Р.

Альметьевский государственный нефтяной институт

**ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ
ПОДБОРА НЕФТЕВЫТЕСНЯЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ, ПРИМЕНИМОЙ В
УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ**

SHAIHRAZIEVA L.R.

Almetyevsk State Oil Institute

**EVALUATION OF PROPERTIES OF SURFACTANTS FOR SELECTION
OIL-DISPLACING COMPOSITIONS USEFUL IN THE HIGH-
VISCOSITY OIL FIELDS**

Для повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти применяется множество методов. Одним из эффективных методов является применение нефтевытесняющих композиций. Основой нефтевытесняющих композиций являются поверхностно-активные вещества (ПАВ) различных классов (преимущественно анионного или неионогенного типа) в сочетании с различными химическими соединениями – полимерами, спиртами, кислотами и т.д.

В составе композиций ПАВ позволяют существенно снизить величину межфазного натяжения на границах с нефтью и, соответственно, повысить эффективность вытеснения нефти из пласта.

С целью подбора нефтевытесняющей композиции были проведены исследования по определению свойств двух видов ПАВ: водорастворимого неионогенного и комплексного, представляющего собой смесь неионогенного и катионного типов. В ходе исследований определялись такие параметры как величина межфазного натяжения на границе с высоковязкой нефтью, совместимость ПАВ с минерализованной водой, адсорбция ПАВ в статических условиях и термостабильность ПАВ.

Величина межфазного натяжения ПАВ концентрацией 0,1-0,5% на границе с высоковязкой нефтью определялась в соответствии с разработанной методикой с применением тензиометра DataPhysics. На основании полученных результатов установлено, что ПАВ позволяют снизить межфазное натяжение до низких значений (менее 3,5 мН/м).

Оба вида исследуемых ПАВ совместимы с минерализованной водой: при смешении не наблюдается нерастворимый осадок и величина межфазного натяжения находится в допустимых пределах и соответствует техническим требованиям и условиям к неионогенным и комплексным ПАВ.

Проведенный комплексный анализ по определению термостабильности ПАВ с учетом определения температуры помутнения и изменения фазового поведения растворов свидетельствует о стабильности исследуемых ПАВ к температурному воздействию.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Р.С. Хисамов

ШЕУДЖЕН А.Ш.
Тюменский индустриальный университет

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ВИБРОВОЛНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ**

SHEUDZHENA.SH.
TyumenIndustrial university

**WELL STIMULATION AND ENHANCING OIL RECOVERY BY MEANS OF THE
VIBRATION WAVE HYDROMONITOR**

Большая часть запасов нефти и газа нефтяных месторождений Западной Сибири сосредоточены в продуктивных объектах на поздней стадии эксплуатации, характеризующейся снижением продуктивности скважин, повышением преждевременной обводненности. Особенно осложнились проблемы с массовым проведением ГРП на месторождениях, которое часто в процессе эксплуатации скважин сопровождается загрязнением призабойной зоны пласта (ПЗП) сложным по составу кольматантом. Промысловые результаты применения вибрационных технологий показали, что со снижением частоты импульсов эффективность очищения повышается и оптимальная частота составляет 1-20 Гц. Лабораторные эксперименты на кернах, в которых под воздействием глинистого раствора проницаемость снизилась на 55-60 % (ее восстанавливали гидромониторной обработкой, обратной промывкой и гидроимпульсным воздействием), показали, что восстановление после гидроимпульсной обработки было наибольшим и составляло 62-85%.

На основании обзорного анализа методов воздействия на ПЗП, разработан виброволновой гидромонитор (ВГМ), спускаемый на НКТ в интервал продуктивного пласта. Суть его заключается в поинтервальной (через каждые 30 см) очистке пласта жидкостью с импульсными перепадами давлений с низкими частотами. При закачке рабочих жидкостей через ВГМ, равномерное движение потока жидкости преобразовывается в колебательное, пульсационное на выходе из насадок. Обработка ПЗП жидкостью с импульсными перепадами давлений с разными частотами от 1 до 3 Гц, амплитудами от 1 до 6 МПа, позволяет регулировать глубину воздействия, сократить затраты времени на очистку ПЗП. Рабочая жидкость (первоначально вода) насосными агрегатами 7 подается через промывочный шланг, по НКТ к забойному волновому гидромонитору с созданием циркуляции в затрубное пространство. Перемещая ВГМ, производится очистка перфорационных каналов всего интервала перфорации пласта с определением поинтервально приемистости.

Далее проводится селективное кислотное воздействие через ВГМ для растворения загрязнений, посадка пакера, освоение и извлечение продуктов реакции струйным насосом.

Комплексная технология с разработанным волновым гидромонитором показала высокую эффективность и успешность на скважинах № 27, 29 Южно-Охтеурского месторождения, поэтому рекомендуется для дальнейшего применения.

Научный руководитель: к.т.н. А.А. Барышников

ШТРОБЕЛЬ Н.В.

Санкт-Петербургский Горный университет

**ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ
ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

STROBEL N.V.

St. Petersburg Mining University

**JUSTIFICATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE HEAT CARRIER FOR
EXTRACTION OF HIGH-VISCOSITY OIL FOR THE CONDITIONS OF THE SAMARA
REGION DEPOSIT**

Закачка теплоносителя в пласт для интенсификации добычи высоковязкой нефти связана с целым рядом технологических проблем. Высокие энергозатраты на нагрев теплоносителя, потери тепла нагнетаемого агента при движении по стволу скважины, износ оборудования при работе в условиях высоких температур, образование эмульсий при подъеме пластовых флюидов на поверхность, необходимость применения специализированного оборудования для условий высоких температур – наиболее важные аспекты при закачке теплоносителей. Также возникает сложность с подбором технологических параметров с учетом теплопотерь в окружающие горные породы, теплоизоляции оборудования и геолого-физических особенностей пласта. Для эффективного применения метода закачки теплоносителя в пласт требуется анализ и учет всех вышеуказанных факторов. Целью данной работы является: повышение эффективности добычи высоковязкой нефти тепловыми способами. Для решения данной задачи были поставлены следующие задачи: анализ процессов, протекающих при добыче высоковязкой нефти, путем закачки в пласт теплоносителя; выведение критериев подбора оборудования для закачки теплоносителя; обоснование режимов закачки теплоносителя на примере изучаемого объекта; обоснование оборудования для добычи высоковязкой нефти. На основе анализа процессов, происходящих при закачке теплоносителя в пласт, было выявлено, что наибольшее влияние на сухость пара на забое оказывают темп подачи и начальная сухость. Подбор оборудования для закачки теплоносителя основывается на передаче в скважину оптимального количества теплоты, следовательно, достижения необходимой сухости пара на забое. Паронагнетательное оборудование подбирается по предельным значениям давления, температуры и начальной сухости для достижения требуемой сухости пара на забое. Насосно-компрессорные трубы (НКТ) подбираются в зависимости от их теплоизоляционных свойств. В данной работе сравнены экранно-вакуумные и экранно-полимерные НКТ со стандартными НКТ. В условиях рассматриваемого месторождения оптимально применение парообразующей установки ППУА/1600-100М. Определены оптимальные параметры режима закачки пара при условии достижения максимальной передачи тепла в скважину. Подбор оборудования и режима закачки теплоносителя осуществлен без учета паро-нефтяного отношения. Расчет и анализ ПНО является темой дальнейших исследований. Отбор нефти осуществляется УЭЦН. Подбор насоса зависит от ожидаемых дебитов скважины, от температуры, вязкости водонефтяной эмульсии, наличии пара в скважине. Также, при подборе насоса необходимо выполнять корректировку паспортных характеристик по вязкости перекачиваемой смеси.

Научный руководитель: асп. А.Р. Шарифов; к.т.н., ст. пр. А.М. Шагиахметов

Бурение скважин

АНИЩЕНКО В.И.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ANISHCHENKO V.I.

National University of Science and Technology NUST MISIS

DEVELOPMENT OF EQUIPMENT AND TECHNOLOGY FOR DRILLING VARIABLE PROFILE WELLS FOR EXPLORATION AND MINING OF SOLID MINERAL DEPOSITS

Переход на мобильные речные буровые установки, разработанные и внедренные автором доклада, открывает доступ геологоразведочным и добывающим компаниям к продуктивным пластам и залежам по всей длине пласта, или рудного тела без вскрытия пласта, что позволяет получить значительно более точные данные о физико-химических свойствах пластов, их геометрии и уменьшить количество необходимых скважин для добычи полезных ископаемых.

Конструкция нового поколения станков позволила преодолеть следующие сложности, с которыми разработчики столкнулись на этапе эксплуатации буровых станков предыдущих поколений:

- Контроль осевой нагрузки без УБТ.
- Скважины с постоянным радиусом кривизны и скважин, траектории которых представляют из себя простые степенные функции.
- Проведение скважин в пластах с высокой электропроводностью.
- Установка мачты бурового станка на параллелограммный механизм решила проблемы с повреждением тонких резьб труб обсадных колонн из-за несоосности при работе под наклоном.
- Снижение риска повреждения замков фильтров при спуске фильтр труб для дренажа и выщелачивания пластов.
- Бортовой компьютер машины запоминает диаметр основных труб, применяемых на месторождении, что ускорило процесс спуска и подъема буровой колонны.
- Отказ от редукторов в пользу прямого гидравлического привода увеличил скорость бурения
- Возможность точной центровки станка на устьях существующих скважин обеспечивается за счет подвижной рамы, которая состоит из двух частей.

В докладе есть краткое описание процесса разработки и внедрения первых станков нового поколения на месторождениях в Российской Федерации.

Вышеуказанные технические решения никогда ранее не комбинировались в одном буровом комплексе предыдущих поколений, а некоторые решения, такие как инклинометры на центрирующих опорах буровых труб, или система обогрева гидромоторов в неподвижном состоянии теплым гидравлическим маслом в принципе никогда не применялись и на момент производства являлись предметом патентной заявки. Это обусловило новизну разработки, преимущества перед конкурентами и успешный выход на рынок.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.А. Атрушкевич

ДЖУМАЕВ Э.М.

Российский государственный геологоразведочный университет (МГРИ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭФФЕКТА STICK-SLIP

DZHUMAEV E.M.

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting

USING AUTOMATIC SYSTEMS FOR PREVENTION STICK-SLIP EFFECT

Вибрации кручения Stick-Slip (заклинка-проскальзывание) – это большие, низкочастотные колебания крутящего момента. Это обычная проблема в бурении и часто несет ответственность за повреждение резцов долот, аварий с КНБК и снижение механической скорости. Stick-slip происходит, когда долото мгновенно прекращает вращение из-за трения, а верхний привод продолжает вращаться, что в конечном итоге приводит к накоплению достаточной энергии кручения и долото быстро проскальзывает. Во время фазы заклинивания долото резко вращается в несколько раз быстрее, чем предполагаемые обороты. Это создает интенсивные колебания крутящего момента, как показано ниже на графике крутящего момента по времени.

Как правило, бурильщик уменьшает нагрузку (вес на долоте) и увеличивает частоту вращения на поверхности пока проблема не исчезнет. Этот процесс повторяется всякий раз, когда Stick-Slip происходит. Однако это требует постоянного вмешательства опытного бурильщика, который может идентифицировать начало Stick Slip. Кроме того, нецелесообразно бурить таким образом, чтобы он всегда предотвращал Stick-Slip, поскольку это было бы неоптимальным. Снижение нагрузки на долото или частоты вращения или их комбинация могут уменьшить Stick-Slip, но, как правило, это связано с высокой стоимостью производительности, снижением механической скорости бурения. REVit™ – это программное обеспечение в реальном времени для смягчения «Stick-Slip». Моделируется КНБК и бурильная колонна и вычисляется эквивалентная пружинная константа и эквивалентный коэффициент демпфирования. Это позволяет системе подстроиться и точно смягчить «Stick-Slip» через колебания частоты вращения. Частота колебаний является функцией длины и размера бурильной колонны и КНБК. Математическая модель предсказывает, как верхний привод и бурильная колонна будут реагировать вместе. K_f и C_f являются результатом этой модели и являются параметрами, используемыми бурильщиком для «настройки» REVit™. Эти значения должны быть точными для правильной работы REVit™.

Основные преимущества использования системы REVit™:

- Улучшенный срок службы долота – Увеличение степени износа резцов после бурения с 5-ти до 2-ух или лучше (по IADC).
- Улучшение срока службы забойного двигателя, ЗТС и другого забойного оборудования

Система автоматизированного управления бурением REVit™ имеет опыт применения на месторождениях Алжира и Саудовской Аравии. Данная система показала высокую эффективность, которая позволила увеличить механическую скорость проходки до 60%. Нами был проведен анализ целесообразности применения автоматизированных систем для условий Вальнтойского месторождения, который показал эффективность данной системы.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.С.Повалихин

ДЕМИДОВА П.И.
Самарский государственный технический университет

ОГРАНИЧЕНИЕ ВОДОПРИТОКА НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

DEMIDOVA P.I.
Samara state technical University

LIMITATIONS OF WATER IN HORIZONTAL WELLS AFTER MULTISTAGE HYDRAULIC FRACTURING

Не для кого не секрет, что на данном этапе развития нефтяной промышленности стоит решение задачи по добыче трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти запасов, по причине того, что «легкой» нефти практически не осталось

Современные подходы по интенсификации добычи нефти из залежей сводятся к строительству горизонтальных скважин. Для достижения максимального фильтрационного сообщения горизонтального ствола с коллектором проводят многостадийный гидравлический разрыв пласта (МГРП).

Водопроявление – это один из недостатков МГРП, которые все же есть несмотря на все преимущества. Зачастую, данная проблема обнаруживается в первой трети горизонтального участка скважины и связана с образованием водяного конуса. Еще одной причиной возникновения водопритока является результат некорректно построенной трещины и распространении ее до водоносного пласта.

Методикой, позволяющей определить конкретный интервал водопроявления при МГРП является применение маркера, закачиваемого индивидуально в каждый интервал или установка контейнеров с индикаторами. На дневной поверхности, путем отбора проб, производится персонализация интервалов, выявление и интенсивность интервала проявлений.

Для отсека водопроявляющего интервала предлагается два решения:

1. Цементирование интервала проявлений. Для этого применяется подобранный в лабораторных условиях полимерный реагент SCA-308-B. Цементирование проводить от цементировочных стаканов до головы с помощью селективного пакера и пробки мостовой извлекаемой (ПМИ). Плотность данного реагента 1160 кг/м^3 . SCA-308-B обладает мелкодисперсной структурой. Вязкость реагента 23,5 сП.

2. Ограничение водопритока с помощью водоизолирующего агента. В качестве этого агента можно применить гелеобразующую композицию «Polytech WPR» с последующим разрушением ее в области ствола скважины с помощью деструктора. Гелеобразование композиции лежит во временном интервале от 24 до 72 часов. Сшитые гели обладают длительным «временем жизни» и очень низким синергизмом.

Научный руководитель: старший преподаватель Г.С. Мозговой

КАМАЛОВА Д.Ю.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БУРОВОГО РАСТВОРА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ
ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ С АНОМАЛЬНО НИЗКИМИ
ПЛАСТОВЫМИ ДАВЛЕНИЯМИ (АНПД)**

KAMALOVA D.Y.

Ufa State Petroleum Technological University

**THE EXPERIENCE OF USING DRILLING FLUID WITH LOW DENSITY FOR
THE OPENING OF PRODUCTIVE HORIZONS WITH ABNORMALLY LOW
FORMATION PRESSURE (ALFP)**

При вскрытии продуктивных горизонтов с аномально низкими пластовыми давлениями из-за повышенных репрессий происходит обратимое и необратимое снижение естественной проницаемости пласта, возникают трудности при вызове притока, что приводит к снижению дебита скважин.

В связи с этим задача сохранения естественной проницаемости продуктивных пластов при разработке малодебитных низконапорных месторождений, характеризующихся аномально низкими пластовыми давлениями (АНПД), является наиболее актуальной. Так, как при вскрытии пластов в условиях АНПД традиционные буровые растворы оказывают повышенные репрессии, стали широко внедряться газообразные, пенные агенты и аэрированные жидкости. Но использование пен и аэрированных жидкостей требует специального технологического оборудования, больших затрат энергии и материалов. В связи с этим возникла необходимость в разработке доступной и эффективной рецептуры бурового раствора пониженной плотности, обеспечивающего безаварийную проводку и заканчивание скважин. В данной работе предлагается рецептура бурового раствора на водной основе, с плотностью 0,85-0,95 г/см³. Низкое значение плотности обеспечивается содержанием в растворе в качестве дисперсной фазы афронов. Афроны - это микроскопические пузырьки газа диаметром 20-100 мкм., в которых граница раздела «газ-жидкость» представляет собой монослой ориентированных молекул ПАВ, за ним следует слой загущенной жидкости и далее бислоем ориентированных молекул ПАВ, придающих гидрофобный характер наружной поверхности микропузырька. Благодаря гидрофобной поверхности афронов сохраняется естественная проницаемость призабойной зоны продуктивного пласта, что является одной из главных задач при вскрытии продуктивного горизонта.

Предлагаемая рецептура бурового раствора была опробована на нефтяных месторождениях республики. Были проведены опытно-промысловые испытания по применению афронсодержащей промывочной системы при вскрытии продуктивных горизонтов. На основе анализа полученных данных был установлен рост продуктивности и дебита скважин, снижение обводненности и сохранение естественной проницаемости пласта. Сократились затраты, время на строительство и освоение скважин. Полученный положительный эффект от применения афронсодержащей промывочной жидкости позволяет рекомендовать данную рецептуру бурового раствора при вскрытии истощенных горизонтов, характеризующихся аномально низкими пластовыми давлениями.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.А. Мулюков

КОВАЛЬЧУК В.С.
Санкт-Петербургский горный университет

***РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ТАМПОНАЖНЫХ ЦЕМЕНТОВ ДЛЯ
ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ СЕРОВОДОРОДНОЙ
АГРЕССИИ***

KOVALCHUK V.S.
St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF GROUTING MIXTURES FOR WELL
CEMENTING IN
HYDROGEN-SULFIDE AGGRESSION CONDITIONS**

Качественное крепление скважины при соблюдении всех требований охраны окружающей среды является одним критериев успешной разработки нефтяных залежей. Поэтому цементирование обсадных колонн всегда было в центре внимания научных и производственных организаций. Тем не менее, на сегодняшний день остается ряд нерешенных проблем, связанных с особенностями цементирования скважин, в разрезе которых присутствуют сероводородсодержащие горные породы.

Проведенный анализ научных работ позволил установить, что в условиях сероводородной агрессии можно использовать определенный ассортимент тампонажных материалов: глиноземистый цемент, известково-кремнеземистую смесь, коррозионно-стойкие материалы, облегченные (ЦТОК) и утяжеленные (ЦТУК), шлакопесчаные смеси совместного помола (ШПЦС, УШЦ, ОШЦ). В некоторых случаях допускаются к использованию тампонажные портландцементы, устойчивые к сульфатной коррозии, марки G (ПЦТ I-G СС-1) и H (ПЦТ I-H СС-1), имеющие высокие характеристики по прочности. Стойкость цементного камня от коррозии главным образом зависит от химической стойкости его компонентов по отношению к корродирующему агенту.

Характерной особенностью высокоглиноземистых цементов является повышенная стойкость против многих видов коррозии. Высокоглиноземистый цемент имеет следующие характеристики: малый срок схватывания; водонепроницаемость, высокая прочность по сравнению с обычным ПЦТ, камень из данного цемента является мало пористым и мало проницаемым.

В целом, проведенный анализ позволяет заключить, что тампонажный материал и композиции должны иметь:

- высокие значения устойчивости к сероводороду;
- повышенную прочность, низкую газопроницаемость и пористость цементного камня;
- высокую седиментационную устойчивость;
- низкую контракцию.

Таким образом, на данный момент нет определенно точного подхода к решению проблемы сероводородной коррозии цементного камня. Это связано, в первую очередь с тем, что нет однозначных выводов о механизме и последствиях этого вида коррозии.

Авторами проведены предварительные исследования по созданию коррозионно-стойких композиций, результаты которых свидетельствуют о перспективности данных разработок.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.И. Николаев

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗА РЕДУКТОРА СИСТЕМЫ
ВЕРХНЕГО ПРИВОДА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ С УЧЕТОМ РЕЖИМА ЕГО
ЭКСПЛУАТАЦИИ

KOLBASIND.S.
Industrial University of Tyumen

ESTIMATION OF THE FAILURE PROBABILITY OF THE REDUCER OF
TOP DRIVE SYSTEM OF DRILLING RIG TAKING INTO ACCOUNT THE MODE
OF ITS OPERATION

В работе описана методика оценки вероятности отказа зубчатой передачи редуктора системы верхнего привода буровой установки по критерию изгибной выносливости зубьев.

В России эксплуатируется более 400 систем верхнего привода грузоподъемностью от 160 до 550 тонн преимущественно зарубежного производства. Производителями СВП отечественного производства являются ПромТехИнвест (в настоящее время ОАО «Электромеханика») и ООО "Уралмаш НГО Холдинг", что говорит о заинтересованности развития отечественного машиностроения в данном направлении и наличии интереса буровых компаний к системе верхнего привода.

Предлагаемая методика основана на применении методов непараметрической статистики, позволяющей обрабатывать любые экспериментальные данные о режимах нагружения конструкции, в том числе не описываемые в рамках стандартных законов параметрической статистики. Для восстановления неизвестной функции плотности действующих и предельных напряжений используется оценка Розенблатта-Парзена. Все этапы методики реализованы в процессоре MathCad.

Результаты реализации методики для оценки вероятности отказа передачи при ее эксплуатации в тяжелом режиме нагружения хорошо согласуются со статистикой отказов. Также методика позволяет определить вероятность отказа зубчатой передачи для любых, в том числе, заданных выборкой, законов распределения нагрузки, действующей на привод в процессе его эксплуатации.

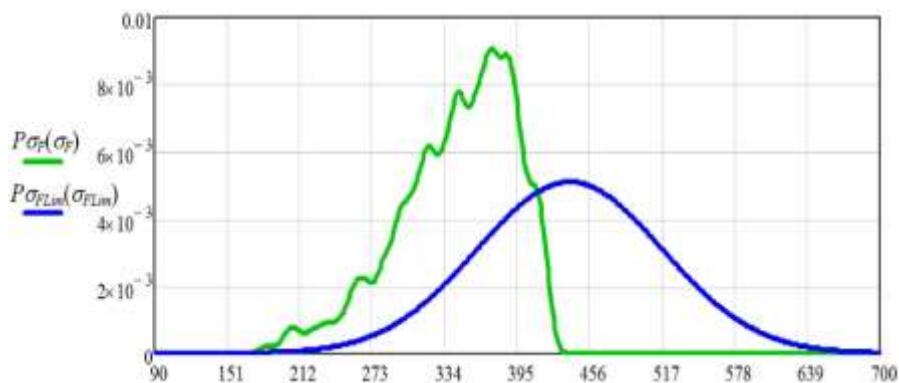


Рисунок 1- Функции плотности распределения действующих и предельных напряжений изгиба передачи в тяжелом режиме нагружения

Научный руководитель: д.т.н., доцент К.В. Сызранцева

КОМАРОВСКИЙ И.А.

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Сибирского федерального университета

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЪЕМНОГО СНАРЯДА НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРЕНИЯ**

KOMAROVSKIY I.A.

School of Mining, Geology and Geotechnology SFU

**USE OF REMOVABLE DIRECTIONAL DRILLING EQUIPMENT FOR
INCREASING DRILLING PERFORMANCE**

В процессе бурения все скважины в большей или меньшей степени искривляются, особенно при бурении глубоких скважин. Так как при разведке месторождений недопустимы большие отклонения, используют специальные устройства для корректировки направления скважин (отклонители). В настоящее время наиболее распространены такие отклонители как: стационарные клиновые отклонители, извлекаемые клинья и отклонители непрерывного действия.

Коэффициент полезного действия у выше перечисленных отклонителей не велик так, как при проведении работ по искусственному искривлению скважин, большое количество времени затрачивается на спуско-подъемные операции (СПО) и на проработку интервала искривления. Время, затрачиваемое на искусственное искривление скважины, существенно влияет на скорость проходки скважины. Таким образом время, затрачиваемое на искусственное искривление скважины может достигать в среднем от 5 до 8 часов.

После проведения работ, связанных с процессом искусственного искривления скважины, дальнейшее бурение скважины может быть сложнее с точки зрения оптимальных параметров режима бурения, а в ряде случаев проходку вынужденно прекращают из-за серьезных осложнений, связанных с некачественным проведением работ по искусственному искривлению скважины.

Для решения данных проблем разрабатывается конструкция съемного снаряда направленного бурения для снаряда со съемным керноприемником (ССК). Данная конструкция съемного снаряда направленного бурения включает в себя отклоняющий и ориентирующий модули. Спуск снаряда осуществляется внутри колонны бурильных труб ССК. При этом в наклонной скважине с зенитным углом 3-60° происходит самоориентирование снаряда. Использование данного снаряда позволило бы сократить время, затрачиваемое на СПО, что позволило проводить корректировку скважины чаще, тем самым исключая большие перегибы буровой колонны, это позволит бурить скважину на оптимальных значениях частоты оборотов и осевой нагрузки. Реализуемая интенсивность искривления, данным снарядом, не превышает 0,4 град/м, что позволяет вести дальнейшее бурение скважины без проработки интервала искривления.

Область применения предполагаемого технического средства – породы VI–X категории по буримости.

Перспектива представленной конструкции съемного снаряда направленного бурения для ССК состоит в повышении эффективности буровых работ по искусственному искривлению скважин, а также снижение себестоимости работ по искусственному искривлению.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Нескормных

МИЛИВОЕВИЧ Я.
Санкт-Петербургский горный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ

MILIVOEVICH YA.
St. Petersburg Mining University

A STUDY ON OIL-BASED DRILLING FLUIDS

В настоящее время, ввиду истощения большинства залежей нефти и газа, начинают активно разбуриваться новые месторождения, которые разрабатываются скважинами сложного профиля, наклонно-направленными скважинами с большой протяженностью горизонтальных участков для повышения площади контакта с продуктивным пластом. В отечественной и зарубежной практике все более широкое распространение при бурении и заканчивании скважин получают растворы на углеводородной основе (РУО), которые позволяют обеспечить успешную проводку скважин в сложных горно-геологических условиях, где применение растворов на водной основе не позволяет осуществить безаварийное бурение. Объясняется это, в первую очередь, тем, что углеводородная фаза нейтральна по отношению к проходимым горным породам, в том числе к солям и глинам. В связи с этим обоснование и разработка составов буровых растворов на углеводородной основе для бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин является весьма актуальным направлением исследований.

Было проведено исследование влияния компонентного состава РУО на его технологические свойства. Была проведена оценка влияния отношения «углеводород-вода» (УВ/В), типа асфальта (природный и синтетический), базового масла (минеральное гидравлическое и специальная масляная основа для буровых растворов), типа утяжелителя (промышленный и химически чистый).

Результаты показали, что при соотношении УВ/В=70/30 состав характеризуется максимальными значениями реологических характеристик (условной и пластической вязкости, динамического и статического напряжения сдвига); природный и синтетический асфальт достаточно близки по свойствам, что позволяет использовать более дешевый синтетический асфальт в качестве понизителя фильтрации; использование минерального гидравлического масла может способствовать получению растворов с высокими показателями структурно-механических свойств, а при использовании специальной масляной основы для буровых растворов – с более низкими значениями; применение растворов с химически чистым баритом будет нецелесообразным, несмотря на пониженные значения фильтратоотдачи и коэффициента трения, так как они характеризуются повышенным значением статического напряжения сдвига и более высокой ценой реагента.

Дальнейшие исследования будут направлены на получение зависимостей, которые можно будет использовать при подборе рецептур буровых растворов на углеводородной основе для конкретных геолого-технических условий.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.В. Нуцкова

САДЫКОВ М.И., ДОСЕНКО М.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОНАБУХАЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
СТВОЛА СКВАЖИНЫ ПРИ ПРОХОДКЕ ИНТЕРВАЛОВ
СИЛЬНОТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД**

SADYKOV M.I., DOSENKO M.A.

St. Petersburg Mining University

**USE OF THE WATER-SWELLABLE POLYMERS TO STABILIZE A WELL BORE
WHEN PASSING INTERVALS OF INTENSELY FRACTURED ROCKS**

Аннотация. В работе исследован ряд составов водонабухающих полимеров (ВНП) с целью определения прочностных характеристик горных пород в прискважинной зоне при их фильтрации в пласт. При испытаниях учитывался фракционный состав, тип и размер каналов трещиноватой зоны, тип, состав и количество водонабухающего полимера, дифференциальное давление и глубина его проникновения. Также предлагается способ доставки состава в неустойчивый интервал скважины.

Введение. При бурении в интервалах трещиноватых горных пород буровые компании часто сталкиваются с проблемой устойчивости стенок скважины. Одним из способов решения данной проблемы является создание изоляционных составов на основе водонабухающих полимеров, которые используются самостоятельно при низкой интенсивности поглощения или используются вместе с закачкой отверждающихся тампонажных смесей в случае катастрофических поглощений. Водонабухающие полимерные (ВНП) составы имеют ряд преимуществ перед тампонажными смесями на основе цементов с минеральной вяжущей составляющей:

- высокая степень фильтрации в пласт;
- химическая стойкость к агрессивным флюидам;
- быстрое действие;
- высокая степень набухания в первые 10-15 часов.

Выводы. Состав ВНП на водной основе при малом времени на раскрытие увеличивает сцепление горной породы, но понижает угол внутреннего трения. При 12 часовой выдержке состава увеличивается, как сцепление, так и угол внутреннего трения, что позволяет сказать об увеличении коэффициента устойчивости

1) Состав ВНП в растворе на углеводородной основе (Полиэконол-Флора) показал свою эффективность, увеличив коэффициент устойчивости, при снижении сцепления и увеличения угла внутреннего трения

2) Наилучшие результаты показал ВУС на основе РНРА, увеличив коэффициент устойчивости в опасных точках на 50%-60% (коэффициент запаса при зенитном угле 70 – 90 градусов), однако РНРА является растворимым в воде соединением и при длительном контакте с водным раствором будет растворяться, снижая прочностные характеристики стенки скважины, увеличивая вероятность обвалов стенки скважины. Рекомендуется использовать данный состав с последующим переходом на безводный буровой раствор.

3)

Научный руководитель: к.т.н., доцент П.А. Блинов; к.т.н., Е.Ю. Цыгельнюк

РУДЯЕВА Е.Ю.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОГЛОЩЕНИЙ
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

RUDYAEVA E.U.
St. Petersburg Mining University

**RESEARCH OF COMPOSITIONS FOR THE LIQUIDATION OF LOSS OF
CIRCULATION IN DRILING WELLS**

Проведен обзор различных составов, содержащих полимеры и сополимеры акриловой и метакриловой кислот и их производных, которые применяются в различных отраслях промышленности, а также в бытовых условиях.

Выбран полимер в состав бурового раствора с определенными характеристиками для использования как состава, обеспечивающего оперативную изоляцию поглощающих горизонтов на различной глубине при бурении скважин.

Проведены исследования реологических характеристик сорбента в водном растворе и в определенном буровом составе при регулировании различных условий (в качестве условий регулирования были выбраны: дисперсность сорбента, температура состава, концентрация сорбента); разработка оптимальной технологической составляющей по закачке состава для ликвидации зоны поглощения не останавливающей процесс бурения, с использованием контейнеров-пакетов специального состава, позволяющие обеспечить смешивание рабочего бурового раствора с сухой смесью сорбента непосредственно на забое в интервале поглощающего пласта. Данная технология может быть эффективна как в техническом, временном, так и экономическом сегменте.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.В. Нуцкова

ТОРОПОВ Т.М.
Санкт-Петербургский горный университет

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПРОГРАММЫ ПРОМЫВКИ
СКВАЖИНЫ**

TOROPOV T.
St. Petersburg Mining University

AUTOMATED CALCULATION OF THE WELL WASHING PROGRAM

Для расчета потерь давлений на трение при движении промывочной жидкости без шлама в трубах и кольцевом канале необходимо определить режим течения, в зависимости от которого выбираются те или иные расчетные формулы. Для этого вычисляются значения критического числа Рейнольдса течения промывочной жидкости, при котором происходит переход от структурного режима к турбулентному. Если число Рейнольдса движения жидкости в трубах или кольцевом пространстве больше вычисленного критического значения, то режим течения турбулентный. В противном случае движение происходит при структурном режиме. В случае структурного режима течения формулы потери давления по длине канала зависят от коэффициента β , связанного с числом Сен-Венана S .

Для работы с графиком была проведена аппроксимация данных, результатом которой является выявленная зависимость между коэффициентом для расчета потерь давления β и числом Сен-Венана S .

После этого стало возможным написание программного кода на языке программирования Delphi. Программа состоит из рабочего поля с ячейками для ввода соответствующих переменных и самого кода. В его основу заложены формулы и расчеты, использовавшиеся в курсовом проекте по технологии бурения в разделе гидравлической программы промывки скважины.

Таким образом, выявленная аппроксимацией зависимость позволила автоматизировать расчет программы промывки скважины с целью конечного выбора бурового насоса как наиболее оптимального.

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.В. Двойников

УСКОВА Е.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУРОВЫХ
РАСТВОРОВ С ГЛИНИСТО-АРГИЛЛИТОВЫМИ ПОРОДАМИ
МЕТОДОМ ЯМР**

USKOVA E.I.

Kazan (Volga Region) Federal University

**INVESTIGATION OF THE MOLECULAR INTERACTION OF DRILLING FLUID
SOLUTIONS WITH CLAY-ARGILLITE ROCKS BY NMR**

В процессе бурения в результате контакта водной составляющей буровых растворов с глинисто-аргиллитовыми породами происходит осыпи и обвалы стенок скважин. Процессы гидратации, набухания, размокания, диспергирования происходят вследствие взаимодействия фильтрата бурового раствора с гидратными слоями глинистых частиц, слагающих стенки скважины. Таким образом, предотвращая или замедляя протекание этих процессов, можно повысить период устойчивого состояния аргиллитовых пород.

Аргиллиты имеют различную структуру в зависимости от их минерального состава и процентного содержания каждого из компонентов. Структура аргиллита слоистая, и под воздействием воды наблюдается отслаивание и разрушение структуры породы на более мелкие части. Проблема обрушения в скважинах при прохождении аргиллитовых слоёв известна уже в течение нескольких десятков лет, тем не менее, молекулярный механизм взаимодействия воды с минералами, входящими в состав аргиллитов, практически не изучен. Исследование на молекулярном уровне физико-химических процессов взаимодействия воды с аргиллитами представляет интерес для совершенствования состава буровых растворов и ингибиторных присадок.

Одним из методов, позволяющих получать информацию о взаимодействии молекул, является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В последнее время в ЯМР-исследованиях широко применяется метод получения 2D-карт совместных распределений времён ядерной магнитной релаксации T_1 - T_2 . Предлагаемый метод позволяет получать из данных 2D ЯМР-релаксометрии 2D-карту совместного распределения времён корреляции τ_c , отражающую подвижность молекул, и второго момента $\Delta\omega^2$, характеризующего магнитную структуру окружения молекул.

На основе этого метода в настоящей работе предлагается ЯМР-методика оценки молекулярных характеристик взаимодействия водной компоненты бурового раствора с глинисто-аргиллитовыми породами. Метод построения 2D-карты совместных распределений вторых моментов и времён корреляции для взаимодействия $P(\Delta\omega^2, \tau_c)$ позволяет: получить однозначную информацию о структуре окружения молекул воды и углеводов, сравнить подвижность молекул воды и углеводов в системе буровой раствор – глинисто-аргиллитовая порода, увидеть последовательность изменения структуры окружения сорбированных на гидрофильных компонентах аргиллита молекул воды в процессе насыщения для разных видов буровых растворов и оценить влияние ингибирующих добавок в буровые растворы на молекулярном уровне.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор В.Д. Скирда

ЧУДИНОВА И.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ИНГИБИРУЮЩИХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ
ДЛЯ БУРЕНИЯ В ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ**

CHUDINOVA I.V.

St. Petersburg Mining University

**RESEARCH OF COMPOSITIONS OF THE INHIBITING DRILLING MUDS FOR
DRILLING IN SHALES**

Неустойчивость ствола скважины в глинистых отложениях – одна из главных причин остановки процесса бурения и возникновения осложнений. На устойчивость ствола скважины влияют такие факторы, как ориентация скважины в пространстве, высокие значения напряжений, действующих на контуре ствола скважины, тип бурового раствора, гидростатическое и поровое давления, геомеханические свойства глинистой породы, а также характер взаимодействия между дисперсионной средой бурового раствора и глинистой породой.

Эффективность поддержания стенки скважины в устойчивом состоянии снижается по мере проникновения фильтрата бурового раствора в породу. Если бурение в глинистой породе происходит с использованием несовместимой промывочной жидкости, ее компоненты, проникающие в породу, вызывают набухание и разупрочнение глин.

В пластичных глинах полярные и неполярные реагенты и их комбинации проявляют достаточную эффективность с точки зрения сохранения устойчивости образцов, однако это утверждение не справедливо для непластичных глин. Непластичные глины связывают малое количество воды и сразу разрушаются, поэтому необходимо снижать скорость гидратации, путем уменьшения активности молекул воды.

В данной работе авторами представлены результаты исследований, направленных на снижение активности воды и тем самым – на обеспечение устойчивости образцов непластичных глинистых пород.

Устойчивость глинистых пород обеспечивается за счет использования в составе бурового раствора полиакрилатов натрия или калия при их сочетании с глицерином или с формиатом натрия. Предварительная деполимеризация жидкого стекла путем растворения в нем глицерина способствует повышению ингибирующей способности к глинистым породам. Поливинилпирролидон (PVP) проявляет склонность к комплексообразованию и связывает низкомолекулярные соединения. Введение в состав бурового раствора на водной основе поливинилпирроллидона (PVP) способствует снижению активности дисперсионной среды раствора, сдерживанию роста порового давления в породах, слагающих стенки скважины, и тем самым повышает устойчивость ствола, при бурении в глинистых породах.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.И. Николаев

ШАЛЯПИН Д.В., БАКИРОВА А.Д.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ СКВАЖИН
УНИФИКАЦИЕЙ РАСЧЕТНОГО КОМПЛЕКСА**

SHALIAPIN D.V., BAKIROVA A.D
St. Petersburg Mining University

**THE OPTIMIZATION OF WELL PROFILE DESIGN BY THE EVALUATION
OF COMPLEX UNIFICATION**

Буровая сфера нефтегазовой отрасли в последние несколько лет стабильно растет как в области разведочного бурения, так и в области эксплуатационного бурения, особенно данная тенденция заметна на старых месторождениях, которые находятся в разработке уже много годы. Это объясняется тем, что для поддержания заданного уровня добычи нефти необходимо бурить больше скважин год от года, то есть, сетка разработки старых месторождений уплотняется путем строительства новых однотипных скважин.

На данный момент времени в отечественной и зарубежной практике проектирования профилей нефтегазовых скважин отсутствует понятие о зонах с высокой вероятностью успешной буримости [1]. А это значит, что каждый новый проект начинают разрабатывать, опираясь только на опыт предыдущего ориентирования скважин, что приводит к тому, что профили строят «на ощупь», то есть без учета зон с высокой вероятностью успешного бурения.

В данной работе предложена попытка разработки в программном комплексе Landmark объемной карты размещения профилей скважин и горизонтальных стволов, где учтены различные зенитные углы (от 0° до 90°), различные азимутальные углы точки входа в пласт (от 0° до 90°) и точки окончания горизонтального участка (от 0° до 135°), различные удаления точки входа в пласт (от 2500 до 4500 м), различные длины горизонтального участка (от 500 до 1500 м) с целью сокращения времени на процесс проектирования однотипных скважин. Каждая вариация профиля рассчитана несколькими компоновками как низа бурильной колонны, так и бурильной трубы для того, чтобы определить оптимальную зону бурения.

Представленная работа может быть полезна и для разработчиков нефтегазовых месторождений, поскольку появится возможность корректного ориентирования профилей скважин, что в конечном счете упростит и ускорит работу проектировщиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакиров Д.Л., Фаттахов М.М. Многозабойные скважины: практический опыт Западной Сибири. – Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2015. – 232 с., илл. 168;

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.В. Двойников

Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

**ПЛАТОНОВ Д.В.
АДИЛЗАДЕ И.И.**

Тюменский индустриальный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА В ВОДОНОСНОМ ПЛАСТЕ

**PLATONOV D.V.
ADILZADE I.I.**

Tyumen Industrial University

SIMULATION OF THE UNDERGROUND GAS STORAGE IN AQUIFERS

В середине 50-х годов в стране началось интенсивное развитие добычи природного газа. Для покрытия и сглаживания неравномерности газопотребления потребовалось создание хранилищ газа большой емкости. Для этих целей единственным решением стало создание подземных хранилищ газа (ПХГ): в истощенных нефтяных или газовых месторождениях, в водоносных структурах-ловушках, отвечающих требованиям герметичности хранимого в них газа, в соляных отложениях.

Подземные хранилища газа – это важная и неотъемлемая часть единой системы газоснабжения России. Помимо регулирования сезонной неравномерности потребления газа, с их помощью снижают пиковые нагрузки в ЕСГ, обеспечивается гибкость и надежность поставок газа. Около 20 % всего природного газа, потребляемого в зимний период, доставляют из подземных хранилищ.

Основные требования к ПХГ заключаются в быстром и оперативном реагировании на изменение режимов газопотребления. В связи с этим появляется актуальная задача разработки новых методов управления работой искусственной газовой залежью на основе моделирования различных процессов эксплуатации ПХГ.

В настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется 22 ПХГ в 26 объектах хранения газа. Из них 17- в истощенных газовых месторождениях, 8 в водоносных структурах и 1 объект в соляных кавернах. Подземное газовое хранилище в водоносном пласте представляет собой искусственную газовую залежь, созданную в пласте, поровое пространство которого было полностью заполнено водой. Для создания ПХГ в водоносном пласте антиклинальной структуры необходим природный резервуар, состоящий из пласта-коллектора с высокими ФЕС и надежной покрышки, способной длительное время герметизировать искусственную газовую залежь.

Для эффективной работы ПХГ необходимо контролировать колебания давления в газовой части хранилища и перемещение ГВК, а так же наблюдать за изменением массы газа. Зная эти параметры, можно подобрать соответствующий технологический режим работы ПХГ. Математическое моделирование позволяет наглядно и действенно этого достичь. В данной работе ставится задача моделирования основных параметров ПХГ, созданного в водоносном пласте купольного типа, в математическом программном обеспечении «Mathcad путем вывода и решения систем дифференциальных уравнений.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ж.М. Колев

ГОЛИКОВА А.И.

Самарский государственный технический университет

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПАРАФИНОВ**

GOLIKOVA A.I.

Samara state technical university

**INFLUENCE OF THE FACTORS THAT DETERMINE TRANSPORTATION
EFFICIENCY OF HIGH-WAX OIL**

Нефть с высоким содержанием парафинов имеет положительную температуру застывания, из-за чего для ее перекачки требуется применение специальных методов перекачки, наиболее распространенным из которых сейчас является «горячая» перекачка. На эффективность перекачки нефти с высоким содержанием парафинов оказывают влияние различные факторы, такие как температура застывания, температура окружающей среды, диаметр трубопровода, производительность перекачки, коэффициент шероховатости внутренней поверхности стенки трубопровода.

Эффективность работы трубопровода напрямую зависит от толщины отложений на его внутренней поверхности. Состав и свойства этих отложений зависят от состава нефти. В трубопроводе, перекачивающем высокопарафинистую нефть, отложения будут в основном парафиновыми. Выделяют два основных механизма парафинизации трубопроводов – образование кристаллов парафина на стенке трубопровода и осаждение кристаллов, образовавшихся в потоке нефти.

В работе проведены расчеты: средней толщины парафиновых отложений на внутренней стенке трубопровода в зависимости от вышеперечисленных факторов; требуемой периодичности очистки трубопровода, температуры нагрева нефти, необходимой для предотвращения ее застывания при остановке перекачки в течение 72 ч и давления сдвига застывшей в трубопроводе нефти. По результатам расчетов произведен анализ влияния различных факторов на эффективность перекачки высокопарафинистой нефти с выявлением фактора, оказывающего наибольшее влияние на эффективность перекачки, а также выполнен анализ влияния депрессорных присадок и ингибиторов парафиноотложений на эффективность перекачки высокопарафинистой нефти. По результатам анализа выработаны рекомендации по перекачке нефти с высоким содержанием парафина.

Научный руководитель: к.п.н., доцент Г.М. Орлова

ДМИТРИЕВА А. С., БЕЛОУСОВ А. Е.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА И
УТИЛИЗАЦИИ ЕГО ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОГО
ЭНЕРГОРАЗДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГРС**

DMITRIEVA A.S., BELOUSOV A.E.
St. Petersburg Mining University

**JUSTIFICATION OF A METHOD FOR REDUCING NATURAL GAS LOSSES AND
DISPOSAL OF ITS ENERGY BASED ON DETANDER-GENERATOR ENERGY
DIVIDEING DEVICE FOR GDS**

В работе затронута актуальная проблема ресурсо- и энергосбережения в системе транспорта и распределения природного газа (ПГ) и предложен способ ее решения, основанный на внедрении энергоразделяющего устройства (ЭУ) в узел редуцирования газораспределительной станции (ГРС).

При редуцировании давления газа на ГРС, за счёт эффекта Джоуля-Томпсона, происходит существенное падение температуры газа. Это в свою очередь приводит к образованию конденсата в виде газогидратов, обмерзанию регулирующих клапанов, запорной арматуры, приборов и трубопроводов.

Объектом исследования является система, в которой происходит снижение давления ПГ с обязательным подогревом для предотвращения гидратообразования.

К традиционным методам борьбы с гидратообразованием на ГРС относят: общий или частичный подогрев газа, локальный подогрев корпуса регуляторов, ввод метанола в газопровод. Все они требуют либо значительных капиталовложений, либо затрат ресурсов: газа на сжигание, электроэнергии для местного обогрева, метанола.

С точки зрения энергосбережения в газотранспортной системе на сегодняшний день весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления ПГ в турбодетандере как один из способов использования вторичных энергоресурсов.

В современных системах ГРС всё чаще находят своё применение электрогенераторы с приводом от расширительных турбин, для предотвращения обмерзания частей которых и подогрева газа можно использовать пульсационные ЭУ, основанные на эффекте Гартмана-Шпренгера и работающие за счёт вращения вала детандер-генератора.

Разработана схема резонансного подогрева ПГ на оснащенной детандер-генератором ГРС. В соответствие с ней поток ПГ разбивается в энергоразделяющем устройстве на холодную и горячую части, при этом горячая направляется на обогрев газа и рабочих поверхностей турбодетандера, который приводит в действие устройство. Эффективность получения тепловой энергии резонансным способом подтверждена численным моделированием в программном продукте ANSYS FLUENT.

Предлагаемое решение позволит частично или полностью исключить получение тепловой энергии на газораспределительных станциях сжиганием газа. Производя подогрев газа с помощью ЭУ и выработку электроэнергии детандер-генератором, возможно создание автономной ГРС, не требующей расхода внешних источников энергии.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.М. Щипачев

КОЗЛОВ В.В.

Иркутский национальный исследовательский технический университет

**ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЯНЫХ
РЕЗЕРВУАРОВ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В
СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ**

KOZLOV V.V.

Irkutsk national research technical university

**SURVEY OF THE TECHNICAL CONDITION OF OIL TANKS MADE OF
CARBON STEEL, OPERATING IN THE NORTHERN REGIONS**

В городе Бодайбо установлены вертикальные резервуары, в которых хранится мазут и светлые нефтепродукты. Мазут используется в котельных для центрального городского отопления. Резервуары эксплуатируются в северных районах более 40 лет, что превышает нормативный срок их службы вдвое. Их замена неприемлемо дорога для бюджета небольших городов и посёлков. В 2009 году город оказался перед угрозой прекращения отопления из-за непригодности резервуара. Ремонт был проведён наспех, без специальных исследований и экспертизы. Рано или поздно город вновь окажется в затруднительной ситуации.

Большинство резервуаров изготовлено из стали марки Ст3сп, которая подвержена охрупчиванию при температурах эксплуатации ниже -30° . В северных районах применяется листовая способ установки резервуаров из-за трудности доставки на место эксплуатации в рулонированном виде, высокой стоимости перевозки и работ на строительной площадке. При листовом монтаже резервуаров сварка осуществляется «внахлестку», а при недостаточном «нахлесте» есть вероятность наложения зон термического влияния внешнего и внутреннего сварного швов. При этом значительно увеличивается количество дефектов – пор, трещин, непроваров, прожогов; затруднено соблюдение вертикальности резервуара.

Установлено, что характерная зона разрушений резервуаров – соединение стенки с днищем. Предложена технология восстановления резервуаров с заменой нижнего пояса, выполненного из стали Ст3сп, на сталь 09Г2С, наиболее подходящую по характеристикам и расчетам на прочность и устойчивость. Исследованы сварные соединения сталей Ст3сп и 09Г2С ручной дуговой сваркой с применением электродов ЭЛЗ-ТМУ-21У и механизированной сваркой в среде CO_2 проволокой Св-08Г2С. В результате испытаний и металлографических исследований недопустимых дефектов не обнаружено, что показывает возможность использования обоих способов восстановления.

В дальнейшем планируется исследовать возникшие внутренние напряжения в результате сваривания образцов и провести разрушающие виды испытаний на растяжение и на ползучесть.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.В. Гречнева

КРИВОКРЫСЕНКО Е.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**СПОСОБ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СТАЛЕЙ К
«РУЧЕЙКОВОЙ» КОРРОЗИИ**

KRIVOKRYSENKOE. A.
St. Petersburg Mining University

**EVALUATION METHOD THE RESISTANCE OF PIPELINE STEELS TO
«RILL-WASHING CORROSION»**

Как показывает опыт эксплуатации, основной причиной аварий промышленных нефтепроводов является разрушение их донной части вследствие «ручейковой» коррозии.

Результаты экспериментов, полученные на кафедре ТХНГ университета, дают основания предполагать, что первопричиной такого вида коррозии является появление на донной части трубы глубоких царапин от абразивного воздействия твердых минеральных частиц. Их появление на стенке трубы, находящейся в упругодеформированном состоянии, сопровождается возникновением в металле дна царапины значительных растягивающих напряжений, под действием которых скорость электрохимической коррозии металла резко возрастает. Это приводит к углублению царапины и дальнейшему повышению растягивающих напряжений, стимулирующих дальнейшее повышение скорости процесса. В результате скорость коррозионного разрушения экспоненциально возрастает и царапина превращается в «ручеек». В этой связи можно было предположить, что различие в величине остаточных напряжений в окружающей царапину металле до и после коррозионных испытаний может служить критерием стойкости трубопроводных сталей к «ручейковой» коррозии.

Объектом исследования являлись пластины, вырезанные из листового проката низкоуглеродистой стали, подвергнутые изгибу с нанесением в их средней части надреза постоянной глубины, что обеспечивало появление там остаточных напряжений. Затем пластины помещались в 3% р-р NaCl, имитирующий состав пластовых вод, где выдерживались 10 суток при температуре 40⁰С. С использованием сканера Stress Vision замерялись остаточные напряжения на поверхности пластин до и после воздействия агрессивной среды.

Оказалось, что величина остаточных напряжений на неизогнутой пластине практически постоянна по длине и не изменяется от воздействия агрессивной среды. В то же время, изгиб пластины и нанесение на ее деформированную часть царапины приводят к появлению в районе царапины повышенных остаточных напряжений. В результате воздействия коррозионно-активной среды зона повышенных напряжений расширяется, а их интенсивность возрастает, что, как можно заключить, является следствием увеличения глубины надреза за счет коррозионного разрушения металла.

Таким образом показано, что, метод замера уровня остаточных напряжений вблизи надреза на изогнутых образцах в исходном состоянии и после воздействия коррозионно-активной среды, может быть использован, как метод оценки стойкости трубопроводной стали к «ручейковой» коррозии.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Болобов

МАРТЫНЕНКО Я.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ СЖИЖЕННОГО
ПРИРОДНОГО ГАЗА (СПГ)**

MARTYNENKO Y.V.

St. Petersburg Mining University

**A TECHNOLOGICAL SOLUTIONS SET TO ENSURE THE SAFETY OF
STORAGE OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)**

Введение. В соответствии с правилами безопасности, применяемыми ко всем типам криогенных резервуаров, предъявляются многочисленные требования, связанные с условиями их эксплуатации. Одним из них является обеспечение сброса паров сжиженного природного газа (СПГ) из хранилища через газосбросной трубопровод и предохранительные клапаны. Такие сбросы образуются как периодически, так и в аварийных случаях. При превышении избыточного давления в резервуаре относительно номинального на заданную проектом величину производится сброс избытка паровой фазы СПГ, который сжигается в факеле системы. Это приводит к значительным потерям дорогостоящего топлива. В случае если резервуар оборудован технологической обвязкой, то отбор избытка паровой фазы производится компрессорами, использование которых влечет за собой дополнительные энергозатраты.

Цель. В качестве альтернативы применяемым средствам контроля и сброса предлагается использовать насосно-эжекторные системы (НЭС), включенные в технологическую обвязку резервуара для поддержания рабочего давления путем сброса топлива в сепаратор за счет энергии высоконапорного потока газовой фазы. Целью использования таких систем является снижение энергозатрат на осуществление операций по периодическому и непрерывному сбросу паров при заполнении криогенных резервуаров и безопасном хранении в них сжиженного природного газа (СПГ).

Материалы и методы. При решении поставленных задач использован комплексный метод исследований: обобщение и анализ теоретических и экспериментальных трудов в области применения жидкостно-газовых эжекторов, сравнение существующих эжекторных систем, численные методы для выполнения теоретического расчета определяющих показателей ЖГЭ, синтез полученных данных и существующих аэродинамических схем эжекторов.

Результаты. Для обоснования эффективности использования ЖГЭ произведен теоретический расчет определяющих показателей, в соответствии с которыми выбрана наиболее производительная аэродинамическая схема. Для наглядного анализа полученных результатов построены зависимости давления смеси на выходе из эжектора, приведенной мощности и коэффициента полезного действия от коэффициента эжекции. На основании выбранной схемы построена напорная характеристика устройства, работающего на оптимальном, срывном и предельном режимах. Произведен расчет геометрических размеров проточной части эжектора и представлена его конструктивная схема.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Воронов

МЕЗЕНЦЕВА Т.А.
Тюменский государственный университет

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ЭРОЗИИ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ПРИМЕНИМОЙ К
УСЛОВИЯМ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

MEZENTSEVA T.A.
University of Tyumen

**ANALYSIS OF EXISTING MATHEMATICAL MODELS FOR ESTIMATING
THE RATE OF EROSION AND CHOOSE MORE APPLICABLE MODEL FOR THE
CONDITIONS OF GAS FIELDS IN THE WESTERN SIBERIA**

На этапе проектирования газосборных сетей учитывается только скорость коррозии, однако это некорректно отображает процесс износа внутренней части трубопровода. В связи с этим в расчетах также необходимо учитывать эрозионный процесс.

В отечественной практике процесс эрозионного износа регулируется скоростью потока транспортируемой среды (20 м/с). Регламентирование скорости транспортируемой среды накладывает определенные ограничения на объемы добываемой продукции, что в свою очередь напрямую влияет на экономическую эффективность проекта. Однако существует альтернативный способ контроля эрозионного процесса. В зарубежной практике это осуществляется посредством контроля скорости темпа эрозии, которая не должна превышать 0,1 мм/год.

На газовых месторождениях Западной Сибири актуален вопрос разработки методики безопасной эксплуатации скважин, в частности борьбы с эрозионным износом трубопровода. Процесс эрозии достаточно сложен из-за большого числа параметров, которые он содержит: дебит пластового флюида, скорость твердых элементов потока, свойства флюида, свойства песка, размер и форма его зерен, материал стенок оборудования, геометрия оборудования. Поэтому необходимо рассмотреть существующие математические модели оценки скорости эрозии, для того, чтобы выбрать наиболее оптимальную.

В работе рассматриваются такие математические модели расчета темпа эрозии, как:

- 1) Модель Финнея
- 2) Модель Рабиновича
- 3) API RP 14e
- 4) Модель МакЛари и Ширази
- 5) Модель Жанга
- 6) DNV RP O501
- 7) SPPS

В работе проведен сравнительный анализ существующих математических моделей расчета скорости эрозии. А также на основе фактических замеров с газового месторождения определена сходимость аналитических расчётов с промысловыми данными, после чего определена наиболее применимая для условий газовых месторождений математическая модель расчета темпа эрозии.

Научный руководитель: главный специалист ООО «ТННЦ» А.С. Заворина

ПИЧУГИН З.А., АНДРОНИК А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ
ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗДУХОЗАБОРНОГО УСТРОЙСТВА
НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ «ПОРТОВАЯ»**

PICHUGIN Z.A., ANDRONIC A.
St. Petersburg Mining University

**USING THE HEAT OF EXHAUST GASES FOR THE PREVENTION OF THE ICING
OF THE INTEGRATED AIR INTAKE DEVICE ON THE COMPRESSOR STATION
«PORTOVAYA»**

Компрессорная станция «Портовая» представляет собой сложный комплекс зданий и сооружений, предназначенных для перекачки природного газа, и фактически является отправной точкой для поставок газа в Европу по морскому газопроводу «Северный поток». Основным оборудованием на компрессорной станции являются два газоперекачивающих агрегата RB211-24G DLE мощностью 25 МВт каждый и шесть агрегатов TRENT 60 мощностью 50 МВт. В процессе их эксплуатации выяснилось, что при определенных погодных условиях происходит обмерзание входной решетки комплексного воздухоочистительного устройства, что приводит к прекращению подачи воздуха в газотурбинную установку с последующей её остановкой. Отсутствие на сегодняшний день комплексного исследования и решения данной проблемы является весьма актуальным вопросом, так как вынужденные простои двигателя из-за обледенения решетки могут негативно влиять на надежность работы всего агрегата.

Цель исследования – изучение механизма образования наледи и рекомендации по проектированию трубопровода, связанного с системой выхлопа, для предотвращения обмерзания входных жалюзи.

Задачи исследования: оценка производственно-технических характеристик объекта; расчет условий обледенения решетки газоперекачивающего агрегата; разработка рекомендаций по устранению проблемы обмерзания.

В процессе эксплуатации газоперекачивающих агрегатов выяснилось, что в результате неблагоприятных погодных условий происходит закупоривание входных жалюзи льдом, так как в аппарате не предусмотрена штатная система борьбы с обледенением входной решетки комплексного воздухоочистительного устройства. При прохождении воздуха через жалюзи поток меняет своё направление, в результате чего влага в силу большей инерции оседает на поверхности решетки и конденсируется. После оседания капли стекают вниз под действием силы. Сконденсировавшаяся влага, стекая с части решетки с положительной температурой в область с отрицательной, при попадании на последнюю начинает менять своё агрегатное состояние, превращаясь в лёд. С течением времени количество льда увеличивается, что приводит к увеличению перепада давления на входных жалюзи и последующей остановке агрегата. Для определения условий возможного обмерзания проведено моделирование в программном продукте AnsysDiscoveryLive. На основе экспериментальных данных были определены области возможного образования льда. В качестве решения предлагается прокладка горизонтального трубопровода диаметром 102 мм параллельно снежным завесам. Согласно проведенным расчетам, удельная плотность теплового потока на обогреваемые участки будет равна 996,52 Вт/м². Таким образом, использование данной системы при условиях возможного обмерзания позволит ликвидировать область потенциального обледенения без внесения изменений в конструкцию КВОУ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.А. Иваник

РАМЗАЕВА М.А.

Самарский государственный технический университет

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НДС ТРУБОПРОВОДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА МЕТОДОМ ННБ**

RAMZAEVA M.A.

Samara State Technical University

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRESS-DEFORMED STATE OF THE
PIPELINE DURING CONSTRUCTION OF THE UNDERWATER TRANSITION BY
THE METHOD OF DIRECTIONAL DRILLING**

В работе рассматриваются различные пути расчета напряженно-деформированного состояния трубопровода при строительстве подводного перехода методом наклонно-направленного бурения в процессе его протаскивания.

В существующих руководящих документах ПАО «Транснефть» определяется максимальное напряжение в трубопроводе только на подходном участке. Методика не рассчитывает изгибные напряжения, возникающие в трубопроводе при его протаскивании. Именно эти напряжения являются причиной деформации поперечного сечения трубопровода.

Определение напряженно-деформированного состояния трубопровода является чрезвычайно важной задачей, т.к. получение данных о деформациях и напряжениях, которые испытывает трубопровод при протаскивании, позволит более точно определить его надежность, долговечность, производительность, межремонтный период и режимы возможной эксплуатации. Сложность осмотра и приборного освидетельствования трубопроводов при эксплуатации увеличивает вероятность возникновения отказов. Поэтому повышение надежности линейной части становится актуальной проблемой уже на этапе его проектирования. Информация, полученная в результате оценки напряженно-деформированного состояния линейной части магистральных нефтепроводов, позволяет определить участки с предаварийной ситуацией (в том числе до появления дефектов) и предпринять все необходимые меры для их устранения, повышая тем самым надежность трубопроводной системы.

Рассматривается математическая модель пространственного изгиба трубопровода под действием совокупности нагрузок при его эксплуатации в сложных геологических условиях, позволяющая оценить напряженно-деформированное состояние, надежность и безопасность магистрального трубопровода средствами строительной механики. Также проблема определения напряженно-деформированного состояния трубопровода решается средствами программного комплекса Ansys. Достоинством данного метода расчета является его наглядность и возможность выявить напряжения и деформации не только по длине трубопровода, но и по его поперечному сечению.

Научный руководитель: ст.преподаватель Н.И. Иванова

ТЕРЗЕМАН Ю.В.

Самарский государственный технический университет

СОЕДИНЕНИЕ СТЕНКИ И ДНИЩА РВС ТОРОИДАЛЬНЫМ ПЕРЕХОДОМ

TERZEMAN Y.V.

Samara state technical university

TOROIDAL INSERTION CONNECTING A WALL WITH A BOTTOM OF OIL STEEL TANK

В данной работе предлагается заменить сварное тавровое соединение стенки и днища вертикального цилиндрического стального резервуара (РВС) тороидальным переходом. Для устойчивости резервуара по всему контуру стенки между тороидальным переходом и фундаментом резервуара предлагается установить подпятник. По результатам расчетов, выполненных методом конечных элементов, выявлено, что максимальные напряжения в консоли окрайки стандартного уторного узла превышают предел текучести используемой стали и достигают 360 МПа. В предлагаемой конструкции напряжения в зоне сопряжения стенки и днища снижаются на 46% и составляют 196 МПа (рисунок 1).

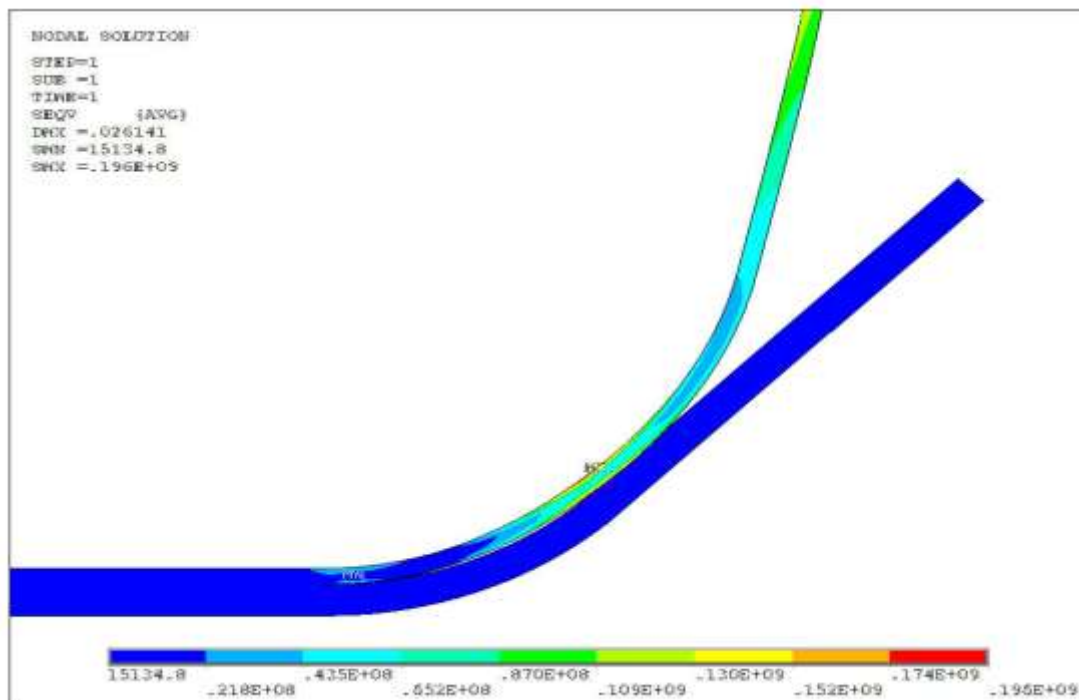


Рисунок 1 - Результаты расчета

Кроме того, при заполнении и опорожнении резервуара будет происходить плавное изменение геометрии стенки и днища, что в сочетании со снижением напряжений приведет к увеличению времени до появления трещин, к увеличению межремонтного периода и продлению срока службы РВС.

Научный руководитель: доцент Л.Е. Землеруб

ШУБИН А.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗОНАНСНОГО ЭНЕРГОРАЗДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ПОДОГРЕВА ГАЗА НА ГРС**

SHUBIN A.V.

St. Petersburg Mining University

**USING THE RESONANT ENERGY SEPARATION DEVICE FOR GAS HEATING
ON THE GAS DISTRIBUTION STATION**

Работа направлена на повышение эффективности процесса редуцирования путем осуществления безогневого подогрева природного газа с помощью энергоразделяющих устройств (ЭУ) резонансного типа.

При редуцировании вследствие эффекта Джоуля-Томпсона происходит существенное падение температуры природного газа, что может привести к образованию газогидратов, обмерзанию запорно-регулирующей арматуры, приборов и трубопроводов газораспределительных станций (ГРС).

В современных системах ГРС всё чаще находят своё применение электрогенераторы с приводом от расширительных турбин, для предотвращения обмерзания частей которых можно использовать пульсационные (резонансные) ЭУ с механической системой газораспределения, основанные на эффекте Гартмана-Шпренгера и работающие за счёт вращения вала детандер-генератора. В сравнении с существующими ЭУ сверхзвуковой температурной стратификации и регуляторами давления с вихревым теплогенератором применение на ГРС устройств данного типа предпочтительно, так как они более энергоэффективны и их работу можно полностью совместить с детандером.

Для предотвращения обмерзания оборудования на ГРС с расширительными турбинами разработана схема резонансного безогневого подогрева газа на оснащенной детандер-генератором ГРС.

Предложено резонансное ЭУ с полузаглушенными полостями. Приведён пример расчёта геометрических параметров устройства для условий вращения вала детандера с частотой 50 Гц.

Эффективность получения тепловой энергии резонансным способом подтверждена численным моделированием в программном продукте ANSYS FLUENT. Решение на основе DES (Detached eddy simulation – метод отсоединенных вихрей) модели турбулентности с учетом свойств реального газа, описываемых уравнением Редлих-Квонга (Redlich-Kwong).

Дальнейшая работа направлена на совершенствование предложенной схемы подогрева природного газа на ГРС, а также на проведение технико-экономического обоснования её эффективности.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.С. Попков

**Секция 4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ОБЪЕКТОВ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА**

Шахтное и подземное строительство

БЕЛОВ О.Д.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**МНОГОВАРИАНТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ «МАССИВ - ФУНДАМЕНТ»
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ PLAXIS**

BELOV O.D.

National university of science and technology «MISiS»

**MULTIVARIATE EVALUATION OF THE STATE OF «ARRAY – FOUNDATION»
IN THE SIMULATION SOFTWARE PLAXIS**

Важными задачами при строительстве объектов является недопущение аварийных ситуаций, которое закладывается на начальных этапах проектирования и при анализе инженерно-геологических условия района.

Весьма актуальной является задача оценки естественного напряженно-деформированного состояния (НДС) массива скальных грунтов и определение выбора технических решений. Целью данной работы являлось моделирование напряженно-деформированного состояния при разных вариантах схематизации и последующее сравнение результатов.

Методы моделирования при изучении инженерно-геологических процессов требуют упрощения природных условий для создания расчётной схемы. .

Многие отложения четвертичного периода – верхнее техногенное отложение песка с индексом tQ , а нижние под номерами 1, 2, 3 с геологическим индексом aQ_4 представлены породой песка светло-серого, мелкозернистого, рыхлого, частично с примесью мелкого гравия и гальки.

Исследуемый массив сложен песчаными грунтами, его относят к неоднородным ввиду сильно различных физико-механических свойств.

Далее производилась схематизация анализируемого массива. Она была выполнена в двух вариантах.

1. С максимальной степенью соответствия геологическому строению массива с сохранением неоднородностей;

2. С переходом к слоистому строению массива грунтов с ровными линейными границами.

Была рассчитана осадка фундамента в двух случаях. Первый из них – детальный геологический разрез, второй – геологическое строение было упрощено до слоистой среды с ровными границами, расположенными под определенными углами к горизонту.

Естественно, определяющим вопросом остается согласование соответствия затраченного времени на симуляцию модели к точности результата. Также для моделирования напряженно-деформированного состояния важную роль играет точность полу-

ченных данных при инженерно-геологических изысканиях и полученные значения физико-механических свойств грунтов.

Согласно полученным результатам, можно сделать вывод о том, что схематизация природных условий, для рассмотренного грунтового массива, оказывает влияние на получаемые результаты не более 3,6%.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Е.Б. Черепецкая

ГОРКУНОВА П.А.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ
СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ И СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА
ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

GORKUNOVA P.A.

National University of Science and Technology «MISiS»

**GEORADAR ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION
PROCESSES OF TUNNELS AND STATIONS OF THE SUBWAY ON THE SOIL
BASE OF HIGHWAYS**

Значительное число объектов уличного движения подвержено просадкам основания дорожного полотна, связанных со строительством и эксплуатацией подземных инженерных коммуникаций и сооружений, вследствие карстовых, оползневых, суффозионных процессов.

Опасность выпуска грунтовых вод в котлован, подразумевает угрозу размыва приповерхностных слоев с последующим смещением дорожного полотна. Для предотвращения аварийной дорожной ситуации необходимо проведение различных видов геофизического контроля, геофизических исследований в районе скважин и оценки влияния щитовой проходки тоннеля метро с использованием компьютерного моделирования.

Данная работа была связана с выявлением областей разуплотнения, которые могли возникнуть из-за воздействия аварийной ситуации, сложившейся при выпуске грунтовых вод в котлован, строящейся станции. Сами просадки могут быть относительно небольшими, однако проблемой может являться воздействие просадок на подземные водонесущие коммуникации. Протечки из таких коммуникаций в последствии могут приводить к провалам на дороге. Было решено использовать метод георадиолокационного профилирования, по причинам его оперативности и соответствию задаче (георадары эффективны при поиске зон повышенного содержания влаги).

Как итог, в работе предлагаются результаты георадиолокационных исследований, с помощью которых были выявлены области разуплотнения в грунтах, находящиеся под автомобильной дорогой, а также, разработана программа для вычисления спектральных характеристик, которые могли бы указать на наличие областей разуплотнения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Набатов

КУЛАКОВА П.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И МОНИТОРИНГ ШАХТНЫХ
СТВОЛОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

KULAKOVA P.V.

National University of Science and Technology «MISiS»

**SCIENTIFIC SUPPORT AND MONITORING OF MINETRUNKS AT
DIFFERENT STAGES OF THE LIFE CYCLE**

Шахтные стволы являются важнейшими капитальными выработками, связывающими промышленную площадку горного предприятия с подземными горизонтами. От их надежной и долговечной работы во многом зависит эффективность эксплуатации шахты или рудника в целом.

Сравнительный анализ статистики проходок стволов за последний период Советского Союза и современной России показывает, что средняя глубина выработок за 25 лет увеличилась в 1,5 - 2 раза. Появилась категория сверхглубоких стволов, к которым по общемировой классификации принято относить выработки протяженностью свыше 1,5 км. Ряд объектов строится и эксплуатируется в зонах повышенных горизонтальных напряжений, в соляных породах, зонах с интенсивным вводом притоками и др.

Действие основного нормативного документа – СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки» не всегда распространяется на проектирование этих объектов. Требуется разработка специальных технических условий и комплексное научное сопровождение проектных и строительных работ, а также оценка фактического состояния крепи и армировки стволов в период эксплуатации. Эти работы в настоящее время успешно выполняются на кафедре строительства подземных сооружений и горных предприятий Горного института НИТУ МИСиС. Фактическое состояние крепи и армировки стволов в частности определяется большим числом факторов: горно-геологическими и гидрогеологическими условиями, закономерностями деформирования вмещающих пород, особенностями эксплуатации ствола, качеством и особенностями технологии проходки, влиянием очистных работ, приствольных выработок и др. Полнота учета этих данных предопределяет достоверность прогноза долговечности и надежности конструкций ствола при длительной эксплуатации и представляет собой весьма актуальную научную задачу.

В качестве примера рассмотрено влияние фактора фильтрации воды на фактическую долговечность конструкций крепи на основе данных мониторинга двух стволов. Сравнивались фактическая прочность бетона крепи после проходки и через 10 лет эксплуатации ствола. Измерения проводились в центральной части заходки и в зоне «холодного» шва (на стыке заходок), где наблюдалась фильтрация подземных вод в виде течей. Следующим этапом исследования стала оценка долговечности крепи, под которой понимается безотказность работы подземного сооружения в течение заданного срока эксплуатации при минимальной стоимости его обслуживания. Установлено, что исчерпание ресурса крепи ствола в зоне «холодных» швов произойдет на 5 лет раньше, чем в основном массиве бетона крепи с учетом фактического напряженно-деформированного состояния системы «крепь» – «массив».

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.С. Плешко

МОРОЗОВСКИЙ П.Д.

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

MOROZOVSKIY P.D.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

OPTIMIZATION OF THE RESIDENTIAL COMPLEX CONSTRUCTION PROJECT

Сегодня проблема расширения мегаполисов является актуальной темой, особенно в Санкт-Петербурге, где исторический центр застроен жилыми массивами, памятниками культуры и архитектуры. При строительстве здания и сооружений необходимо учитывать основные показатели экономической эффективности данного проекта, влияние стохастических воздействий на продолжительность его строительства.

Рассматривается вариант оптимизации строительного проекта ЖК «Магнифика». Работа заключается в разбивке комплекса на специализированные виды работ, расчет продолжительности строительства, производстве анализа рисков проекта.

В работе применялись методы анализа, синтеза, математическое моделирование, систематизация, принятие многократных решений.

Оценка продолжительности проекта производилась по методу PERT с определением величин стандартного отклонения и вероятностных интервалов. Итогом, со 100% вероятностью проект не завершается за 1269 дней, а наиболее вероятные границы (при 98%) получились от 1328,5 до 1369,84 дней.

Получены значения показателей эффективности: NPV (чистая текущая стоимость) = 108432231,57 рублей, значение PI (индекс рентабельности) = 1,273 рубля, IRR (внутренняя норма доходности) = 35%, а период окупаемости (PBP) составил 2 года.

Конечным итогом было выполнено статистическое моделирование, где была найдена зависимость между величинами статистической продолжительности проекта и величиной ущерба от увеличения сроков проекта. Путем подсчета таких показателей как мат. ожидание, дисперсия и среднеквадратичное отклонение, был найден коэффициент корреляции, который получился равным 0,86, что свидетельствует о высокой связи между параметрами.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.С. Зимин

МОРОЗОВСКИЙ П. Д.

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР**

MOROZOVSKIY P. D.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

**ENERGYEFFICIENCY WITH USE INNOVATIVE MATERIALS IN
THE FAR NORTH WITH USE OF CAD**

Предложен вариант энергоэффективного дома с использованием композитной арматуры в условиях Арктики (Республика Саха).

Актуальность данной работы заключается прежде всего в значимости данного вопроса в строительной области. По статистике строительные объекты потребляют 40% мировой энергии. Промышленные и жилые здания становятся одним из главных источников тепловых выбросов углекислого газа в атмосферу.

В работе применялись методы анализа, синтеза, математическое моделирование, компьютерное моделирование, систематизация, принятие многократных решений.

Предложены конструкции дома, удовлетворяющие данным климатическим условиям: конструкция кровли, стен, окон, дверей и т.д. Данный дом просчитывается через САПР Autodesk Revit в комплексе с модулем освещения lighting, модулем солнечных батарей solar и комплексом Autodesk Green Building Studio. Просчитаны расположения здания по сторонам света и выявлено эффективное положение с точки зрения энергозатрат дома. Предложены мероприятия по сокращению ветряных потоков со стороны западного фасада, устройству солнечных батарей и конструкций для обеспечения естественной вентиляции.

В качестве композитного материала предложена базальтовая арматура, которая выпускается в г. Якутск Республике Саха, что значительно экономит средства на несущий каркас и его транспортировку. Расчет в программном комплексе Simulia Abaqus 2017 показал, что использование данного типа арматурной сетки положительно влияет на сопротивление конструкций дома и уменьшает мостики холода по углам комнат.

В конечном итоге, годовые затраты энергии с учетом всех мероприятий по энергосбережению получились равными $19 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что удовлетворяет требованию «Пассивный дом».

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.С. Зимин

Маркшейдерское дело

БУРЛАКОВА Е.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ВЫПОЛНЕНИЕ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РУЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ РАБОТ ПО УСИЛИЮ ГРУНТОВОГО МАССИВА И ПРОХОДКЕ КОЛЛЕКТОРНОГО ТОННЕЛЯ НА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ

BURLAKOVA E.V.

National University of Science and Technology «MISIS»

IMPLEMENTATION OF THE COMPLEX OF AUTOMATED AND MANUAL MEASUREMENTS OF THE NEGATIVE IMPACT OF WORKS ON STRENGTHENING THE SOIL MASS AND THE TUNNELING OF THE COLLECTOR TUNNEL ON THE CONSTRUCTION OF THE DISTILATION TUNNEL

В современных, динамично развивающихся мегаполисах, одним из важных факторов при производстве работ по строительству и реконструкции различных зданий и сооружений, является проложение новых или перенос существующих инженерных коммуникаций. Особое внимание уделяется производству подобного вида работ в исторической части города, в которой эксплуатируемые здания и сооружения построены более 60-ти лет назад. За период эксплуатации, с момента завершения строительства по настоящее время, в несущих элементах конструкций накопились деформации, которые в различной степени ослабили несущие конструкции этих зданий и сооружений.

В данном докладе рассматриваются работы по мониторингу строительных конструкций объектов Московского метрополитена, выполняемые сотрудниками ЗАО "Триада-Холдинг", при щитовой проходке коллекторного тоннеля под действующим двухпутным перегонным тоннелем Сокольнической линии от ст. "Библиотека им. Ленина" до ст. "Кропоткинская". Трасса коллектора пересекает двухпутный перегонный тоннель перпендикулярно, осевая линия трассы метрополитена располагается на ПК15+15,7 трассы коллектора.

Выполняемые работы по щитовой проходке относятся к неблагоприятным факторам воздействия на объекты метрополитена.

Для решения данной задачи был разработан и согласован проект мониторинга, включающий в себя установку автоматизированной системы геодезического мониторинга. В дополнение к автоматизированным геодезическим измерениям было принято решение выполнять периодические ручные геодезические и визуальные наблюдения за высотными смещениями деформационных марок.

В результате выполненного комплекса автоматизированных и ручных измерений негативного влияния работ по усилению грунтового массива и проходке коллекторного тоннеля на конструкции перегонного тоннеля "Кропоткинская" - "Библиотека им. Ленина" не зафиксировано. Конструкции находятся в работоспособном состоянии и могут эксплуатироваться в штатном режиме. Проведения автоматизированных наблюдений в дальнейшем не требуется.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Г.О. Абрамян

ВЛАСЕНКО С.В.

Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИНТЕРПОЛЯЦИИ МОЩНОСТИ ПЛАСТОВ
УГЛЕВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ В МЕЖСКВАЖИННОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

VLASENKO S.V.

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

**IMPROVE THE ACCURACY OF THE INTERPOLATION OF THE POWER
OF PLASTS OF THE UG-LEFTING THREAD IN THE INTERMEDIATE FILLING
SPACE**

В работе рассматривается подход к повышению точности оценки мощности пластов углеводородной толщи методом кокригинга с учетом корреляции между мощностями пластов, находящимися в парагенетической взаимосвязи в пределах углеводородного ритма.

Ключевые слова: углеводородная толщина, мощность пласта, эксплуатационная разведка, интерполяция.

В ходе проведения подготовительных и очистных выработок появляется дополнительная информация о мощности угольного пласта в лавах и штреках. Замеры мощности осуществляются с некоторой периодичностью. Сгущение точек, несущих информацию об изменчивости мощности угольного пласта на небольших расстояниях, позволяет подобрать более точную вариограмму на основе метода группового учета аргументов.

Для интерполяции мощностей остальных пластов углеводородной толщи в межскважинном пространстве возможно применение геостатистического метода кокригинга, являющегося разновидностью метода кригинга.

Кокригинг увеличивает надежность и детальность результатов интерполяции мощности пластов углеводородной толщи в межскважинном пространстве за счет использования дополнительной информации по коррелируемым данным. При этом дисперсия оценки значения мощности пласта меньше, чем дисперсия по методу кригинга.

При малом количестве данных, полученных из детальной разведки, вариограмма основной переменной и кросс-вариограмма основной и дополнительной переменной обычно слишком упрощены. В случае если значения вспомогательной переменной в некоторой области вокруг интерполируемой точки не дают дополнительной информации вследствие их сглаженности на основе вариограммы, то можно использовать метод совместного кокригинга.

Мощности пластов входят в качестве параметров толщи в уравнения границ геологически однородных участков толщи и математические модели для прогнозирования параметров тектонических нарушений.

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Д.Н. Шурыгин

ЕЛИСЕЕВ А.С., КОМЯКОВА А.А., МУХИНА И.В.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОЦЕНКА ВНЕШНЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ АНАЛИЗЕ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
СЕТЕЙ**

ELISEEV A.S., KOMYAKOVA A.A., MUKHINA I.V.
St. Petersburg Mining University

**ASSESSMENT OF MEASUREMENT RELIABILITY DURING PRELIMINARY
ANALYSIS OF SURVEYING NETWORKS**

Маркшейдерское обеспечение горных работ невозможно без создания опорных и съемочных сетей, а инструкции по производству маркшейдерских работ предъявляют высокие требования к точности их построения.

Классическая оценка точности проектируемых сетей учитывает ошибки, не превышающие ожидаемых и не дает полной информации о степени влияния различных по величине невыявленных ошибок на проектируемые сети. В подземных условиях съемочные построения, как правило, обладают низкой контролируемостью, что требует усиленного внимания к точности построения.

Оценка внешней надежности маркшейдерских подземных сетей позволяет оценить слабые места проектируемых сетей и выявить измерения, ошибки в которых будут максимально исказить определяемые величины. Данный анализ может позволить точно повысить контроль, что в конечном счете приведет к исключению возникновения значительных искажений определяемых параметров и повысить точность построения.

Ранее такой анализ для крупных участков сетей был невозможен из-за большого количества ручных операций, которые требовали значительного количества времени. Данная проблема поспособствовала тому, что данный метод оценки практически не используется в настоящее время в маркшейдерской практике.

В рамках научной работы была разработана программа на основе Python 3.7, позволяющая автоматизировать процесс получения матрицы внешней надежности линейно-угловых построений. В результате постобработки полученных данных специалист сможет определить слабые участки проектируемых сетей, а также уделить внимание степени влияния тех или иных измерений на определяемые по результатам съемки параметры.

Научный руководитель: к.т.н., ассистент А.Г.Алексенко

КОРНЕЙЧУК М.А.

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет

**МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ АО «КОМБИНАТ КМАРУДА»**

KORNEYCHUK M.A.

Belgorod National Research University

**THE SURVEYING MONITORING OF NATURAL AND TECHNICAL
FORMATIONS AND OF GEOLOGICAL TERRAIN AT JOINT STOCK COMPANY
«KMARUDA PLANT»**

В результате ведения горных работ на шахте им. Губкина образовалось подземное выработанное пространство из 579 отработанных камер, общий объем которых в настоящее время достиг 61 млн. м³, из них 21,7 млн. м³ заложено гидравлической закладкой из текущих хвостов обогащения.

Наличие значительного объема подземного выработанного пространства может оказывать негативное влияние на устойчивость земной поверхности, зданий, сооружений и подземных горных выработок.

Согласно исследованиям С.Н. Устинова, В.К. Кострова скорости техногенных движений при разработке месторождений полезных ископаемых сопоставимы со скоростями движений, обусловленных естественными тектоническими причинами, а в ряде случаев могут превосходить их, а исследования, проведенные В.А. Сидоровым и Ю.О. Кузьминым, позволили установить, что деформации земной поверхности в равнинных платформенных районах, к которым можно отнести регион КМА, имеют скорости вполне соизмеримые со скоростями, определенными для тектонически опасных районов.

В связи с этим роль и место обеспечения устойчивости природно-технических объектов (ПТО) и геологической среды (ГС) при разработке железистых кварцитов шахтой им. Губкина АО «Комбината КМАруда» при решении горно - технических задач трудно переоценить.

Для АО «Комбинат КМАруда» была разработана структура маркшейдерского мониторинга ПТО и ГС.

В настоящее время сформирована база данных исходной маркшейдерской документации и нормативно-правовая база для ведения мониторинга природно-технических объектов и геологической среды, созданы функциональные модули автоматизированной системы мониторинга промышленной безопасности, разработана и внедрена компьютерная технология обеспечения мониторинга природно-технических объектов и геологической среды при добыче железистых кварцитов на шахте им. Губкина для оперативного и текущего контроля за устойчивостью выработанного пространства, междукамерных и межпанельных целиков и потолочного предохранительного целика.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Б.А. Храмов

МУКМИНОВА Д.З

Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ОБДЕЛОК ЭСКАЛАТОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ ПРИ
ВОЗДЕЙСТВИИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

MUKMINOVA D.Z.

St. Petersburg Mining University

**ANALYSIS OF DEFORMATIONS OF THE LINING ESCALATOR TUNNEL
FROM EXPOSURE TO SOIL FREEZING**

Инженерно-геологические условия четвертичной толщи пород в пределах города Санкт-Петербург оцениваются как неблагоприятные, по причине присутствия здесь слабых, неустойчивых пород и наличия нескольких водоносных горизонтов. Для исключения возможностей вывалов, обрушений и снижения оседаний земной поверхности при подземном строительстве применяют специальные способы. При строительстве эскалаторных тоннелей в основном предусматривается создание временного ледогрунтового ограждения. Так как на сегодняшний день для таких условий строительства эскалаторных тоннелей утвержденной нормативной методики прогноза сдвижений земной поверхности нет, а имеющиеся методики сильно устарели данная тема является актуальной.

Целью работы является повышение эффективности мероприятий по защите зданий и сооружений от вредного влияния горных работ при строительстве эскалаторных тоннелей, пройденных с использованием замораживания грунтов, на основе достоверной оценки сдвижений и деформаций земной поверхности.

При обработке имеющихся натуральных наблюдений для эскалаторных тоннелей станций Санкт-Петербургского метрополитена были оценены деформации наклонов и кривизны. Наибольшие наклоны наблюдаются в районе точки максимального оседания, полученные значения существенно (в 2-3 раза) превышают значения критических деформаций, которые определяют зону опасного влияния согласно «Правилам охраны...» применяемым в традиционной маркшейдерской практике. Существенным недостатком наблюдательных станций является также нерегулярность размещения реперов на земной поверхности.

На основе выявленных недостатков натуральных наблюдений и с учетом особенностей организации модельных расчетов обоснованы методы контроля и оценки деформаций, и составлены проекты наблюдательных станций для строящихся эскалаторных тоннелей Красносельско-Калининской линии метрополитена Санкт-Петербурга: на станциях «Казаковская» и «Путиловская». Одновременно с замерами на земной поверхности необходимо производить измерения деформаций обделки с определением высотного положения ее свода и лотка и изменением горизонтального диаметра.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.М. Волохов

ВАРЛАМОВА В.В., ПАВЛОВА Е.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**ЦИФРОВЫЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В
МАРКШЕЙДЕРСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ. ПРИМЕНЕНИЕ ПО AGISOFT
PHOTOSCAN**

VARLAMOVA V.V., PAVLOVA E.S.
St. Petersburg Mining University

**REALIZATION OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRIC SYSTEMS IN
SURVEYING. APPLICATION OF AGISOFT PHOTOSCAN SOFTWARE
COMPLEX**

«Agisoft PhotoScan Professional» — это программное обеспечение, предназначенная для обработки цифровых снимков с целью получения 3D модели. В дальнейшем 3D модель может использоваться для построения ортофотопланов, цифровых моделей местности, специальных карт и планов.

В настоящее время программа широко используется для создания ортофотопланов. Но также ПО совместно с БПЛА может упростить, удешевить и оптимизировать некоторые другие виды маркшейдерских работ. Необходимо исследование возможностей данной программы для этих задач, а также анализ точностей получаемых обработанных данных с требованиями по производству маркшейдерских работ.

Процесс съемки с БПЛА обладает значительной зависимостью от освещенности и погодных условий. Но выполняемые исследования показывают, что технология формирования облака точек по данным аэрофотосъемки в Agisoft PhotoScan позволяет достичь приемлемых результатов с точки зрения геодезических и поверхностных маркшейдерских работ. Опытным путем установлено, что программа способна создать достоверную 3D модель объекта по снимкам, часть из которых не привязана к закрепленным точкам (маркам). Данные выводы сделаны на основе сравнения истинных линейных размеров объекта с габаритами его 3D модели, созданной по алгоритму программного комплекса и экспортированной в ПО AutoCad. Также выявлены требования Agisoft PhotoScan к минимальному разрешению фотографий для автоматического опознавания закрепленных марок.

Выявленные способности программного продукта имеют большие возможности для применения при следующих работах: съемка складов полезного ископаемого, отвалов, подсчет объемов, трасс, дорог, составления профилей и т.д.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.А. Илюхин

ПУПОРЕВИЧ А.А., БУГАЕВ К.И.
Санкт-Петербургский горный университет

**ВЫЯВЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ
ГИРОМОТОРА НА ЗНАЧЕНИЯ ГИРОАЗИМУТА**

PUPOREVICH A.A., BUGAEV K.I.
St. Petersburg Mining University

**DETERMINATION OF THE SYSTEMATIC OF THE TIME EFFECT OF
OPERATION OF THE HYRO MOTOR ON THE VALUES OF THE GYROASIMUT**

В настоящее время одной из самых специфичных категорий маркшейдерских приборов, наверняка можно считать гирокомпасы. Появившиеся в первой половине двадцатого века они нашли крайне широкое применение, как в сфере навигации, так и в области геодезии и маркшейдерского дела. Однако с широким и повсеместным внедрением спутниковых систем навигации область их применения, в настоящее время, ограничивается кругом маркшейдерских задач.

Принципиальная схема работы гирокомпаса заключается в наблюдении за колебаниями чувствительного элемента, прецессирующего вокруг истинного меридиана. Вследствие возникновения множества внешних сил, влияющих на работу гирокомпаса, безошибочно определить направление истинного меридиана невозможно. На практике влияние таких сил пытаются максимально снизить конструктивно, что закономерно ведет к усложнению конструкции прибора и его удорожанию, или путем ввода поправок, устраняющих влияние систематически возникающих факторов.

В представленной работе отражены основные результаты исследования влияния длительной работы гирокомпаса на значение результирующего азимута. Для решения поставленной задачи обрабатывались серии пусков гироскопической станции Sokkia Gyro1X, выполняемые при постоянно включенном моторе. Время наблюдения по каждой серии составляло порядка 4 часов. Выполненный регрессионный анализ показал, что изменения в значениях полученных азимутов от времени работы мотора носят систематический, нелинейный характер и наиболее адекватно описываются логарифмической функцией. Физически такой дрейф объясняется разбалансировкой чувствительного элемента гирокомпаса вследствие трения, возникающего между ротором и статором гиromотора.

Второй этап исследования преследовал цель определения скорости остывания выключенного мотора. Для этого было произведено четыре серии измерений гироазимутов по пять пусков в каждой. Между каждыми сериями делался перерыв в 30 минут для остывания гиromотра. Анализ полученных данных показал, что за время каждого пуска мотор нагревается и остывает равномерно, но с разной скоростью.

Полученные зависимости были использованы опробованы для исключения систематического влияния нагрева мотора на значение гироазимута и показали уменьшение погрешности определения гироазимута более чем в три раза относительно паспортной точности используемого прибора.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.Г. Выстрчил

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОИСКА ПРИ РЕШЕНИИ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ
ЗАДАЧ В ГЕОДЕЗИИ**

**THE APPLICATION OF THE METHODS OF SEARCH FOR SOLVING
OPTIMIZATION PROBLEMS IN GEODESY**

Современные геодезические приборы обеспечивают получение большого количества избыточной информации. Линейные и нелинейные геодезические задачи, например, уравнивание плановых и высотных геодезических сетей, выверка сложного технического оборудования, обработка данных лазерного сканирования и т.д., при наличии избыточных данных требуют оптимизации процесса решения.

Целью оптимизационной задачи является нахождение решения в соответствии с какой-либо целевой функцией (критерием эффективности или качества).

Большинство практических задач носят нелинейный характер, т.е. целевая функция или (и) связи между параметрами нелинейные.

Поисковые методы являются весьма эффективными при решении оптимизационных нелинейных задач в силу своих преимуществ:

- большое разнообразие уже разработанных математических алгоритмов;
- возможность комбинирования этих алгоритмов между собой и с другими методами нелинейного программирования;
- простота программной реализации;
- независимость от точности предварительных значений определяемых величин (можно принять значения, далекие от истинных и процесс решения при этом не нарушится);
- не нужно составлять уравнения поправок или уравнения связи, переходить к системе нормальных уравнений и решать их;
- нет необходимости в линеаризации процесса вычислений.

В работе представлены результаты работы алгоритмов поисковых методов, реализованные в программной среде Visual Basic for Applications, для решения оптимизационных задач в геодезии: решение комбинированной угловой засечки, определение параметров связи двух систем координат, аппроксимация результатов обмеров окружностью. Также представлен автоматизированный комплекс для определения кренов строительных сооружений башенного типа.

Разработаны следующие алгоритмы поисковой оптимизации: генетические алгоритмы, метод простого поиска с переменным шагом, метод оптимизационной параболы.

Разработка отечественных программных продуктов требует обоснования математических алгоритмов, аналогов которым нет. В свою очередь поисковые методы являются удобными для программной реализации, а большое количество уже существующих и разработка новых алгоритмов поиска позволяет адаптировать их для решения любых задач, в том числе и задач в области геодезии.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Зубов

НАЗАРОВ И.В.

Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина

**ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В
УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ**

NAZAROV I.V.

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin

**GEOTECHNICAL MONITORING OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS
UNDER CONDITIONS OF PERMAFROST**

В работе рассматриваются визуальный и геодезический методы проведения геотехнического мониторинга зданий и сооружений нефтегазового промысла в районах Крайнего Севера. Визуальный метод заключается в осмотре оснований фундаментов зданий и сооружений на предмет наличия разного вида деформаций (трещин, осадки, пучения). Геодезический метод заключается в определении вертикальных и горизонтальных перемещений строящихся, эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений геометрическим нивелированием 2 класса и определением наклона (крена) с помощью тахеометра.

В ходе выполнения данной работы показано, что геотехнический мониторинг для оценки состояния оснований фундаментов зданий и сооружений в районах Крайнего Севера необходимо проводить в периоды максимального оттаивания и промерзания грунтов. При этом закладку деформационных марок необходимо предусматривать на стадии проектирования и строительства. Нулевой цикл измерений необходимо выполнять после ввода в эксплуатацию зданий и сооружений.

Результатом работы является выявленное несовпадение величин деформаций фундамента ресивера импульсного газа визуальным и геодезическим методами. Это можно объяснить тем, что деформационные марки изучаемого объекта не были предусмотрены проектной документацией и заложены только через 10 лет после ввода в эксплуатацию.

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Т.И. Левитская

ТЮТЮКОВ А.С.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ GNSS СТАНЦИИ**

TYUTYUKOV A.S.

Perm National Research Polytechnic University

**RESEARCH OF THE IMPACT OF EXTERNAL FACTORS ON THE
ACCURACY OF POSITIONING GNSS STATIONS**

Факторы, влияющие на точность измерений GNSS-станции, исследуемые различными учеными, складываются в исключительно сложную картину явлений. Так или иначе, эти факторы можно попытаться объяснить на основе определенных, часто гипотетических процессов, протекающих в соответствии с фундаментальными законами физики.

Существует ряд различных факторов, оказывающих влияние на величину погрешности определения координат базовых GNSS-станций. Наибольшую величину ошибки вызывают задержки радиосигнала в ионосфере Земли. Также атмосферные помехи зависят от времени суток. Поскольку ионизация в основном вызвана воздействием солнечного излучения. Также от солнца и климатических условий зависит колебания температуры, которые вызывают расширение или сокращение конструкционных материалов базовой станции, в результате чего в них возникают температурные деформации. Следовательно, можно сделать вывод, что при повышении температуры, материал конструкции, на которой установлена базовая GNSS-станция деформируется и возникают колебания высоты, вследствие чего уменьшается точность позиционирования. Также установлено, что в результате климатических особенностей в определенные периоды года наблюдается увеличение или уменьшение влажности грунта, в результате чего происходят сезонные вариации. Такая закономерность находится в тесной связи с балансом атмосферных осадков и климатическими условиями.

Хотя движение спутников, обеспечивающих работу системы GPS, по своим орбитам является достаточно стабильным, все же возникают некоторые отклонения. Причиной этих отклонений является гравитационное поле космических объектов – Солнца и Луны. Кроме того, Земля не является абсолютно твердым телом, в следствии чего под действием приливных сил Луны и Солнца она испытывает упругие деформации, в ходе которых возникают смещения точек земной поверхности.

Для изучения влияния описанных выше факторов были выбраны следующие базовые станции: в пустынном регионе со значительными перепадами температур и наличием периода дождей; в умеренном климатическом поясе в летний и зимний периоды. Так же проанализированы данные наблюдений этих базовых станций во время различных фаз лунного цикла. Данные о погодных условиях были получены из архивов ближайших метеорологических. Анализ осуществлялся на основе метода Precise Point Positioning.

В результате данного исследования определены зависимости точности определения координат базовых станций от рассматриваемых факторов, а также выявлены степени их влияния. Предложены рекомендации по снижению воздействия исследуемых величин.

Научный руководитель: старший преподаватель Е.С. Богданец

ЧИСТОГОВА В.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КИНЕМАТИКИ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ В
РАЙОНЕ МОНИТОРИНГА**

CHISTOGOVA V.A.

Perm national research polytechnic university

**REFINEMENT OF THE PARAMETERS OF KINEMATICS OF LITHOSPHERIC
PLATES IN THE MONITORING AREA**

Планета Земля постоянно испытывает воздействия различных возмущающих факторов, которые непрерывно деформируют ее поверхность. Так как внешняя оболочка Земли состоит из нескольких жестких литосферных плит, которые движутся относительно друг друга со скоростями, достигающими нескольких сантиметров в год. Технология GNSS измерений способна фиксировать скорости движения с достаточно высокой точностью. Скорости определяются относительно заданной системы отсчета – фрейма. Она представляет собой набор физических точек с точно определёнными координатами в некоторой координатной системе, параметры которой постоянно уточняются. Существует большое число кинематических моделей, которые отличаются количеством плит и оценками скоростей движения. При расчете кинематики плит большой популярностью пользуются геофизические модели, которые уточняются с помощью данных космической геодезии.

Ввиду того, что методы космической геодезии на территории России пока представлены крайне редкими сетями базовых станций возникает необходимость выбрать оптимальную геолого-геофизическую модели по данным GNSS наблюдений произвести уточнение кинематических параметров. Исследование производилось на основании данных наблюдений с трех базовых станций в период с 2013 по 2018 гг. Для получения скоростей по данным измерения базовых станций были обработаны с интервалом в 30 дней. Далее результаты представлялись в виде временных рядов, где каждый отчет соответствовал конкретным суткам и представлял собой усредненное значение соответствующей координаты. Существование континентального дрейфа приводит к существованию линейных трендов в этих рядах, поэтому задача сводится к вычислению параметров линейных трендов для полученных рядов координат. По полученным параметрам линейного тренда определены скорости перемещения базовых станций. Также были рассчитаны скорости движения земной коры в точках расположения рассматриваемых базовых станций для 18 доступных моделей с помощью сервиса PlateMotionCalculator сервиса UNAVCO. Для выбора наиболее оптимальной геолого-геофизической модели проводилась оценка результатов по методу наименьших квадратов на основании разностей рассчитанных и измеренных скоростей. В результате чего были определены модели, которые наилучшим образом характеризуют кинематику литосферных плит в рассматриваемом регионе. Но стоит отметить, что перемещения базовых станций и как следствие измеренные скорости не могут характеризовать только кинематику литосферной плиты. Это обусловлено тем, что все базовые станции располагаются на территории месторождений и существует вероятность техногенного воздействия на участок земной поверхности в результате добычи нефти. Кроме того, возможно перемещение более мелких фрагментов земной коры.

Научный руководитель: старший преподаватель Е.С. Богданец

Городской кадастр

БЕЛЯКОВА Н.Н.

Санкт-Петербургский горный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГЛАМЕНТА ОХРАННОЙ ЗОНЫ ЛЭП ДЛЯ САДОВЫХ И ОГОРОДНЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

BELYAKOVA N.N.

St.Petersburg Mining University

DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF THE REGULATION OF THE PROTECTION AREA OF POWER LINES FOR GARDEN AND COUNTRY LAND PLOTS

В работе рассмотрен метод учета зон с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) при кадастровой оценке земель. Особая актуальность на современном этапе развития массовой оценки придается оценке земельных участков садовых и огородных объединений, поскольку в основной своей массе ими владеют наиболее незащищенные слои населения. Проведен анализ нормативно-правовой базы, научных трудов исследователей в области оценки земель с учетом обременений, исходя из чего обоснована необходимость массовой оценки с учетом ЗОУИТ. Методы учета ЗОУИТ дифференцируются в зависимости от развитости рынка. При ограниченно развитом рынке предлагается учитывать коэффициент регламента ЗОУИТ, процесс определения которого представлен на примере охранной зоны ЛЭП. Методом типового объекта оценки построено 2 модели, одна из которых включила фактор "Наличие охранной зоны ЛЭП на земельном участке", а другая нет. Произведен расчет коэффициента регламента охранной зоны ЛЭП, который в условиях массовой оценки позволит при расчете кадастровой стоимости земельных участков садовых и огородных объединений учесть наличие ЗОУИТ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Н. Быкова

БРЫЖАТАЯ Е.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ ОСНАЩЕННОСТИ
ОБЪЕКТАМИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИЗОХРОН**

BRYZHATAYA E.S.
St.Petersburg Mining University

**ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF SOCIAL INFRASTRUCTURE OF AN
URBAN AREA USING ISOCHRONES**

Для формирования условий комфортной городской среды все жилые дома должны быть обеспечены прямым доступом к объектам социальной инфраструктуры (школам, детским садам, поликлиникам). Наилучшим вариантом является нахождение таких объектов в прямой пешеходной доступности.

На сегодняшний день инструкции по градостроительству используют понятие «буферные зоны» или «радиусы доступности», которые представляют собой окружность с заданным центром и радиусом. Такой подход дает очень приблизительные результаты, ведь в радиус доступности будут попадать и объекты, для доступа к которым жителям придется потратить значительное время из-за необходимости обходить препятствия (например, промышленные зоны или железнодорожные пути).

Более точно определить фактическую обеспеченность помогают изохроны — линии на карте, до каждой точки которой необходимо потратить один и тот же промежуток времени для достижения из заданной точки. Например, можно построить пятиминутную изохрону вокруг жилого дома и посчитать количество социальных объектов, которые обеспечивают жителей этого дома.

Целью работы является сравнение двух подходов к моделированию обеспеченности городской среды объектами социальной инфраструктуры: построение буферных зон и построение изохрон. Для этого были построены буферные зоны и изохроны, рассчитано количество домов и процент населения, попадающий в них.

Было выявлено, что разница между площадью изохроны и окружности может достигать 85 %. При анализе обеспеченности территории Калининского района Санкт-Петербурга поликлиниками, школами и детскими садами обеспечено 89 %, 85 % и 54 % населения соответственно. При использовании буферных зон обеспеченность составляет 95 %. Изохроны отражают фактическую доступность объектов, которая зависит от развитости улично-дорожной сети, количества объектов инфраструктуры и наличия препятствий. Чем более дорожная и пешеходная сети развиты, тем сильнее изохрона стремится к окружности.

При сравнительном анализе районов старой и новой застройки важно отметить то, что новая жилая застройка недостаточно обеспечена объектами социальной инфраструктуры. На сегодняшний день новый квартал в районе пересечения пр. Маршала Блюхера и Кушелевской дороги находится в зоне социальной тени по отношению к данным объектам. В то время как для застройки 60-70х годов плотность социальных объектов достаточна, чтобы обеспечить ими население.

Научный руководитель: к.т.н., ассистент Т.И. Балтыжакова

ЗАПОЛЬСКИХ А.Н.

Уральский государственный горный университет

**ЕНК – ОБЪЕКТ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА
(НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КУСТА
НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН)**

ZAPOLSKIKH A.N.
Ural State Mining University

**ЕНК - THE OBJECT OF STATE CADASTRAL REGISTRATION
(FOR EXAMPLE, THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF THE OIL
PRODUCING WELL CLUSTER)**

Актуальностью выбранной тематики является то, что в отличие от многих других объектов недвижимости, единый недвижимый комплекс (далее – ЕНК) включает в себя неделимые недвижимые вещи, что указывает на сложную структуру такого комплекса, требующую подхода при проведении кадастровых работ. Исходя из определения ЕНК как недвижимой вещи центральной частью определения ее в качестве объекта недвижимости, подлежащего государственному кадастровому учету, является формирование комплекса в виде неделимой вещи. В работе предпринята попытка выявить основные признаки, которые помогли бы идентифицировать недвижимую вещь как ЕНК.

Формирование ЕНК в качестве объекта недвижимости показано на примере технологического оборудования, используемого при добыче и транспортировке нефти от технологической скважины до пункта сбора и перекачки в магистральный нефтепровод. В результате исследований выявлено, что в этом случае имеем неделимую вещь, раздел которой в натуре невозможен без ее разрушения, но, тем не менее, изменение ее частей по размерам и другим параметрам не меняет ее назначения и в технологическом процессе она выступает как ЕНК.

С другой стороны, учитывая, что в составе ЕНК функционируют криволинейная подземная горная выработка большой глубины (технологическая скважина), а также иные наземные, надземные и подземные технологические сооружения, в том числе нефтепроводы, подготовка сведений для постановки на государственный кадастровый учет совокупности таких объектов, образующих ЕНК, требует совершенствования выполнения кадастровых работ. С этой целью в работе предлагается использовать новые технологические приемы (подходы) для сбора сведений об объектах ЕНК и внесения дополнений в утвержденные формы технического плана.

Введение в гражданское законодательство такого понятия, как "ЕНК", закрепляет правовой статус неделимой недвижимой вещи и, следовательно, упрощает процедуру ее оформления, а также позволяет повысить эффективность использования в гражданском обороте комплексных инфраструктурных объектов (включая линейные). Решение об объединении отдельных объектов в ЕНК принимается собственником земельного участка и собственником объекта. Регистрация прав ЕНК является обязательным условием для присвоения ему соответствующего статуса.

Таким образом, практическая востребованность и эффективность применения конструкции единого недвижимого комплекса в гражданском обороте будут во многом определяться уточнением и усовершенствованием соответствующих положений земельного и градостроительного законодательства, законодательства по вопросам кадастрового учета и регистрации прав на недвижимое имущество.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.Е. Коновалов

ЛАЗАРЕНКО И.С.
Уральский государственный горный университет

**СОСТАВЛЕНИЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ
ЗЕМЕЛЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

LAZARENKO I.S.
Ural State Mining University

**COMPOSITION OF THEMATIC MAPS OF LAND APPLYING AND PROTECTION
IN MINING INDUSTRIAL AREAS OF THE URAL REGION**

Рациональное использование и охрана земель на территориях, предназначенных для разработки месторождений полезных ископаемых (далее - МПИ), требует полной, объективной и актуальной информации о состоянии земель. В этом смысле создание моделей горнопромышленных территорий (далее – ГПТ) в виде тематических карт и картограмм является наглядным и информативным методом изучения состояния земель и условием эффективного использования земельных ресурсов.

В работе предлагаются методы составления комплекта тематических карт и картограмм, позволяющих отобразить рассматриваемую территорию с позиций общественных (административно-территориальное деление и др.) и природных (распределение земельного фонда по субъектам РФ Уральского региона, выделение минерагенических зон и наличия различных видов полезных ископаемых и т.п.) явлений с целью установления границ ГПТ. Использование земель ГПТ рассматривается в ретроспективном и современном состоянии, т. е. в период эксплуатации МПИ и после их отработки, что, в связи с более чем 300-летней историей горнозаводского дела на Урале, является актуальным. Учитывая, что на территории Уральского региона имеется много городов, связанных с горными работами, достаточно большое внимание уделено картографическому отображению подработанных территорий городов.

Предложено создание картодиаграмм различного содержания, в которых органично komponуются материалы дистанционного зондирования земли с фрагментами топографических карт и планов, планов горных работ, фотографиями отображаемой местности, выделяемыми объектами неблагоприятного экологического состояния (подработанные территории, зоны самовозгорания пород и руд, зоны затопления и др.). Значительное место отведено картам экологического состояния земель ГПТ, а именно нарушенным, деградированным и загрязненным землям.

При составлении тематических карт использованы как действующие условные знаки, например, для топографических карт и планов, планов горных работ, так и самостоятельно разработанные для создания тематических карт и картограмм различного содержания. Это позволяет отразить графически положение объектов недвижимости и технологических объектов горнопромышленного комплекса, а также использовать их для ведения землеустроительных работ и внесения соответствующих сведений в Единый государственный реестр недвижимости.

Разработанные и подготовленные тематические картографические произведения в полной мере позволяют составить основу для дальнейшего изучения горнопромышленных территорий Уральского региона и получения необходимой информации, направленной на достижение устойчивого развития ГПТ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.Е. Коновалов

ЛЕОНОВА К.А.

Уральский государственный горный университет

**КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ САДОВЫХ ДОМОВ В
САДОВОМ НЕКОММЕРЧЕСКОМ ТОВАРИЩЕСТВЕ**

LEONOVA K.A.

Ural State Mining University

**CADASTRAL REGISTRATION OF DARDEN HOUSES IN THE GARDEN NON-
PROFIT PARTHERSHIP**

Кадастровый учет – это начальная процедура, необходимая для оформления права собственности на объект недвижимого имущества.

Постановка на кадастровый учёт и оформление прав собственности обязательны. Без этого при совершении сделок с недвижимым имуществом, при дарении, обмене, передачи в наследство, страховании, использовании в качестве залога при кредитовании и оформлении ипотеки и завещании граждане не смогут беспрепятственно распоряжаться своим домом.

Особенность и недостаток в том, что садовые дома, которые построены на земельных участках в садовом некоммерческом товариществе, не все поставлены на кадастровый учёт. Это значит, что теоретическая и фактическая процедуры имеют не стыковку.

Таким образом, в ходе выполнения работы были рассмотрены основные вопросы, такие как:

Как оформить садовый дом в собственность.

Почему теоретическая и фактическая процедуры имеют не стыковки.

Для чего нужно ставить садовые участки на кадастровый учет.

Какие документы необходимы для оформления садового дома в собственность.

Порядок процедуры оформления садового дома в собственность.

Наибольшую роль, несомненно, играют правовые вопросы, регламентируемые соответствующими Федеральными законами.

Научный руководитель: ст. преподаватель Н.В. Колчина

МИРОНЕНКО Е.Ю.

Уральский государственный горный университет

**ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ КАДАСТРОВОГО
УЧЕТА ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «КАМЕННЫЙ РУЧЕЙ» В
Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ**

MIRONENKO E.Y.

Ural State Mining University

**FEATURES OF THE PREPARATION OF DOCUMENTS FOR
CADASTRAL LEARNING AND RESIDENTIAL COMPLEX "KAMENNY
RUCHEY" IN EKATERINBURG**

В работе рассмотрена подготовка графической части технического плана (далее – ТП) многоконтурного здания. Объект исследования находится в Свердловской области города Екатеринбурга, мкрн. Уктус, ул. Щербакова, 77. ЖК «Каменный ручей» представляет собой один 27-ми этажный и три 26-ти этажные жилые секции, объединенные 4-х уровневый стилобатом, включающим в себя два этажа встроенных помещений общественного назначения и четыре уровня паркинга.

Данный жилой комплекс поставлен на государственный кадастровый учет как одно здание. Это обусловлено тем, что все 4 жилые секции имеют технические этажи, которые расположены в уровне стилобатной части.

Проекция конструктивных элементов объекта недвижимости, а также местоположение точек контуров определяются кадастровым инженером и отображаются в графической части ТП специальными условными знаками.

Рассмотрев более подробно на примере ЖК «Каменный ручей» проблему отображения контуров здания в графической части ТП, в условных обозначениях мы видим, что надземный и подземный контура здания изображаются схожими условными обозначениями: штрихпунктирная линия красного цвета с одной точкой для надземного контура и с двумя точками для подземного контура.

В работе предложено усовершенствовать описание и изображение уже имеющихся условных обозначений, что в свою очередь поможет кадастровым инженерам более точно описывать многоконтурные объекты капитального строительства в графической части ТП здания. Применение разработанных условных обозначений позволило по-новому отобразить на чертеже вновь образованного надземного и подземного конструктивного элемента здания.

В большинстве стран мира кадастр объектов недвижимости ведется в двумерном виде. Местоположение ЗУ фиксируется внесением сведений о поворотных точках границ ЗУ. Но у этого метода есть ряд недостатков. ЗУ, как и здания, являются пространственными объектами и имеют объем, который неосуществимо отобразить в современной двумерной проекции. Данный метод не разрешает учитывать многоуровневые комплексы необычной формы, с нависающими этажами, попадающими на чужую территорию.

3D-кадастр дает возможность увидеть озеленение, благоустройство и объекты, которые находятся над или под поверхностью земли. Благодаря использованию 3D-кадастра увеличится качество учета многоуровневых комплексов, многоквартирных домов и других объектов.

Научный руководитель: ст. преподаватель Н.В. Колчина

МОРОЗОВ А.В.

Санкт-Петербургский горный университет

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

MOROZOV A.V.

St. Petersburg Mining University

THE METHODOLOGY OF TERRITORY'S ASSESSMENT FOR FARMLAND ALLOCATION

В сложившейся после 90-х годов российской практике предоставления земель для ведения сельскохозяйственной деятельности зачастую не учитываются почвенно-климатические условия, транспортная и инженерная инфраструктура, наличие рынков сбыта продукции и прочие факторы, что снижает эффективность использования сельскохозяйственных земель уже на этапе размещения земельного участка. Новый законопроект о землеустройстве предусматривает возвращение внутрихозяйственного землеустройства в качестве обязательной процедуры в отношении таких земельных участков, однако существующая методология внутрихозяйственного землеустройства не отвечает в полной мере рыночным условиям, а также не учитывает специфику ведения производственной деятельности крестьянскими (фермерскими) хозяйствами. Следовательно, актуальным является формирование методологии оценки территории для размещения земельных участков сельскохозяйственного назначения с учетом рыночных отношений.

Исследования показали, что для земель сельскохозяйственного назначения критерием оптимального размещения земельного участка является максимальная величина дифференциальной земельной ренты I, образующейся за счет неоднородности пространственных условий использования земель. В ходе анализа тематической литературы был выделен базовый перечень пространственных факторов, формирующих такие условия, включающий: плодородие почв, транспортный фактор, рельеф местности, инженерное обеспечение территории и наличие ограничений в использовании земель.

Предложенная математическая модель оценки территории для размещения земельного участка сельскохозяйственного предприятия построена из предположения, что предприятие производит один вид продукции (в заданном объеме), реализуемой в населенных пунктах, расположенных в пределах оцениваемой территории. Транспортный фактор, уровень плодородия почв и инженерная обеспеченность выражаются непосредственно в денежном эквиваленте, а прочие факторы – в виде поправочных коэффициентов (принимают значения в диапазоне 0...1).

Оценка территории на основе предложенной модели осуществляется в пять этапов: расчет значений поправочных коэффициентов; нахождение расстояний к местам сбыта продукции по существующей дорожной сети; формирование оптимального плана поставок продукции; прогнозирование затрат на сооружение инженерных сетей; зонирование территории. Результаты зонирования территории также могут быть использованы для целей территориального планирования, оценки и мониторинга сельскохозяйственных земель.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Н. Быкова

СУХАНИНСКАЯ Д.Д.
Санкт-Петербургский горный университет

**ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДА УЧЕТА ЗОУИТ В ОЦЕНКУ
ЗЕМЕЛЬ ДИСКОНТИРОВАНИЕМ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ**

SUKHANINSKAYA D.D.
St.Petersburg Mining University

**IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF ACCOUNTING OF ZONES
WITH SPECIAL TERMS OF USE OF TERRITORIES IN THE ESTIMATION OF
LANDS BY DISCOUNTING CASH FLOWS**

В работе рассмотрен метод учета зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ) при индивидуальной оценке, которая в отличие от массовой более чувствительна к частным ценообразующим факторам. В условиях ограниченного рынка для определения стоимости земельного участка, предназначенного для сельскохозяйственного производства, применен метод дисконтирования денежных потоков, способный учитывать несистематические изменения потока доходов при наличии финансовой отчетности и исследований рынка, позволяющих обосновать построенную модель и, как следствие, полученную стоимость. Также рассмотрены работы ведущих исследователей в области выбранной темы, при анализе которых особое внимание уделено методам расчета рыночной стоимости земельных участков различного назначения Быковой Е.Н., которые дифференцированы для разных условий рынка недвижимости (незрелый, ограниченный, зрелый). Методом дисконтирования денежных потоков выполнена оценка сельскохозяйственных земель и получен удельный показатель рыночной стоимости (УПРС). Последовательность расчетов модернизирована путем внедрения метода, позволяющего учесть ЗОУИТ путем применения понижающих коэффициентов. В результате определена рыночная стоимость земельного участка сельскохозяйственного назначения с ЗОУИТ, сопоставление которой без учета показало объективность сделанных предложений.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Н. Быкова

ФАЙТ А.В.

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

**ПОИСК И ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ
РАЗМЕЩЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ**

FAYT A.V.

National Research Tomsk Polytechnic University

**SEARCH AND FORMATION OF LAND PLOTS FOR LOCATION OF
COMMUNICATION STRUCTURES**

Сеть сотовой связи — это сложный имущественный комплекс линейно-кабельного сооружения в состав которого входят антенно-мачтовые сооружения (АМС), линии электропередач, трансформаторные подстанции и иные сооружения расположенный на земельном участке.

Вопросы, связанные с поиском возможного размещения таких сооружений, оформлением прав собственности на построенные АМС и на земельные участки занятые такими объектами в настоящее время имеет важную общественную значимость, поскольку обеспечение доступности услуг телекоммуникаций является стратегической задачей в России.

На основе полученного практического опыта оформления прав на земельные участки и расположенных на них АМС в исследовании: представлен перечень факторов, оказывающих влияние на выбор территории для размещения АМС; предложен алгоритм осуществления поиска площадок и способы оформления земельных участков для оперативного размещения АМС; проведен анализ надежности каждого из способов и представлены сроки их практической реализации.

Научный руководитель: старший преподаватель М.В. Козина

**Секция 5. МЕТАЛЛУРГИЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО И
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

Металлургия

ГОВОРОВА А.Е.

Норильский государственный индустриальный институт

**ПЕРЕРАБОТКА ОБЕЗМЕЖЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В
ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НАДЕЖДИНСКОГО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»
НА ОПЕРАЦИИ АВТОКЛАВНОГО ОКИСЛИТЕЛЬНОГО (АОВ)
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПИРОТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА**

GOVOROVA A.E

Norilsk State industrial Institute

**PROCESSING OF WITHOUTCOPPER ELECTROLYTE IN
HYDROMETALLURGICAL PRODUCTION OF NADEZHINSKY STEEL WORKS
PJSC NORILSK NICKEL MMC ON OPERATION OF AUTOCLAVE
OXIDIZING LEACHING OF THE PIROTINOVY CONCENTRATE**

В работе изучена возможность утилизации отработанного медного электролита, образующегося при переработке медьсодержащего сырья, в процессе автоклавного выщелачивания пирротинового концентрата.

В процессе электролитического рафинирования анодной меди в ЦЭМ образуется электролит, часть которого нужно утилизировать. Раньше отсечённый медный электролит перерабатывали в цехе электролиза никеля на Никелевом заводе с получением цементной меди, но в 2016 году после закрытия Никелевого завода появилась проблема утилизации отсечённого электролита, в работе представлено техническое решение по его утилизации. Переработка высококонцентрированных растворов, содержащих цветные металлы и серную кислоту имеет ряд особенностей. Предложенное решение позволяет использовать отработанные растворы металлургического производства повторно в условиях действующей технологической схемы Заполярного филиала и использовать имеющееся оборудование.

В ходе лабораторных исследований установлена принципиальная возможность утилизации медного электролита в гидрометаллургическом производстве пирротинсодержащего сырья. Были подобраны режимы для достижения регламентированных технологических показателей на операции АОВ: степень разложения пирротина составила ~93,0 %; извлечение никеля в раствор ~90,0 %, меди ~71,0 %; кобальта – 51,3-53,3 %; степень перехода серы в элементную находилась в интервале 76,0-80,0 %, что соответствует технологическим показателям действующего производства. Качество полученных продуктов позволяет выполнять последующие операции процесса без нарушений.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Е.В. Салимжанова

**ДОРМИДОНТОВА Т.А.¹, ЧЕРНОБАЕВА А.А.², ЕРАК Д.Ю.², ЖУРКО Д.А.²,
СКУНДИН М. А.², БУБЯКИН С. А.²**

1 – Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

2 – НИЦ «Курчатовский институт»

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСОВ РЕАКТОРОВ ТИПА ВВЭР-1000

**DORMIDONTOVA T.A.¹, CHERNOBAEVA A.A.², ERAK D.YU.², ZHURKO D.A.²,
SKUNDIN M.A.², BUBYAKIN S. A.²**

1 – National University of Science and Technology "MISIS"

2 - NRC "Kurchatov Institute"

RESEARCH OF PROPERTIES OF WELDED JOINTS METAL OF RPV VVER-1000

Металл сварных соединений составляет менее 5% от всего металла корпуса реактора. Однако опыт эксплуатации корпусов реакторов показывает, что именно свойства металла сварных соединений лимитируют срок эксплуатации корпусов реакторов.

В настоящей работе выполнены исследования металла 9 сварных соединений, изготовленных из разных сварочных материалов в соответствии со штатной технологией корпусов реакторов ВВЭР-1000.

Объем исследования, выполненного на металле сварных соединений:

1) Исследования радиального (по ширине сварного шва) распределения критической температуры хрупкости (9 швов).

2) Исследования азимутального (по длине сварного шва) распределения критической температуры хрупкости (6 швов).

3) Исследования аксиального (по высоте сварного шва, расстояние от оси сварного шва/линии сплавления) распределения критической температуры хрупкости (6 швов).

Результаты исследования распределения свойств в металле сварных швов показали, что распределение критической температуры хрупкости в сварных швах в азимутальном направлениях следует учитывать, как случайное, а в аксиальном и радиальном имеют неслучайное распределение.

Также проведенный комплексный анализ влияния факторов на распределения свойств в аксиальном, радиальном и азимутальном направлениях показал, что основными влияющими факторами являются содержание никеля и тип разделки.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.В. Котенева

ЛЕТЯГИН Н.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Al-МАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ Al-Ca-Ni-PЗМ

LETYAGIN N.V.

National University of Science and Technology «MISIS»

Al-Ca-Ni-REM - BASED AL-MATRIX COMPOSITES

Работа посвящена созданию алюмоматричных композитов на основе сплавов системы Al-Ca-Ni-Fe-PЗМ. Рассмотрены принципы легирования, оценена структура сплавов, литейные свойства, механические свойства при различных режимах термической обработки. Анализ существующих жидкофазных методов получения АМКМ показывает, что введение готовых армирующих частиц (ex-situ) в матричный расплав ограничивает управление процессом формирования структуры сплавов, отличается сложностью и длительностью. Наибольшими функциональными возможностями, а также доступностью и простотой исполнения обладают методы (in-situ), где идет реакция синтеза армирующих частиц непосредственно в расплаве.

В нашем случае в качестве армирующих частиц выступают волокна многофазной эвтектики, формирующиеся при кристаллизации сплава, которая оканчивается мультифазной реакцией $L \rightarrow (Al) + Al_{11}Ce(La)_3 + Al_3Ni + Al_4Ca + Al_9FeNi$. Структура данного композита имеет объемную долю эвтектических интерметаллидов не менее 25% (рис. 1а), частицы армирующих фаз слегка вытянуты (рис. 1б), в поперечном направлении размер составляет около 100 нм, а в продольном до 200 нм. Результатом данной структуры являются высокие механические свойства в литом состоянии, предел прочности составляет 250 ± 10 МПа, предел текучести 200 ± 10 МПа, а удлинение $2.5 \pm 0,2$ %. Достоинства сплавов на основе эвтектик Al-Ca и Al-Ni сохраняются, и выявляется упрочнение без закалки за счет наночастиц фазы $L1_2$.

Полученные результаты говорят о перспективности алюмоматричных композитов на основе данной системы для нужд машиностроения, авиастроения и развивающейся отрасли аддитивных технологий.

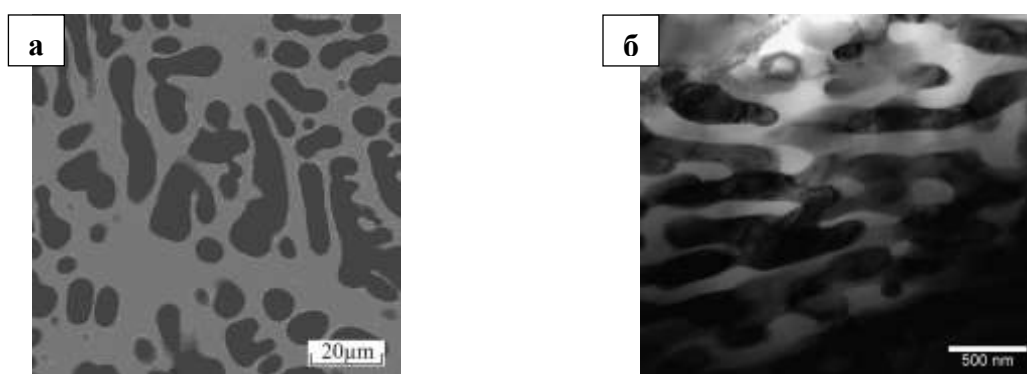


Рисунок 1 - Микроструктура сплава $Al_4Ca_2La_2Ni_{0,4}Fe$ в литом состоянии СЭМ (а) и ПЭМ (б).

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.А. Белов

Консультант: к.т.н., Т.К. Акопян

МУСИН А.Ф.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ
СЛИТКА СПЛАВА AL-8%ZN-3%MG, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ
ДЕФОРМАЦИИ**

MUSIN A.F.

National University of Science and Technology «MISiS»

**THE EFFECT OF IRON AND CALCIUM ON THE STRUCTURE FORMATION OF
THE ALLOY INGOT AL-8% ZN-3% MG, INTENDED FOR DEFORMATION**

Объектом исследования были модельные сплавы, содержащие 8%Zn и 3%Mg (масс.%), дополнительно легированные кальцием и железом. Сплавы получали в виде слитков размером 15x30x180 мм способом заливки в графитовую форму. Микроструктуру изучали на световом микроскопе OLYMPUSGX-41.

Выявлено влияние добавок Ca и Fe на размер зерна (D) в литом состоянии: в базовом сплаве Al-8%Zn-3%MgD=176 мкм, а в сплаве с 0,5 % Fe и 1 % CaD=137 мкм. Нет информации о влиянии кальция на размер зерна алюминия, но достаточно много сведений о положительном влиянии железа, что подтвердилось в данной работе. Вероятно, что при аналогичных условиях охлаждения сплава с кальцием и железом, уменьшение размеров зерна возможно благодаря образованию Fe-содержащей фазы Al₁₀CaFe₂, которая успешно сфероидизируется после отжига выше 500 °С, что показано на рисунке 1

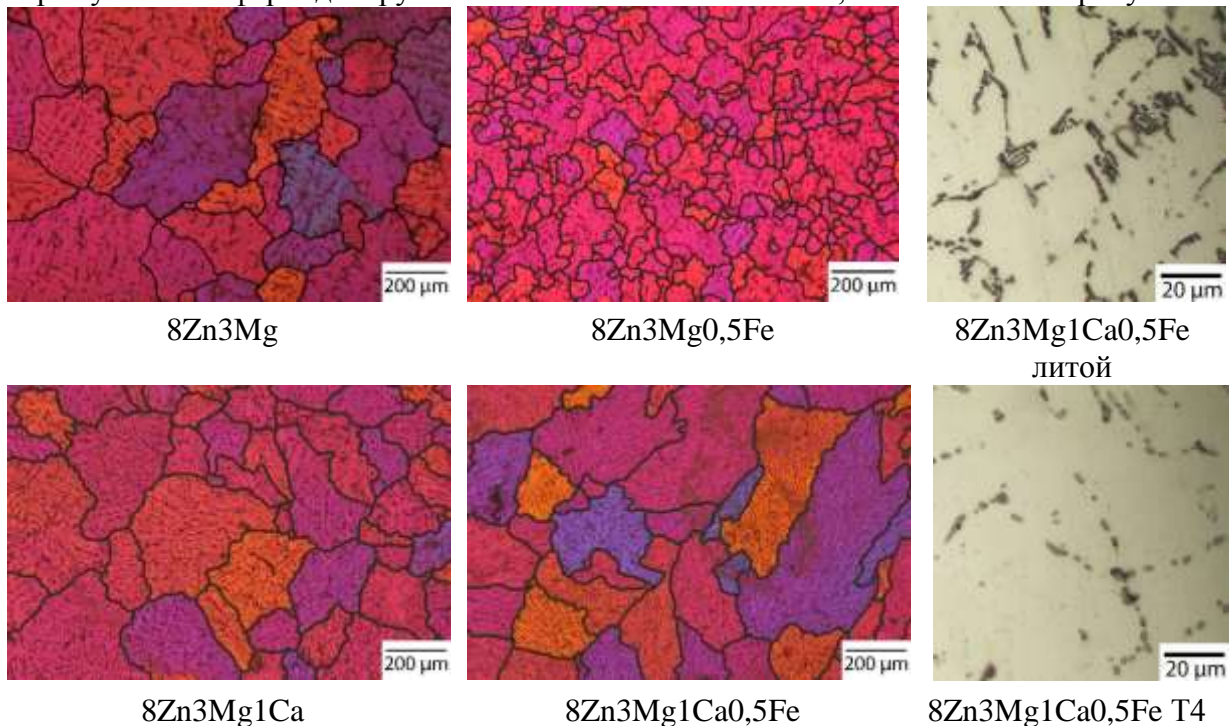


Рисунок 1 – Микроструктура экспериментальных сплавов

Полученная структура хорошо подходит для изготовления деформированных полуфабрикатов таких как листы, прутки и профиль.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.А. Белов

МУХАМЕТЗЯНОВ И.Р.
Казанский (Приволжский) федеральный университет

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

MUKHAMETZYANOV I.R.
Kazan (Volga region) Federal University

DEVELOPMENT OF MATERIALS FOR BIMETALLIC PRODUCTS

В работе приведены металлургические способы получения высокопрочного чугуна и дисперсионно-твердеющей ферритокарбидной стали для биметаллических изделий.

Разработан способ получения высокопрочного чугуна, включающий выплавку и легирование, чугуна в индукционной печи, графитизирующее и инокулирующее модифицирование, заливку модифицированного чугуна в форму, получение отливки с последующим ее извлечением после кристаллизации из формы при температуре 900 - 1000°C, перемещение отливки в печь с температурой 950 - 1000°C и выдержку в печи в течение 10 - 30 минут, с последующей изотермической закалкой при температуре 300 - 320°C в течение 60 минут и охлаждением на воздухе, легирование осуществляют алюминием, кремнием, никелем, медью, молибденом и марганцем, графитизирующее и инокулирующее модифицирование проводят в ковше, отливки получают в металлической форме в виде кокиля, после выдержки в печи получают отливки чугуна с шаровидным графитом и аустенитно – бейнитной структурой следующего химического состава, мас. %: углерод (C) – 2,5 - 3,2; кремний (Si) – 1,5 - 2,5; алюминий (Al) – 7,2 - 9,0; марганец (Mn) – 0,70 - 0,75; магний (Mg) – 0,04 - 0,06; молибден (Mo) – 0,7 - 1,2; никель (Ni) – 0,48 - 0,52; медь (Cu) – 0,49 - 0,52; сера (S) – 0,010 - 0,012; фосфор (P) – 0,06 - 0,08; железо (Fe) – остальное, при этом изотермическую закалку полученной отливки проводят в псевдокипящем дисперсном карборундовом слое в области аустенитно – бейнитного превращения [Патент РФ 2605016].

Разработан способ получения литой дисперсионно-твердеющей ферритокарбидной стали, включающийся расплавлении стали 35Л, введении в полученный расплав ферротитана и ферроникеля с обеспечением химического состава стали, содержащего, мас. %: углерод (C) 0,27 - 0,32; никель (Ni) 0,7 - 0,9 и титан (Ti) 5,8 - 6,2; затем в расплав при температуре 1500 - 1520°C вводят отработанные твердосплавные металлокерамические вставки режущего инструмента из сплавов, содержащих карбиды титана (TiC), тантала (TaC), вольфрама (WC) с последующей выдержкой при данной температуре в течении 30мин, обеспечивающей растворение входящей в твердосплавные вставки кобальтовой связки и равномерное распределение в расплаве карбидов, после чего осуществляют разливку полученного расплава в кокиль с последующим охлаждением с получением стальных отливок, при этом сталь отливок имеет следующий химический состав, мас. %: углерод (C) 0,27 - 0,32; титан (Ti) 5,8 - 6,2; никель (Ni) 0,7 - 0,9; кобальт (Co) 0,02; карбиды: титана (TiC), тантала (TaC), вольфрама (WC) 0,5 - 1,5%; железо (Fe) – остальное [Патент РФ 2605017].

Разработанные материалы использованы для изготовления биметаллических штампов, обладающих высокой теплостойкостью и долговечностью, при производстве горячедеформируемых полуфабрикатов в машиностроении. [Патент РФ 2677645].

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Астащенко

ПОНОМАРЕНКО А. А.

Норильский государственный индустриальный институт

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА МЕДИ В ЗФ
ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ» С УМЕНЬШЕНИЕМ
ВЫРАВНИВАЮЩЕЙ ДОБАВКИ**

PONOMARENKO A. A.

Norilsk State industrial Institute

**TRIAL TESTS OF ELECTROLYSIS OF COPPER IN ZF OF PJSC NORILSK
NICKEL MMC WITH REDUCTION OF THE LEVELING ADDITIVE**

В работе изучена возможность снижения расхода тиомочевины в процессе электрорафинирования меди, без увеличения выхода брака.

Одним из основных показателей качества катодных осадков меди в процессе электрорафинирования является коэффициент удлинения спирали SEN (spiral elongation number). В лабораторных условиях было установлено, что основной примесью, влияющей на данный показатель, является сера. В свою очередь, главный канал поступления серы в катодный металл – поверхностно активное вещество (ПАВ) – тиомочевина (ТМ). Проведенными ранее лабораторными исследованиями показано, что снижение расхода ТМ на 10 г/т приводит к снижению содержания серы в медных катодах с 8,9 г/т до 6,7 г/т, при этом SEN металла опытных катодов в среднем на 8% выше серийных катодов.

По результатам этих исследований было принято решение о проведении опытно-промышленных испытаний (ОПИ) с поэтапным снижением расхода ТМ с 74 до 70, 65 и 60 г/т катодного металла.

По результатам испытаний установлено, что уменьшение расхода ТМ до 70 г/т не приводит к увеличению выхода брака катодов, при этом содержание серы в них снижается в среднем на 1,5 г/т, а значение SEN увеличивается на 5%. Снижение расхода ТМ до 65 г/т приводит к уменьшению катодного выхода по току на ~ 1,5% при отсутствии заметных изменений значения SEN, выхода брака и содержания серы в катодах относительно предыдущего этапа. Снижение расхода ТМ до 60 г/т, при прочих равных, приводит к двукратному увеличению выхода брака катодного металла по браковочному признаку – дендриты. Кроме того, выявлено укрупнение кристаллов осадка, выраженное снижением блеска и появлением бархатистости.

На основании результатов ОПИ принято решение о целесообразности развёрнутых промышленных испытаний электрорафинирования меди при расходе ТМ 70 ± 1 г/т.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.И. Юрьев

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ТЕРМОАКТИВНЫХ ВОСКОВ
НА ОСНОВЕ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ**

BAIDA V.S.

Tyumen Industrial University

**RECEIVING THE COMPONENTS OF THERMOACTIVE WAXES
ON THE BASIS OF OIL RAW MATERIAL BY THE CENTRIFUGATION METHOD**

Работа посвящена получению компонентов термоактивных восков с повышенным содержанием среднеплавких парафинов методом центрифугирования. Среднеплавкие парафины с преимущественным содержанием n -алканов C_{20-24} являются основой термоактивных восков, используемых в системах охлаждения радиоэлектронной аппаратуры. Предложения на российском рынке таких среднеплавких парафинов отсутствуют, что определяет актуальность данной работы.

В качестве сырья для получения среднеплавкого парафина использовался твердый пищевой парафин марки П-2 производства ООО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» (ТУ-38.1011322-90 с изм.1) с температурой каплепадения по Уббелюде $53,0^{\circ}\text{C}$. Выбор парафина П-2 был сделан из десяти образцов жидких и твердых парафинов российского производства на основе их хроматографического анализа. По результатам хроматографического анализа установлено, что содержание среднеплавких n -алканов C_{20-24} в парафине П-2 не превышает $29,6\%$ мас.

Фракционирование парафина П-2 проводили методом центрифугирования из его растворов в гексане. Для фугования использовали рефрижераторную центрифугу Thermo scientific SL-40 (Германия). Фугование парафина из его раствора в гексане проводили при массовом соотношении гексан:парафин $2,0:1,0$ при температурах $12, 18$ и 24°C и скорости вращения ротора центрифуги 4000 об/мин. Время фугования 30 минут. По результатам фракционирования составлялся материальный баланс фугования парафина, определялся выход высокоплавких и низкоплавких компонентов восков, а также потери. Для полученных компонентов восков определялась температура каплепадения и углеводородный состав по данным газовой хроматографии. Результаты фракционирования парафина П-2 из гексана показывают, что оптимальной является температура фугования 18°C . Установлено, что содержание среднеплавкой фракции C_{20-24} относительно сырья возрастает с $29,6$ до $38,6\%$ мас., температура каплепадения относительно исходного сырья понижается с $53,0$ до $48,0^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, показано, что с использованием центрифугирования нефтяного сырья можно получать среднеплавкие парафины с повышенным содержанием n -алканов C_{20-24} , которые можно использовать в качестве компонентов термоактивных восков для датчиков температуры.

Работа выполнена в лаборатории Центра перспективных исследований и инновационных разработок Тюменского индустриального университета в рамках реализации стратегического проекта «Организация технополиса междисциплинарного научно-лабораторного обеспечения приоритетных направлений развития опорных отраслей региона и корпораций».

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Г. Агаев

ЗАКИЕВА Р.Р., ВАСИЛЬЕВ Э.Р.

Казанский национальный исследовательский
технологический университет

**АКВАТЕРМОЛИЗ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В СУБКРИТИЧЕСКОЙ И
СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ВОДЕ**

ZAKIEVA R.R., VASILYEV E.R.

Kazan national research technological university

**HEAVY OIL AQUATHERMOLYSIS IN SUBCRITICAL AND
SUPERCRITICAL WATER**

В данной работе описывается сравнение поведения нефти в результате воздействия на нее субкритической и сверхкритической водой. Воздействие на нефть воды в субкритическом состоянии при температуре 360°C и давлении 21 МПа приводит к максимальному снижению в жидком продукте содержания асфальтенов – на 53% отн. по сравнению с исходной нефтью, что обуславливается тем, что субкритическая вода является не только агентом, снижающим парциальное давление углеводородов нефти, предотвращая реакции уплотнения и коксообразования, но и реагентом, участвующим в реакциях превращения. При переходе в субкритическое состояние вода имеет константу ионизации на три порядка выше, чем в обычных условиях и способна играть роль донора протона водорода, участвуя в реакциях гидрирования, в первую очередь, гетероатомных соединений нефти – смол и асфальтенов, а также полупродуктов их термической деструкции при акватермолизе. Эксперимент с использованием сверхкритической воды (420°C, 24 МПа) характеризуется большим снижением плотности (до 0,7162, что на 27% отн. ниже по сравнению с первоначальной нефтью) с закономерно вытекающим снижением содержания фракции, выкипающей при 350°C и выше (на 13,4 % отн. по сравнению с первоначальной нефтью). Повышение фракционного содержания н.к.-200 °С в 2,5 раза и увеличение содержания парафинонафтеновых углеводородов на 67% отн. по сравнению с исходной нефтью, а также снижение содержания ароматических углеводородов на 60 % отн., смол на 45 % отн. и асфальтенов на 28,5 % отн. являются следствием разрушения высокомолекулярных поликонденсированных соединений нефти с отрывом периферийных алкильных заместителей. В результате экспериментальных работ было установлено селективное действие воды в различных агрегатных состояниях на конверсию углеводородов нефти.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.М. Петров

ГАБДУЛХАКОВ Р.Р.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ КОКСА ИГОЛЬЧАТОЙ СТРУКТУРЫ
ПРОЦЕССОМ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ**

GABDULKHAKOV R.R.
St. Petersburg Mining University

**PREPARATION AND ANALYSIS OF NEEDLE COKE BY
THE DELAYED COKING PROCESS**

Среди вторичных термодеструктивных процессов глубокой переработки нефти наиболее рентабельным является процесс замедленного коксования нефтяного сырья. Актуальным направлением развития замедленного коксования для России, является получение кокса игольчатой структуры, вследствие того, что Россия полностью зависит от поставок данного высокоуглеродистого материала из заграницы.

В ходе исследования был разработан проект лабораторной установки замедленного коксования углеводородного и углеродсодержащего сырья «УЗК-1» на кафедре химических технологий и переработки энергоносителей Горного университета.

В процессе проведения экспериментальных исследований было использовано два вида исходного сырья: гудрон (остаток вакуумной перегонки мазута) и тяжелый газойль каталитического крекинга (высокоароматизированная дистиллятная фракция, полученная в процессе каталитического крекинга гидроочищенного вакуумного газойля), отобранные с промышленных установок одного из НПЗ России.

В ходе исследования была проведена серия опытных пробегов с варьированием температурных параметров и давления процесса. Температура процесса менялась в интервале 480-505 °С, а давление - от атмосферного до 0,55 МПа (изб.).

В процессе замедленного коксования были получены: нефтяной кокс, дистилляты (бензиновая фракция, смесь легкого и тяжелого газойлей), углеводородный газ.

В ряде опытов при коксовании тяжелого газойля каталитического крекинга был получен специальный вид углеродного материала – нефтяной игольчатый кокс, отличающийся развитой анизотропией волокон. Исследование микроструктуры полученного, предварительно прокаленного, нефтяного кокса по ГОСТ 26132-84 показало, что образцы соответствуют 5-5,5 баллам по контрольной шкале микроструктур, что характерно для игольчатого кокса. Определена действительная плотность полученных образцов игольчатого кокса, которая составила 2,10-2,15 г/см³.

При проведении опытных пробегов наблюдалась тенденция увеличения выхода кокса с ростом давления процесса. Общее количество получаемых дистиллятов при этом снижается, в большей степени это отражается на выходе смеси газойлей, которые используются в качестве компонентов судовых топлив.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.К. Кондрашева

ДОРОЖКО В.А.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
МЕТОДОМ ТЕРМОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ**

DOROZHKO V.A.

Saint-Petersburg State Institute of Technology

**INTENSIFICATION OF RARE EARTH ELEMENTS LIQUID EXTRACTION
SEPARATION PROCESS BY THERMO OSCILLATION
EXTRACTION TECHNIQUE**

Ряд проведенных в прошлом десятилетии работ дал основание полагать, что более высокого разделения редкоземельных элементов возможно добиться в неравновесных нестационарных условиях – экстракционном процессе, не допускающем насыщения экстрагента. Нами была разработана и построена установка, позволяющая проводить исследование процесса в описанных условиях; представлены полученные с ее помощью экспериментальные результаты, на примере экстракции пары Pr/Nd с кислым фосфорорганическим экстрагентом (P507). Для этого типа экстрагентов удержание системы в нестационарном состоянии может осуществляться колебаниями температуры в экстракторе и/или кислотности в водной фазе. На рисунке представлено воздействие на систему температурных колебаний в интервале 25-60⁰С. Хорошо видны различия в скоростях насыщения органической фазы неодимом и празеодимом: при увеличении температуры концентрация неодима в водной фазе уменьшается значительно больше, чем празеодима. С уменьшением температуры в водную фазу неодим переходит медленнее чем празеодим. Волны температурных колебаний способствуют накоплению различий в скорости экстракции неодима и празеодима, что приводит к росту $\beta_{Nd/Pr}$. Вторая волна температурного колебания в значительной степени повторяет первую, как по величине получаемого в максимуме $\beta_{Nd/Pr}$, так и по величинам pH в точках минимальной и максимальной температуры.

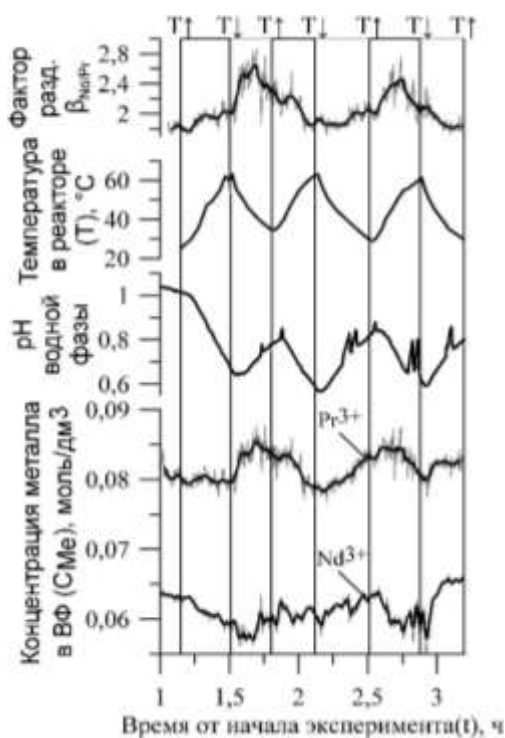


Рисунок 1 – Временные профили основных параметров процесса

В эксперименте зарегистрировано увеличение на 65 % величины $\beta_{Nd/Pr}$ с 1,7 до 2,8.

Научный руководитель: к.х.н, доцент М.А. Афонин

КОРОБЕЙНИКОВ А.В.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

**АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ СОКРАЩЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА УСТАНОВКЕ
КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА Л-35-11/1000**

KOROBAYNIKOV A.V.

Gubkin University

**ANALYSIS OF OPTIONS REDUCING ENERGY CONSUMPTION OF
THE CATALYTIC REFORMING UNIT**

В работе представлены основные результаты выполненного энерго-технологического обследования объекта исследования – установки каталитического риформинга Л-35-11/1000. Первый этап включал сборку математической модели установки с последующим анализом работы динамического печного оборудования, теплообменных аппаратов и концевых холодильников. Оценен потенциал использования ВЭР, показана необходимость отладки режима горения печей. Проведены гидравлические расчеты ВКУ колонн стабилизации и колонны выделения БСФ с нахождением диапазонов устойчивой работы ВКУ с операционными окнами для каждой из тарелок. Показана необходимость изменения регулирования в кубах стабилизационных колонн. Пинч-анализ показал нецелесообразность увеличения площади теплообмена на сырьевых теплообменных аппаратах блоков гидроочистки и риформинга. Выявлен потенциал по использованию тепла ГПС для подвода в куб колонн-стабилизаторов гидроочистки и риформинга, показана возможность отказа от печей горячей струи. ΔT_{\min} для блоков составил 42,5°C и 51°C соответственно. Результат – построение структуры потребления ТЭР на установке по каждому виду энергоресурсов. Суммарный потенциал экономии энергоресурсов составил 2,6 т/ч топливного газа (37% от текущего потребления), 745 кВт эл. мощности (27%) и 1,7 т/ч в.п. (16%).

На втором этапе был проведен анализ блока риформинга при понижении давления в системе, включающий как влияние давления на межрегенерационный пробег катализатора, так и оценку линейных скоростей в змеевиках печей риформинга и всего трубопроводного тракта ГСС/ГПС. Оптимальное значение давления в ХСВД на основании совокупности факторов – 18 кгс/см² при загрузке 810 тыс. тонн/год.

На третьем этапе были оценены критерии фракционирования в колонне выделения БСФ, проведены оптимизационные расчеты методом последовательного квадратичного программирования с помощью оптимизатора в AspenHYSYS. На основании выборки методом случайного леса был проведен регрессионный анализ. Из-за высокой четкости фракционирования между фракцией НК-62 и БСФ показана возможность сокращения потребления тепла на печи г.с. на 3 Гкал/ч.

На четвертом этапе для сокращения потребления ТЭР на установке Л-35-11/1000 предложено 9 технических мероприятий: изменение способа подвода тепла в К-1, монтаж ХСНД на блоке гидроочистки, изменение способа подвода тепла в К-2, установка ГСВД на блоке риформинга и т.д.

Проведен анализ экономической эффективности мероприятий, показавший, что 7 из 9 мероприятий при периоде расчета 10 лет имеют положительный NPV и $IRR > 20\%$. Анализ чувствительности показал, что 5 из 9 мероприятий окупаются даже при снижении эффекта и увеличении стоимости инвестиций.

Научный руководитель: к.т.н. А.В. Зуйков

КОРСИКОВ В.В.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

**ФОРМИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КЛАСТЕРОВ И
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ВО ФТОРОФОСФАТНЫХ
СТЕКЛАХ ПРИ ДВУХ – И ТРЕХ – ИОННОМ ОБМЕНЕ**

KORSIKOV V.V.

State Institute of Technology Saint Petersburg Russia

**FORMATION OF MOLECULAR CLUSTERS AND METALLIC SILVER
NANOPARTICLES IN FLUOROPHOSPHATE GLASSES
AFTER DOUBLE AND TRIPLE-ION EXCHANGE**

Большой интерес для решения задач фотоники представляет серебро, полученное в виде коллоидных частиц, тонких пленок, молекулярных кластеров и наночастиц, распределенных в объеме стекла. Одними из наиболее изученных объектов в стекле являются наночастицы серебра. Отличительное свойство наночастиц серебра – поверхностный плазмонный резонанс. Промежуточное звено между атомами/ионами серебра и наночастицами занимают молекулярные кластеры. Физические свойства молекулярных кластеров отличаются от металлического серебра, размер молекулярного кластера варьируется от 1 до 15 атомов серебра. Важной особенностью молекулярных кластеров серебра является люминесцентные свойства.

Один из методов внедрения серебра в стеклянную матрицу – метод низкотемпературного ионного обмена. Применение этого метода для других стеклообразных систем ограничено, что определяется их низкой термохимической устойчивостью к расплавам солей, используемым при ионообменной (ИО) обработке. Это определяет высокую актуальность разработки твердофазного ионообменного метода модификации поверхностных слоев фторфосфатных стекол и позволяет расширить функциональные характеристики материалов.

Целью работы было изучить формирование серебряных и медных наночастиц во фторфосфатном стекле при низкотемпературном двух ионном и трех ионном обмене. В результате проведения эксперимента, были сделаны выводы:

1) При проведении ИО из расплавов сохраняется отличное качество поверхности образцов фторфосфатных стекол, а также наблюдается высокая однородность ионообменного слоя, что свидетельствует о высокой химической стойкости данного состава к расплавам нитратов.

2) в результате проведения ИО в образцах формируются молекулярных кластеры серебра, о чем свидетельствует наличие интенсивной люминесценции. Причем в образцах после ИО $(Ag^+, K^+)_p \rightarrow Na^+_{ст}$ люминесценции наблюдается сильнее, чем при $(Ag^+, Na^+)_p \rightarrow Na^+_{ст}$;

3) в результате ТО в образцах после ИО $(Ag^+, K^+)_p \rightarrow Na^+_{ст}$ формирование наночастиц происходит быстрее, о чем свидетельствует увеличение оптической плотности в области поглощения поверхностного плазмонного резонанса.

Научный руководитель: д.х.н., профессор Е.В. Колобкова

СЫСОЕВ В.И., ЖУСУПОВА Ж.С., НИКИФОРОВА В.М.
Магнитогорский государственный технический университет
имени Г.И. Носова

**АКТИВНОСТЬ КАТАЛИЗАТОРА, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ
КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ СИДЕРИТОВ**

SYSOEV V.I., ZHUSUPOVA ZH.S., NIKIFOROVA V.M.
Nosov Magnitogorsk State Technical University

**ACTIVITY OF THE CATALYST OBTAINED BY INTEGRATED PROCESSING OF
HIGH-MAGNESIA SIDERITES**

Разработаны и опробованы в укрупненных лабораторных условиях принципы комплексной переработки высокомагнезиальных сидеритов, которые позволяют повысить долю их использования в металлургии и получать дополнительные товарные продукты [1]. Установлено, что на этапе обжига высокомагнезиальных сидеритов по запатентованной технологии [2] образуется пористый оксидный материал с развитой поверхностью и дефектной кристаллической структурой, что делает возможным его применение в качестве готового катализатора. Каталитическая активность полученного материала была исследована в отношении реакции конверсии этанола водяным паром и реакции конверсии углекислого газа водородом.

Основными продуктами каталитической конверсии этанола водяным паром в интервале температур 470 – 550 °С являются водород и ацетон, выходы которых на исследуемом катализаторе в целом сравнимы с аналогичными показателями на катализаторах CoO/MgO- и Cu/CeO₂, но при этом на нем обеспечивается более высокая конверсия этанола (максимально 97,4%) [3].

Установлено, что контактная масса, полученная путем комплексной переработки высокомагнезиальных сидеритов при температуре проведения каталитического процесса 820 °С проявляет высокую активность в реакции водяного газа. Возможная нагрузка по реагентам на катализатор может превышать 3800 ч⁻¹. Контактная масса после потери активности может быть направлена на агломерацию для дальнейшего использования в доменном процессе.

1. Клочковский С. П. Разработка физико-химических основ комплексного использования высокомагнезиальных сидеритов / С. П. Клочковский, А. Н. Смирнов, И. А. Савченко. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2015. №1 (49). С. 26–31

2. Пат. РФ №2536618. Способ переработки сидеритовых руд (Варианты) / Клочковский С. П., Смирнов А. Н., Колокольцев В. М. 2014.

3. Каталитическая активность продуктов обжига высокомагнезиальных сидеритов / А. Н. Смирнов, С. П. Клочковский, С. А. Крылова, В. И. Сысоев // Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. №3 с. 657 -663

Научный руководитель: к.х.н., профессор А.Н. Смирнов

ЖУСУПОВА Ж.С., НИКИФОРОВА В.М., СЫСОЕВ В.И.
Магнитогорский государственный технический университет
имени Г.И. Носова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В ПРИСУТСТВИИ ОКСИДНОГО
ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНОГО КАТАЛИЗАТОРА**

ZHUSUPOVA ZH.S., NIKIFOROVA V.M., SYSOEV V.I.
Nosov Magnitogorsk State Technical University

**INVESTIGATION OF THE THERMAL CONVERSION OF COAL TAR
USING AN OXIDE IRON-MAGNESIA CATALYST**

Каменноугольная смола (КУС) – перспективный источник большого количества химических соединений, широко применяющихся в качестве сырья для химической промышленности, угле- и нефтехимии и во многих других областях. Повышение эффективности переработки КУС может быть достигнуто за счёт применения каталитических технологий. В проводимых нами исследованиях в качестве катализатора процесса конверсии коксохимической смолы был использован материал, полученный в результате переработки природных высокомагнезиальных сидеритов по запатентованной технологии [1] - оксидный железо-магнезиальный катализатор. В ходе термической переработки КУС отбирались фракции с температурными интервалами кипения указанными в таблице 1.

Таблица 1 - Температурные интервалы отбора фракций КУС

№ фракции	1	2	3	4	5	6	7
Температурный интервал кипения, °С	До 180	180-230	230-270	270-350	350-410	410-450	450-500

Среди полученных фракций наибольшее увеличение выхода в присутствии катализатора наблюдалось для фракции 3 (пределы выкипания 230-270 °С).

Изучение компонентного состава фракций проводилось на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000», для чего предварительно была выполнена калибровка газохроматографического метода с использованием двух стандартных смесей углеводородов: смеси линейных алканов С8-С20 и смеси ПАУ (полициклических ароматических углеводородов).

В результате выполненных исследований установлено, что применение оксидного железо-магнезиального катализатора в процессе термической переработки каменноугольной смолы демонстрирует возможность повышения качества ее переработки за счет увеличения доли выхода более легких фракций. В частности, было отмечено повышение содержания некоторых индивидуальных компонентов, таких как нафталин, бензол, толуол и др.

1. Пат. РФ № 2536618. Способ переработки сидеритовых руд (Варианты) / Ключковский С.П., Смирнов А.Н., Колокольцев В.М. 2014.

Научный руководитель: к.х.н., доцент, С.А. Крылова

ОМАРОВ Ш.О.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

**MoO₃(WO₃)/ZrO₂ СИСТЕМЫ: ФОРМИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КАК
КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССАХ СВЯЗЫВАНИЯ БУТЕНОВ**

OMAROV Sh.O.

Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical university)

**MoO₃(WO₃)/ZrO₂ SYSTEMS: FORMATION AND APPLICATION HOW
CATALYSTS IN BUTENES COUPLING REACTIONS**

В настоящее время актуальным является поиск новых катализаторов для процессов связывания бутенов (алкилирования, олигомеризации) и гидроочистки с целью повышения качества автомобильных топлив. Существует достаточно много твердых суперкислотных систем на основе ZrO₂ (SO₄²⁻/ZrO₂, MoO₃/ZrO₂, WO₃/ZrO₂), которые потенциально могут быть применены как катализаторы указанных процессов.

Изучение MoO₃(WO₃)/ZrO₂ систем проводилось как с точки зрения генезиса физико-химических свойств, так и их каталитической активности в процессе алкилирования изобутана бутенами при варьировании условий получения катализаторов. Методами ДТА-ТГА, РФА и низкотемпературной сорбции N₂ показано, что увеличением содержания MoO₃(WO₃) вплоть до образования «монослойного» покрытия растет содержание тетрагональной формы ZrO₂, предпочтительной для получения активных кислотных катализаторов; параллельно происходит непрерывная перестройка мезопористой структуры. Методом ИК-спектроскопии сорбированного пиридина и адсорбции кислотно-основных индикаторов показана перестройка функционального состава поверхности: экспоненциальный рост числа брэнстедовских кислотных центров (БКЦ), принадлежащих MoO₃(WO₃) и нелинейное изменение количества и силы люьюсовских кислотных центров (ЛКЦ) на поверхности ZrO₂. Все указанные характеристики взаимосвязаны, а генезис всей системы обусловлен главным образом влиянием MoO₃(WO₃) на замедление кристаллизации аморфного ZrO₂. Выявлено, что присутствие аморфной составляющей вносит определенный вклад в пористую структуру, а формирование кислотного покрова поверхности начинает протекать уже на начальном этапе кристаллизации.

Показано, что каталитические свойства изученных систем в процессе алкилирования изобутана бутенами непосредственно связаны с функциональным составом поверхности катализаторов. Повышение содержания MoO₃ приводит к увеличению конверсии бутенов, селективности по реакциям димеризации бутенов и изомеризации н-бутенов до изобутана. Подобное поведение обусловлено сильным ростом числа БКЦ и падением числа ЛКЦ при повышении содержания MoO₃, т. е. из-за уменьшения доли ЛКЦ не происходит активации молекулы изобутана и замыкания цикла алкилирования. Также выявлено, что активность MoO₃/ZrO₂ и WO₃/ZrO₂ катализаторов не различается. Проведенные исследования показали, что MoO₃(WO₃)/ZrO₂ системы проявляют каталитические свойства в реакции димеризации бутенов. Дальнейшие исследования будут посвящены более подробному изучению как некоторых аспектов генезиса, так и поведения в процессе димеризации (олигомеризации) бутенов.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Н.А. Пахомов

ПОПОВ Д.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА Cu-Zn-Al КАТАЛИЗАТОРОВ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА

POPOV D.S.

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF Cu-Zn-Al CATALYSTS FOR THE PRODUCTION OF METHANOL

Метанол является ключевым сырьём для получения различных химических веществ, необходимых для основного неорганического и органического синтезов. В основном он используется в качестве сырья в производстве формальдегида, уксусной кислоты, органических соединений. Также метанол широко используется в газовой промышленности и может превращаться в обогащенный водородом газ для дальнейшей выработки электроэнергии. От рационального подхода к выбору катализатора получения метанола будет зависеть общая мощность цеха синтеза и, соответственно, выход готового продукта.

Работа посвящена разработке новых медьцинкалюминиевых катализаторов. В качестве методов получения предлагается использование механохимической и сонохимической методы. Свойства разрабатываемых катализаторов сравнивались с зарубежным аналогом и образцом, приготовленным по промышленной технологии.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы были применены методы исследований как рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, газовая хроматография, метод низкотемпературной адсорбции-десорбции азота.

С помощью сканирующей электронной микроскопии было установлено, что в состав промышленного катализатора марки К помимо основных компонентов входят также промотирующие добавки, находящиеся в виде соединений в нанодисперсионно-рентгеноморфной фазе.

Исследуемые промышленный катализатор, катализатор, приготовленный по промышленной технологии и медьцинкалюминиевый катализатор, полученный по авторской разработке имеют развитую удельную поверхность. Причем катализатор, полученный механохимическим методом, имеет более развитую поверхность, чем промышленный катализатор практически в два раза.

Путем обработки изотерм адсорбции-десорбции азота установлено, что в образцах отсутствуют микро- и макропоры, а имеется только мезопористая структура.

На каталитической установке высокого давления ПКУ-2 при заданных условиях определили каталитическую активность образцов катализаторов по степени превращения монооксида углерода.

При выполнении исследований привлекались ресурсы Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.Н. Румянцев

СМЫШЛЯЕВА К.И., ШАКЛЕНИНА В.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СУДОВЫХ ВЫСОКОВЯЗКИХ ТОПЛИВ**

SMYSHLYAEVA K.I., SHAKLENINA V.S.
St. Petersburg Mining University

**DETERMINATION OF THE COMPONENT COMPOSITION AND
PROPERTIES OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY RESIDUAL MARINE FUELS**

Судоходство является основой мировой торговли и на его долю приходится более 80% перевозимых грузов. Для осуществления международных перевозок в большинстве случаев требуется судовое остаточное топливо. Кроме того, возрастает мировой спрос на перевозки, соответственно, возрастает спрос на топливо, и увеличивается количество выбросов от его использования. В последние годы ужесточаются экологические требования к судовым топливам. Согласно правилам МАРПОЛ 73/78. Приложение VI к Конвенции «Правила предотвращения загрязнения воздушной среды с судов», установленным Международной морской организацией, с 1 января 2020 года содержание сернистых соединений не должно превышать 0,5% масс. Таким образом, существует необходимость разработки состава судового остаточного или высоковязкого топлива (СВТ), отвечающего действующим требованиям российских (ГОСТ 32510-2013) и международных (ISO 8217:2017) стандартов. Одним из технологически востребованных и экономически целесообразных может являться способ получения экологически чистых СВТ косвенной гидроконверсией, заключающийся в селективном компаундировании сернистых компонентов (нефтепродуктов прямогонных или термических процессов) и низкосернистых (продуктов процессов гидрогенизации и др.).

В ходе работы были изучены физико-химические свойства остаточных нефтяных фракций (гидрокрекинг остаток, висбрекинг остаток, гудрон), тяжелых дистиллятов (тяжелые газойли каталитического крекинга и замедленного коксования) и средних дистиллятов (прямогонная и гидроочищенная дизельные фракции, дизельная фракция с установки гидрокрекинга, легкие газойли каталитического крекинга и замедленного коксования). Также был определен и проанализирован их индивидуальный групповой углеводородный состав.

На основании полученных данных о свойствах нефтяных фракций, были разработаны 12 образцов СВТ, были определены их основные характеристики, такие как вязкость, плотность, расчетный индекс ароматизации, массовая доля серы, кислотное число, общий осадок после старения, температура текучести. Было установлено, что у всех полученных образцов содержание сернистых соединений меньше или равно 0,5% масс., что удовлетворяет перспективным требованиям Международной морской организации.

После сравнения полученных данных по качеству образцов с требованиями ГОСТ 32510-2013 (ISO 8217:2017) были исключены образцы, не соответствующие показателю общего осадка после старения. Общий осадок после старения является характеристикой стабильности судового топлива, способности не расслаиваться и не образовывать осадка при хранении. В несоответствующих данному требованию образцах при селективном компаундировании было решено заместить часть (30%) висбрекинг-остатка (носителя смолисто-асфальтеновых углеводородов) на 30% легкого газойля ка-

талитического крекинга (ЛГКК), так как ЛГКК содержит около 75% ароматических углеводородов, которые способствуют стабилизации смеси за счет растворения асфальтенов. Полученные при этом образцы удовлетворяют требованиям.

Кроме того, для установления зависимости стабильности топливной системы в судовых высоковязких (остаточных) топливах от их компонентного и углеводородного состава (в т.ч. содержания асфальтенов, парафинов, ароматических углеводородов) был разработан способ описания с использованием трехкомпонентной фазовой диаграммы.

Таким образом, в работе установлено, что процессом косвенной гидрогенизации возможно получать стабильное экологически чистое судовое остаточное топливо на базе двухкомпонентных и трехкомпонентных смесей. Для стабилизации двухкомпонентной смеси, состоящей преимущественно из асфальтенов и парафинов необходимо вводить третий компонент – фракцию богатую ароматическими углеводородами.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.К. Кондрашева

Автоматизация технологических процессов и производств

КУТЛЫЕВ И.И.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ. МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

KUTLYEV I.I.

National University of Science and Technology «MISIS»

AUTOMATIZATION OF MINING AND METALLURGICAL REGION. MACHINE VISION

В работе предлагается рассмотреть использование технологий машинного зрения для автоматизации процессов горно-металлургической области.

«Машинное зрение» — это одна из наиболее быстро развивающихся и востребованных областей применения искусственного интеллекта.

Руководством компаний внедряются автоматизированные системы, повышающие продуктивность работы предприятий, полезное рабочее время техники. Развитие цифровых технологий позволяет использовать автоматизированные системы транспортировки добываемого материала.

В России есть компании, которые уже успешно протестировали беспилотный карьерный самосвал. И ведут работу над проектом «Интеллектуальный карьер»

Разработана система для мониторинга качества и количества потока руды, позволяющий выбирать рациональный режим загрузки дробилок для снижения энергозатрат.

Интенсивное развитие интеллектуальных технологий в промышленности требует обсуждения и обмена опытом внедрения между специалистами различных предприятий металлургии. В настоящее время на предприятиях металлургической отрасли вставал вопрос организации контроля движения продукции и заготовок по территории предприятия, для этого разрабатываются и внедряются решения с использованием систем машинного зрения, которые идентифицируют металлопрокатные изделия на основе единого устройства обработки данных.

Инвестиции в машинное зрение и автоматизированные системы дают возможность модернизировать оборудование и быстро достичь ряда преимуществ, при производстве. При этом эти системы внедряют на различных этапах производства.

Необходимо изучить зарубежный опыт внедрения машинного зрения, автоматизации и уделить повышенное внимание на разработку, создание и внедрение автоматизированных технологий, для повышения безопасности и увеличения производительности на предприятиях горно-металлургической области.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Ческидов

САДЫКОВ Р.М.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ТЕЛЕОПЕРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

SADYKOV R.M.
St. Petersburg Mining University

**UTILIZATION OF ELEMENTS OF VIRTUAL REALITY SYSTEMS
FOR TELEOPERATOR CONTROL IN INDUSTRY**

В работе предлагается использовать элементы систем виртуальной реальности для телеоператорного контроля в промышленности. В качестве системы виртуальной реальности используется HTC VIVE Pro.

HMD устройство считывает положение головы оператора. Данные обрабатываются и выработанный сигнал посылается на сервоприводы, управляющие видео-аудиозаписывающей установкой.

Две камеры формируют 3D (трёхмерное) изображение позволит оператору точнее оценивать глубину и расстояние, и расположение предметов, для лучшей оценки ситуации и лучшего качества ручного управления.

Данная система обеспечивает управление положением камер и микрофонов согласно положению головы оператора. Установка повторяет движения головы оператора, что обеспечивает оперативность поворота камер в случае необходимости, для лучшей оценки текущей ситуации, удобность корректировки положения камер без дополнительного использования рук. Повышается область обзора, необходимая для оценки состояния пространства, в котором производятся работы.

Научный руководитель: к.т.н., доцент П.А. Петров

САСАРОВ В.А., ФЕДОРОВА М.А., МАЛОФЕЕВ Е.А.
Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева»

РАЗОМКНУТАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ

SASAROV V.A., FEDOROVA M.A., MALOFEEVE E.A.
P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

OPENED AUTOMATIC REGULATION SYSTEM TO REDUCE OIL VISCOSITY

В настоящее время одним из основных способов снижения вязкости нефти является её термический нагрев. Данный способ характеризуется относительно низкой эффективностью. Более перспективной является технология обработки нефти, заключающаяся в воздействии импульсного тока на нефть с целью снижения её вязкости.

Необходимость автоматизации данного процесса связана с необходимостью постоянно контролировать меняющиеся параметры системы, а именно: зазор между разрядными электродами, внешние условия среды (температура), давление в трубопроводе, а так же учитывать изначальную вязкость добытой нефти. Необходимо внедрение в установку системы автоматического регулирования (САР).САР позволит в автоматическом режиме регулировать мощность и частоту импульсов тока в зависимости от всех характеристик, влияющих на вязкость нефти, а так же регулировать зазор между электродами, по мере их износа.

В качестве первого варианта решения будем использовать разомкнутую САР. Это связано со сложностью настройки замкнутой САР в условии отсутствия точной модели технологического процесса снижения вязкости, которая, скорее всего, является не линейной. Предлагается разомкнутая САР, основанная на модели процесса снижения вязкости. Модель реализована в системе MATLAB и учитывает: исходную кинематическую вязкость нефти, её температуру и плотность.

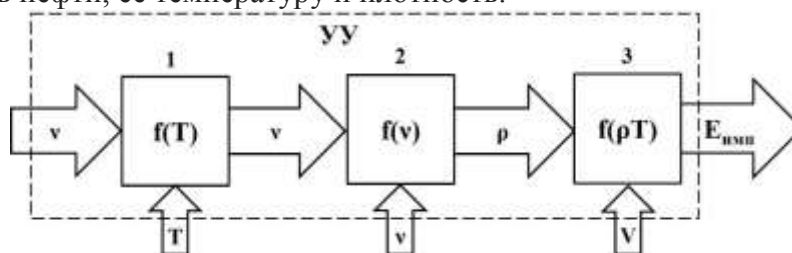


Рисунок 1 - Структура разомкнутой САР снижения вязкости.

УУ – устройство управления включает в себя 3 блока. 1 блок – зависимость вязкости от температуры: v – исходная кинематическая вязкость нефти ($\text{м}^2/\text{с}$), T – температура нефти (К), v – вязкость нефти с учетом температуры ($\text{м}^2/\text{с}$); 2 блок – зависимость плотности от вязкости: v – желаемая вязкость нефти ($\text{м}^2/\text{с}$), ρ – плотность нефти ($\text{кг}/\text{м}^3$); 3 блок – зависимость энергии от плотности: V – производительность установки ($\text{м}^3/\text{с}$), $E_{\text{имп}}$ – необходимая энергия импульсов для снижения вязкости ($\text{кДж}/\text{кг}$).

В дальнейшем планируется усовершенствовать модель снижения вязкости нефти импульсами тока, добавив в неё систему слежения за межэлектродным зазором, а так же она будет учитывать давление в трубопроводе.

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.В. Юдин

ШЕСТАКОВ А.К.
Санкт-Петербургский горный университет

**КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ КАТОДОВ В
КАТОДОСДИРОЧНУЮ МАШИНУ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

SHESTAKOV A.K.
St.Petersburg Mining University

**THE CONCEPT OF AUTOMATING THE PROCESS OF DOWNLOADING
CATHODES IN THE CATHODE STRIPPING MACHINE IN MANUFACTURING
COPPER WITH THE APPLICATION OF TECHNICAL VISION**

В работе описывается концепция автоматической системы загрузки катодов в катодосдибочную машину в производстве меди с применением технического зрения.

В практике электролиза известны способы отделения электролитически осажденного металла от матрицы без повреждения последней, что допускает ее повторное использование. Для выполнения этой операции на предприятиях установлены катодосдибочные машины. Для загрузки катодов в катодосдибочную машину используются цепной приемный конвейер и подающий конвейер. Роль подающего конвейера на производстве зачастую выполняют промышленные роботы-манипуляторы, работающие по заданным координатам.

Концепция предлагаемой автоматической системы загрузки катодов в катодосдибочную машину с применением технического зрения предполагает распознавание катодов с осажденной медью, находящихся на цепном конвейере при помощи камеры, установленной над конвейером. Система выделяет (распознает) объект по цвету, а затем вычисляет координаты объекта и посылает координаты роботу. Для выполнения данной процедуры (вычисления координат) предварительно требуется откалибровать камеру по известным координатам, а последующие неизвестные точки вычисляются при помощи метода двумерной интерполяции (нахождение промежуточных значений по имеющемуся набору известных значений). Робот захватывает катод и переносит его в катодосдибочную машину, координаты которой известны и не меняются.

Для моделирования процесса загрузки катодов используются: промышленный робот – манипулятор компании Mitsubishi MELFA RV-3SDB с шестью степенями подвижности, промышленная камера FESTO, калибровочная поверхность для камеры, макеты (масштабные модели) катодов, конвейера для катодов, а также макет катодосдибочной машины, распечатанные на 3D принтере. Программирование осуществляется на графическом языке G в программе LabView. Для обработки изображения используется toolbox NI Vision, а для управления роботом библиотека Mitsubishi Robotics Library.

Алгоритм работы автоматической системы загрузки катодов в катодосдибочную машину с применением технического зрения: 1) получение изображения с камеры; 2) преобразование изображения из RGB в HSL модель; 3) фильтрация изображения по интересующему тону цвета; 4) вычисление координат катода методом интерполяции; 5) отправка координат катода на цепном конвейере роботу манипулятору.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.В. Васильева

Обогащение полезных ископаемых

БАТЯЕВ Я.С.

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕАГЕНТОВ-ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ГРУППОВОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

BATYAEV Y.S.

Nosov Magnitogorsk State Technical University

DEVELOPMENT REAGENT CONDITIONS OF COAL FLOTATION USING REAGENTS FOAMING OF DIFFERENT CHEMICAL COMPOSITION

Актуальность данной работы обусловлено усовершенствование реагентных режимов флотации – улучшение подготовки и использование реагентов, а так же качественные показатели флотации. В качестве реагентов-вспенивателей были исследованы: кубовые остатки бутиловых спиртов («КОБС»), «Экофол», Кэтгол, 2-этил-гексанол.

В качестве реагентов-собираелей были использованы: «Газойль» и «Флотек». Вспениватель КОБС содержит в групповом химическом составе смесь алифатических спиртов (C_8-C_{12}), кетоны, альдегиды с температурой кипения 101-155 °С. Технический продукт «Экофол» представлен смесью 2-этил-1-гексанола, сложных эфиров, спиртов изостроения $C_{11}-C_{20}$, 2-(дицилокси)-этанола (28,0-28,3%) и олефинов ($C_{10}H_{20}-C_{20}H_{40}$). «Кэтгол» является кубовым остатком производства 2-этилгексанола, в котором содержится смесь спиртов алифатического и этиленового ряда, а также альдегидов с изостроением углеводородных радикалов.

В качестве реагента собирателя использовали легкий газойль каталитического крекинга (ЛГКК), который используется на ряде углеобогатительных фабриках РФ, а также технический продукт «Флотек», применяемый в настоящее время в качестве реагента собирателя на ЦОФ «Беловская» ООО «ММК-УГОЛЬ». Установлено, что показатели флотации угля зависят, как от применяемого реагента собирателя, так и от используемого реагента-вспенивателя. При использовании в качестве реагента собирателя «ЛГКК» установлено, что наиболее высокие показатели достигаются в случае применения в качестве реагента-вспенивателя «Экофол». При равном расходе реагентов в количестве 2,36 кг/т и расходе «Экофол» в количестве 0,2 кг/т извлечение горючей массы в концентрат повысилось на 1,1-4,8 % по сравнению с применением других реагентов-вспенивателей. При выходе концентрата 80,2% и его зольности 9,7% зольность отходов флотации составила 67,3%, что на 2,4-11,3 выше по сравнению с использованием других реагентов-вспенивателей. Применение собирателя «Флотек» подтвердили высокие показатели флотации угля в случае использования-вспенивателя «Экофол». Наиболее низкие показатели флотации угля получены в случае применения в качестве реагента-вспенивателя «Кэтгола». При выходе концентрата 75,4%, зольность отходов флотации составила 56%, что указывает на значительные потери органической массы углей с отходами флотации. Высокая флотационная активность-вспенивателя «Экофола» объясняется наличием в нем олефинов, обеспечивающих при их адсорбции на угольной поверхности повышение гидрофобности угольных частиц и их активную флотиримость. Данный реагент-вспениватель рекомендуется для использования на УОФ ООО «ММК-УГОЛЬ».

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Н. Петухов

ИСКУЖИНА А.И.
Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова

ИЗУЧЕНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕАГЕНТА ДФГ

ISKUZHINA A.I.
Magnitogorsk State Technical University G. I. Nosov

THE STUDY OF FLOTATION ACTIVITY OF THE REAGENT DPG

В настоящее время проблема извлечения золота из сульфидных руд коренных месторождений является актуальной, т.к. в последние годы вследствие отработки легкообогатимых богатых песков россыпей сохранение ежегодного производства золота возможно только с освоением труднообогатимых месторождений природного и техногенного происхождения, в том числе сульфидных руд.

При гравитационно-флотационном обогащении золотосодержащих сульфидных руд цветных металлов с высокой степенью сульфидности потери золота с отвальными хвостами составляют 15-60%, поскольку золото ассоциирует прежде всего с пиритом. Повысить эффективность флотационного извлечения золота в таких рудах возможно путем применения дополнительных собирателей обеспечивающих прочное гидрофобное покрытие взаимодействием с золотом.

Для проведения поисковых опытов в лабораторных условиях, сегодня используют оригинальные методики искусственного обогащения частиц пирита благородными металлами. В работе изучили влияние реагента дифенилгуанидина (ДФГ), способного образовывать устойчивые комплексные соединения с золотом, на флотируемость золотосодержащих частиц. Провели исследование изменения краевого угла смачивания, по абрису капли нанесённой на поверхность озолоченного пирита после контакта его поверхности с раствором ДФГ различной концентрации и с разным рН.

Наибольший краевой угол получен при концентрации ДФГ соответствующей расходу реагента 20 г/т. Он составил 68,9 градуса. Закономерности изменения краевого угла при повышении рН с 3 до 7 коррелируют с известной зависимостью снижения флотируемости пирита при повышении рН. Однако точка 10,7 рН выбивается из данной закономерности. Что учтено при проведении дальнейших флотационных опытов.

Провели открытые и замкнутые флотационные опыты на трех типах минерального сырья с использованием ДФГ в качестве дополнительного собирателя по схемам принятым для данного сырья на Сибайской обогатительной фабрике. Определены рациональные соотношения ДФГ и ксантогената. Результаты показали, что использование ДФГ приводит к повышению извлечения золота в концентрат при флотации медноколчеданных руд. При соотношении ДФГ: Кх= 2:1 потери золота с отвальными хвостами снижается на 1,5-1,7%.

Отмечено что использование ДФГ во всех случаях привело к повышению извлечения серебра.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Н.Н. Орехова

Д ЭЛИЯ К.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИИ
МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕАГЕНТОВ НА
ОСНОВЕ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ**

D'ELIA K.

National University of Science and Technology «MISiS»

**TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF COPPER-MOLYBDENUM ORES
FLOTATION WITH THE USE OF REAGENTS BASED
ON ACETYLENE ALCOHOLS**

Работа посвящена повышению эффективности флотации медно-молибденовой руды на обогатительной фабрике КОО «Предприятие Эрдэнэт» путем совершенствования реагентного режима. Реагенты ДК-80 (диметилэтилкарбинол) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}\equiv\text{CH}$ и ДМИПЭК (диметил(изопропенилэтинил)карбинол) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ были испытаны на руде текущей добычи и на фабричных коллективных концентратах в лабораторных условиях. Сочетание в структуре молекул реагентов солидофильной ацетиленовой и гидрофильной спиртовой групп придает им свойства собирателей-вспенивателей. Предполагаемый механизм действия заключается в том, что при взаимодействии реагентов с поверхностью минералов образуется металл-алкиновый комплекс. Результаты проведенных исследований показали, что применение собирателей на основе ацетиленовых спиртов эффективнее при дробной подаче, как в подготовительный цикл, так и в коллективный и селективный циклы флотации в сочетании с применяемыми реагентами на фабрике, в том числе, ВК-901 (диалкилдитиофосфат – диалкилтионокарбамат), АЕРО МХ-5152 (15 до 40 % аллилового эфира амилксантогеновой кислоты), дизельным топливом марки «Э» и МИБК (метилизобутилкарбинол). Применение реагентов на основе ацетиленовых спиртов в количестве 12 – 20 г/т позволяет повысить извлечение молибдена в молибденовый концентрат на 4 – 9 %, и меди в медный концентрат на 0,5 – 2 % по сравнению со стандартным реагентным режимом на обогатительной фабрике.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Т.И. Юшина

КРИЖАНОВСКАЯ Д.И.
Санкт-Петербургский горный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕСУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ

KRIZHANOVSKAYAD.I.
St. Petersburg Mining University

STUDY OF NON-SULFIDE FLOTATION PROCESSES

Актуальность данного исследования заключается в эффективном извлечении полезных компонентов с помощью внедрения и совершенствования технологических решений, а именно в улучшении качества железорудных концентратов.

Исследование направлено на изучение влияния аминореагентов на процесс несulfидной флотации железистых кварцитов.

Целью исследования является разработка и обоснование схемы переработки руд окисленных железистых кварцитов для интенсификации процесса флотационной сепарации железорудного концентрата после стадии магнитной сепарации.

Объектом исследования являлись мономинеральные навески диоксида кремния и железистые кварциты Михайловского месторождения (концентрат, полученный после магнитного обогащения). Реагентами для проведения лабораторных опытов по флотационной сепарации выбраны аминореагенты: катионные собиратели (Lilafлот, То-мамин), аминоктановая кислота.

Основным положением являлось использование способности диоксида кремния образовывать хелатные комплексы с кислород- и азотосодержащими органическими соединениями. Введение аминоктановой кислоты в процесс рудоподготовки осуществлялось с целью увеличения хемосорбции катионного собирателя на поверхности минерала.

В работе проведены лабораторные эксперименты, включающие в себя рудоподготовку и флотационное обогащение минерального сырья. Проведены исследования образцов железистых кварцитов и продуктов флотационной сепарации с применением прецизионных методов: рентгенофлуоресцентный анализ, метод ИК- спектроскопии, метод лазерной дифракции для определения гранулометрического состава образцов.

Установлено, что аминоктановая кислота в процессе измельчения выступает в качестве поверхностно-активного вещества, способствуя снижению прочностных свойств материала (эффект Ребиндера). Физико-химическая активация на данном этапе позволяет впоследствии большему количеству диоксида кремния переходить в водную фазу в виде «кремниевой кислоты», что обуславливает улучшенную хемосорбцию реагента - собирателя минералом при флотации.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Т.Н. Александрова

КУЗНЕЦОВ В.В.

Санкт-Петербургский Горный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

KUZNETSOV V.V.

Saint-Petersburg Mining University

SULPHIDE FLOTATION WITH USING OXIDANTS PROCESS MODELLING

Основным параметром при моделировании процесса флотации является мера интенсивности аэрации (S_b), характеризующий диспергирование газа в пульпе. Важность данного фактора состоит в прямой корреляции его с геометрическими размерами пузырьков и несущей способностью пузырьков. Особенность применения окислителей состоит в изменении окислительно-восстановительного потенциала системы и соответственно.

Цель. Оценить влияние интенсивности аэрации в ходе процесса сульфидной флотации с применением окислителей на эффективность разделения суспензий методом физического моделирования.

Базовые положения исследования. Необходимым условием успешного хода сепарации является большая вероятность столкновения и закрепления частиц экстрагируемых частиц, чем у не экстрагируемых. Для этого необходимо установить зависимость между потоком площади поверхности пузырьков воздуха в единицу времени для оценки количества пузырьков, способных участвовать в транспортировке частиц и интенсивностью аэрации.

Для решения данной задачи был смоделирован процесс формирования пузырьков воздуха в ходе процесса флотации в колонной флотомашине. Серия опытов представляла собой три серии опытов с вариацией количества подаваемого воздуха в установку с постоянным давлением подачи. Для оценки геометрических параметров пузырьков был применён метод фотографической съёмки, где на фотографиях процесса все пузырьки были обработаны в программном пакете Autodesk Autocad с приведением формы каждой проекции пузырька к эллипсу с размером малой полуоси равной среднему радиусу пузырька. Анализ распределения соотношения полуосей приведённых эллипсов фронтальных проекций пузырьков показал, что с уменьшением интенсивности аэрации форма пузырьков из близкой к сферической переходит в близкую к вытянутому эллипсу, затем снова возвращается в близкой к сферической. Чем форма пузырька ближе к сферической тем меньший объём занимает пузырёк. Поток площади поверхности пузырьков воздуха монотонно убывает с уменьшением расхода воздуха. При анализе полученных статистических данных было установлено, что при уменьшении интенсивности аэрации, несмотря на монотонное снижение диспергированности пульпы, средний диаметр пузырьков по Соутру достигает своё максимальное значение в исследуемом диапазоне и затем убывает. На основании данной зависимости была установлена зависимость между извлечением полезного компонента в пенный продукт и площадью поверхности пузырьков.

Развитие данной работы состоит в моделировании воздействия на процесс сепарации других параметров флотации, такие как реагентный режим и минералогический состав материала, и соотнесение их с полученными данными в этой работе.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Т.Н. Александрова

ПОКОТИЛО А.В.

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ МЕДИСТОГО КЛИНКЕРА ЧЦЗ

POKOTILO A.V.

Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov

STUDY ON CONCENTRATION OF COPPER CLINKER CHELYABINSK BRANCH

В условиях недозагруженности обогатительных фабрик Южного Урала, перерабатывающих медно-цинковые руды, в переработку вовлекаются горно-металлургические отходы. Одним из наиболее богатых горно-металлургических отходов по содержанию цветных и благородных металлов считается вельц клинкер - много-тоннажный отход-техногенное сырье, которое при наличии перспективной, конкурентной технологии можно считать ресурсом для извлечения цветных и благородных металлов. Основными составляющими клинкер фазами являются силикатная (фаялиты, стекло и др.) и железная (ферриты, металлическое железо, оксиды железа (магнетит, гётиты, и др.)), в которые заключена эвтектика минералов цветных металлов и сульфидов железа. Анализ исследовательских работ показывает, что альтернативной плавке технологией переработки клинкера считается обогатительное разделение по магнито-флотационным схемам. Магнитная сепарация позволяет выделить магнитные железо-содержащие фазы, с которыми в магнитный продукт переходит большая часть, содержащихся цветных и благородных металлов. Как показывают минералогические исследования благородные металлы в клинкере могут быть ассоциированы с триоллитом, не имеющим магнитных свойств, но значительно отличающимся от коксовой составляющей клинкера по плотности. Поэтому представляет интерес концентрирование благородных и цветных металлов гравитационными методами. Объектом исследований послужил лежалый клинкер и свежий Челябинского цинкового завода, доведенный до крупности - 1 мм. В лежалом клинкере массовая доля Cu - 2,57%, Au - 3,0 г/т, Ag - 99,8 г/т; в свежем Cu - 4,56%, Au - 5,7 г/т, Ag - 378,7 г/т. Разделения клинкера металлургического предприятия проводилось на концентрационном столе с изменением таких параметров как: расход воды от 20 до 25 л/мин, угол наклона деки стола от 8 до 12 градусов и регулирующее частоту колебаний деки напряжение, подаваемое на электродвигатель, от 160 до 220 В. Определены оптимальные условия, позволяющие перевести в тяжелую фракцию более 60% цветных и благородных металлов. Что на 2,5-4,2% больше, чем при магнитном разделении. По результатам обогащения клинкеров отмечена разница в обогатимости лежалого и свежего сырья. Лежалый клинкер в процессе длительного хранения претерпевает ряд изменений. Фазовый рациональный анализ показывает, что идет прирост окисленных форм меди, снижается содержание вторичных сульфидов меди. Наблюдается прирост содержания первичных сульфидов меди, абсолютное содержание сульфатной меди снижается (вероятно за счет процессов выщелачивания). Результаты флотационного эксперимента показали, что в случае лежалого клинкера, несмотря на более низкое извлечение меди в концентрат, удается получить кондиционный продукт. Перечистка концентрата, полученного при переработке свежего клинкера, повысила массовую долю меди в концентрате незначительно и не привела к достижению кондиции. Такой результат, вероятно, можно объяснить тем, что в результате самовозгорания лежалого клинкера, окисления и процессов выщелачивания происходит высвобождение техногенных минералов меди из железистой фракции.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Н.Н. Орехова

ПОТЕМКИН В.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ
ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ**

POTEMKIN V.A.
St. Petersburg Mining University

**USING SIMULATION TO JUSTIFICATION OF EFFECTIVE TECHNOLOGICAL
SOLUTIONS FOR GOLD SUSPENSIONS
BENEFICIATION**

Актуальность данного исследования обосновывает то, что запасы легкообогащаемых золотосодержащих руд истощаются, в переработку все больше вовлекаются упорные руды, характеризующиеся тонкой вкрапленностью ценного компонента в сульфидные минералы, наличием химических депрессоров золота, а также содержанием сорбционно активного углеродистого вещества.

В этой связи задача разработки эффективных технологических решений для обогащения руд является актуальной и имеет научную и практическую значимость в современных экономических условиях. Одним из методов разработки таких технологических решений является применение вычислительного эксперимента, позволяющего сократить трудозатраты, а также время исследований, за счёт избежания натурального моделирования.

В работе рассмотрены подходы к математическому моделированию процессов обогащения золотосодержащей пульпы. Получена модель гравитационного осаждения золотокварцевой пульпы, позволяющая с помощью универсального метода Лященко-Релея оценить скорость осаждения частиц, а также выявить характер влияния различных факторов на процесс осаждения. Посредством ПО Ansys рассмотрен процесс классификации в гидроциклоне. Обоснованы оптимальные параметры работы гидроциклона, необходимые для получения в сливе 90% продукта крупностью менее 0,074 мм. С помощью программного пакета JKSimFloat была проведена оптимизация флотационного процесса посредством варьирования таких параметров как удельная интенсивность аэрации и время пребывания пульпы камере флотомашины для максимизации извлечения ценных компонентов в концентрат.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Т.Н. Александрова

ЯКОВЛЕВ С.В.

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ
РЕАГЕНТОВ-СОБИРАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ГРУППОВОГО ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ**

YAKOVLEV S.V.

Nosov Magnitogorsk State Technical University

**DEVELOPMENT REAGENT CONDITIONS OF COAL FLOTATION USING
REAGENTS-COLLECTORS OF DIFFERENT
CHEMICAL COMPOSITION**

В работе проводились исследования флотации угольной мелочи с использованием реагентов собирателей:

- легкий газойль каталитического крекинга (ЛГКК), «Тримеры пропилена» и «Нефрас А-150/330».

Реагенты собиратели отличались групповым химическим составом. В качестве реагента вспенивателя применяли кубовые остатки производства бутиловых спиртов.

Наиболее высокие показатели флотации угля получены в случае применения в качестве реагента собирателя «Нефрас А-150/330», содержащего арены, что обеспечивает повышенную адсорбцию реагента и улучшение флотиремости углей. Для получения высоких показателей продуктов флотации рекомендуется поддерживать следующий реагентный режим: реагент-собиратель «Нефрас А-150/330» при расходе 1,35-1,45 кг/т с реагентом-вспенивателем «КОБС» в количестве 0,100 кг/т. Это позволяет получить концентрат с зольностью 9,5%, удовлетворяющей требованиям коксохимического производства, а также повысить извлечение горючей массы в концентрат до 95,6% и увеличить зольность отходов до 75,8% по сравнению с использованием других реагентов собирателей.

Применение реагента собирателя «Нефрас» А-150/330» позволит снизить потери органической массы угля с отходами.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.Н. Петухов

**Секция 6. ОБОРУДОВАНИЕ, ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА**

Машиностроение

ГОЛУБЕВА Н.М.

Тверской государственной технической университет

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ
МАШИН CVD-МЕТОДОМ**

GOLUBEVA N.M.

Tver State Technical University

**SAFETY DURING THE METALLIZATION OF PARTS OF MINING
MACHINES OF CVD-METHOD**

Применение CVD-метода для упрочнения деталей, работающих в условиях абразивного и коррозионно-механического изнашивания, является одним из перспективных направлений повышения ресурса горных машин.

Особенностью CVD-метода является механизм образования металлических структур на поверхности подложки, благодаря которому могут быть получены покрытия с оптимальным сочетанием значений прочности сцепления, микротвердости и шероховатости. Однако некоторые виды исходных реагентов металлизации характеризуются высокой степенью опасности для окружающей природной среды и здоровья человека.

Обеспечение требований безопасности металлизации в работе достигнуто за счет автоматизации процесса, оснащения установки для нанесения металлических покрытий системами блокировки и сигнализации. Экологическая безопасность CVD-метода обеспечивается герметизацией оборудования и ведением процесса по замкнутому циклу. Разработанное аппаратное оформление CVD-метода планируется внедрять на предприятиях, специализирующихся на восстановлении и упрочнении деталей машин.

Научный руководитель: д.т.н., доцент Л.В. Козырева

КНЯЗЬКИНА В.И.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСМИССИЙ
КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ УЛУЧШЕНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО
РЕЖИМА СМАЗКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
РЕСУРСОопРЕДЕЛЯЮЩИХ СОПРЯЖЕНИЙ**

KNYAZKINA V.I.
St. Petersburg Mining University

**IMPROVING THE OPERATION CAPACITY OF TRANSMISSIONS OF
CAREER EXCAVATORS BY IMPROVING THE OPERATIONAL MODE OF
LUBRICATION OF THE WORKING SURFACES OF
RESOURCE-DETERMINING STRESSES**

На сегодняшний день развитие горнодобывающей отрасли невозможно представить без эксплуатации и применения горных машин повышенной надежности и мощности горнодобывающего оборудования. Как показал анализ опыта эксплуатации основной причиной отказа карьерных экскаваторов является повышенный износ ресурсоопределяющих трибосопряжений трансмиссий. Для обеспечения нормальной работы трансмиссий экскаваторов, в тяжелых условиях их эксплуатации смазка должна гарантировать разделение контактирующих поверхностей, предотвращать задиры и заедание, снижать интенсивность износа. Выбор соответствующего типа смазки для карьерного экскаватора и отдельных его механизмов имеет решающее значение для рабочего состояния машины, но не менее важным является также выбор системы смазки. Инновационным решением в этом вопросе является обеспечение доставки лубриката в трибосопряжение по каналам системы смазки, по его состоянию, определяемому величиной акустико-эмиссионного сигнала трения.

В рамках стратегии технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию, осуществляя технологию регламентных работ по техническому обслуживанию горной техники и выявлению дефектов ресурсоопределяющих сопряжений возможно осуществлять эффективную очистку и восстановление свойств, как масел и смазок, так и рабочих жидкостей гидравлических экскаваторов. Для чего целесообразно применение регенерационных установок и бортовых системам диагностики, позволяющие фиксировать сигналы акустико-эмиссионного диапазона для оценки состояния систем карьерных экскаваторов при его работе. Данное устройство автономно, что служит преимуществом для использования на карьерной горнодобывающей технике и не требует больших затрат времени на настройку. Кроме того, может успешно применяться при проведении технического обслуживания и ремонта при проведении как регламентных, так и сезонных работ. Предложенный подход обеспечивает проведение работ по замене и очистки масел в безопасном режиме, снижает риски разливов нефтепродуктов и аварийных отказов карьерных экскаваторов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Л. Иванов

МАЛЫШЕВ А.В.

Тюменский индустриальный университет

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ
РЕЗАНИЕМ**

MALYSHEVA.V.

Tyumen Industrial University

IMPROVING THE EFFICIENCY OF METAL CUTTING

В настоящее время для обеспечения конкурентоспособности продукции, современные машиностроительные предприятия стремятся к обеспечению максимальной эффективности своей основной деятельности. Для обеспечения этой эффективности необходимо минимизировать потери и затраты производственных процессов. Ввиду высокой стоимости станко-минуты современного металлообрабатывающего станка, на эффективность обработки металлов резанием, влияют режимы обработки. Практика показывает, что рекомендации ведущих инструментальных фирм, а также справочные данные, не всегда обеспечивают рациональные режимы обработки. Это приводит к поломкам инструмента, а иногда и к браку в изделии. Можно провести стойкостные испытания, для подбора наиболее подходящих режимов, но это достаточно затратный по времени и средствам процесс. При назначении рациональных режимов обработки необходимо учитывать физико-механические характеристики инструментальных и обрабатываемого материалов, которые могут значительно изменяться под влиянием температуры в процессе резания материалов. В данном исследовании представлена экспериментальная установка для диагностики сменных режущих пластин в лабораторных условиях и проведены исследования по определению изменения электромагнитных свойств при воздействии высоких температур на инструментальные твёрдые сплавы. Данная установка позволит определить рациональные режимы обработки на основе определения закономерности изменения электромагнитных свойств инструментальных твердых сплавов. Что позволит повысить эффективность обработки металлов резанием, причемне проводя дорогостоящих стойкостных испытаний.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.М. Тверяков

МАЛЮШИН И. М.

Санкт-Петербургский Горный университет

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ
ПРИ КОНТРАСТИРОВАНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

MALYUSHIN I. M.

Saint-Petersburg Mining University

**OPTIMISATION OF LASER MARKING MODES USING FORMETAL SURFACES
CONTRASTING**

На кафедре МТХИ для возможности лазерной маркировки изделий с целью их защиты от контрафакта под руководством профессора Е. И. Пряжина был разработан значительно более емкий двухмерный код с ультраплотной записью, названный Нанобар-код. Сущность процесса лазерной маркировки заключается в изменении поверхности маркируемого материала под воздействием лазерного излучения. Метод лазерной маркировки обладает высокой гибкостью и технологичностью, т.к. управление лазерным излучением может осуществляться в пространстве и времени, а так же регулироваться энергия самого излучения. Особого внимания требуют режимы лазерной маркировки, то есть совокупность всех заданных параметров. Из огромного множества вариантов лишь единицы могут показать оптимальный результат при применении на определенном материале, и в то же самое время могут совершенно не подходить для обработки другого материала, что говорит о строгой индивидуальности режимов обработки для каждого материала. Технологические режимы лазерной маркировки отличаются высокой степенью адаптации к особенностям поверхностей обрабатываемых изделий, возможностью автоматизации, высокими механическими и физико-химическими свойствами надписей. Благодаря этим достоинствам лазерную маркировку можно рекомендовать как предпочтительный метод нанесения изображений на детали сложной конфигурации и с особыми свойствами. Например, при использовании лазерной маркировки существует проблемы бликования маркируемой и маркированной поверхностей, химической и физической неустойчивости формируемого покрытия, четкости и контрастности отпечатка, что является наиболее важным фактором для корректного считывания кода. С целью устранения проблем, связанных с бликованием маркированной поверхности в результате ее микроструктурирования, был разработан метод перекрестного нанесения изображений с одинаковой линеатурой – шагом единичного линейного прохода лазерного луча – при различном повороте поля маркировки. Результатом данного этапа разработки является возможность нанесения как монохромных, так и цветных изображений с высокой степенью контраста между необходимыми цветовыми тональностями на металлические поверхности. Для выявления закономерностей и определения наиболее оптимальных режимов лазерной маркировки были проведены исследования воздействия лазерного излучения различных конфигураций на различные материалы, изучено множество комбинаций параметров лазерной установки и типов поверхности. Был проведен колористический анализ цветов и их контрастности, полученных в результате воздействия лазерного излучения на металлические поверхности. В результате исследований была создана база наиболее оптимальных режимов лазерной установки для маркирования поверхностей различных материалов и точной регуляции цвета создаваемого отпечатка, его контрастности и четкости, определен способ преобразования кода с целью многократного увеличения его емкости, формирования многоцветного матричного кода – цветного нанобар-кода, с использованием преобразования трехмерного объекта в двухмерный, позволяющего одно-

значно идентифицировать объект, защищать с использованием криптографических функций содержащуюся в нем информацию, а также считывать и дешифровать такие коды с использованием уже существующего программного обеспечения.

Научный руководитель: д. т. н., профессор Е. И. Пряхин

МИХАЙЛОВ А.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ, ОБРАБОТАННОЙ
ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМОЙ**

MIKHAILOV A.V.

St. Petersburg Mining University

**DETECTION OF FACTORS THAT CAUSE A NEGATIVE IMPACT ON THE
STAINLESS STEEL PRODUCTS, PROCESSED BY LASER SYSTEM**

Современные производства требуют введения прогрессивных технологий маркировки продукции для промышленной и транспортной логистики, что в разы упрощает контроль объема и качества выпускаемых изделий. Методы нанесения маркировки прошлых лет с помощью краски, чеканки или самоклеящихся этикеток в силу недолговечности повсеместно оттесняются перспективным методом лазерной маркировки. Данный метод заключается в обработке поверхности материала промышленным лазерным маркером. Из всех существующих способов маркировки, лазерная – наиболее технологичный, современный и гибкий метод, позволяющий управлять лазерным излучением, регулировать его энергетические параметры, что позволяет подвергать маркировке широкий спектр изделий из различных материалов: металлы, пластики, сплавы, дерево, кожа, резина и т.д. Маркировка осуществляется качественно, быстро и точно. Широкое применение получили изделия из коррозионностойкой стали: столовые приборы, сантехника, бытовое и промышленное оборудование для переработки и временного хранения продуктов питания, посудомоечные и стиральные машины, которые успешно маркируют при помощи лазерного луча. Подобные изделия регулярно подвергаются агрессивному воздействию со стороны специальных чистящих и моющих средств на основе сильных щелочей, кислот и ПАВ. Целью исследовательской работы являлось комплексное исследование влияния лазерной маркировки на свойства коррозионностойкой стали 08X18H10. Было изучено влияние маркировки на стойкость стали к межкристаллитной, питтинговой и общей коррозии при воздействии кислот, щелочей и солей, сильнодействующих бытовых моющих и дезинфицирующих средств, кипящей водопроводной воды со значением водородного показателя в диапазоне от pH 1 до pH 12. По результатам исследования были выявлены основные агрессивные среды, пагубно влияющие на срок службы изделий из коррозионностойкой стали: щелочные чистящие средства и моющие растворы, содержащие ионы хлора. Данные исследования в полной мере раскрывают проблемы использования лазерной маркировки изделий из коррозионностойкой стали и дают достаточную информацию для дальнейшего анализа, модернизации и корректировки процессов нанесения маркировки и режимов ухода за обработанными изделиями. Таким образом, при внедрении лазерной маркировки требуется тщательный анализ среды применения данного изделия, сопутствующий выбор режима нанесения, а также разработка мероприятий по уходу и очистке.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Сивенков

НИКИТИНА В.О.

Санкт-Петербургский горный университет

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ
МЕТАЛЛОВ ИЗ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ДИФФУЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ.**

NIKITINA V.O.

St. Petersburg Mining University

**CREATING A MODEL OF DIFFUSION DEPOSITION OF METAL COATINGS
FROM MELTS OF LOW-MELTING METALS**

Получение диффузионных покрытий из среды жидкометаллического раствора основано на изотермическом переносе массы компонентов, находящихся в твёрдой фазе (металл изделия и элемент покрытия) через разделяющую их жидкостную фазу (транспортный расплав). Характер переноса находится в существенной зависимости от физико-химических процессов, которые определяются насыщающей средой и составом основного металла. Предметом исследований являлись образцы и изделия марок СтЗкп, Сталь45. В качестве транспортного расплава использовался свинец гранулированный ЧТУ 6-09-02-557-95. Покрытия формировались на основе никеля марки НП1.

Основными данными, необходимыми для оценки кинетики процесса диффузионного насыщения при получении покрытий из жидкометаллических сред, являются: коэффициенты диффузии, энергии активации процесса, изменение концентрации или потока диффузанта на поверхности и распределение его концентрации в диффузионной зоне, и др. По значениям графика концентрации распределения диффузанта в диффузионном слое находится эффективный коэффициент диффузии. После нахождения эффективного коэффициента диффузии, для получения эмпирических формул, позволяющих определить толщину покрытия в зависимости от температуры и времени диффузионного насыщения необходимо преобразовать равенство:

$$\delta = K\sqrt{D\tau}.$$

После проведения преобразований вычисленные значения энергии активации диффузии Q позволили получить эмпирическую формулу для определения толщины диффузионного слоя δ от температуры T и времени диффузионного насыщения τ :

$$\delta = K\sqrt{A} e^{\left(-\frac{Q}{RT}\right)} \sqrt{\tau}.$$

Пользуясь этой формулой можно вычислить глубину слоя при различных температурах и времени процесса диффузионного насыщения. При определении значения $K\sqrt{A}$ в формулу подставляется величина толщины слоя, полученная экспериментально при определенной температуре и времени процесса. После проведенного исследования рассчитаны эффективные коэффициенты диффузии никеля для сталей, а также определена энергия активации диффузии для сталей.

Получены эмпирические формулы для определения толщины диффузионного слоя от температуры и времени насыщения процесса:

$$\text{для стали 45: } \delta = 0,134 * e^{\left(-\frac{2856,68}{T}\right)} \sqrt{\tau} \text{ мм};$$

$$\text{для стали СтЗкп: } \delta = 0,27 * e^{\left(-\frac{4047,67}{T}\right)} \sqrt{\tau} \text{ мм}.$$

Использование полученных результатов может позволить на практике обеспечить эффективное использование нанесение диффузионных покрытий из жидкометаллических растворов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Сивенков

ПЛАЩИНСКИЙ В.А.
Санкт-Петербургский горный университет

О ПАРАМЕТРАХ УДАРА БОЙКА СОСТАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ

PLASHCHINSKIY V.A.
St. Petersburg Mining University

PARAMETERS OF STRIKE STRUCTURE HIT

С помощью скоростной видеосъемки оценивалась величина отскока стального бойка цилиндрической формы с конусообразным заострением с площадкой притупления радиусом R_1 при свободном падении и ударе о пластину хрупкой породы (известняка). Определялась убыль массы ($\pm 0,0001$ г) пластины в результате удара. В другой серии опытов подобные измерения проводились с использованием бойка аналогичной формы, но имеющего полость, в которой находилась стальная вставка с конусообразным заострением с площадкой притупления радиусом R_2 . Массы исходной и составной конструкции бойка существенно не различались.

Установлено, что при падении бойка составной конструкции среднее значение отскока составляет величину (95 ± 10 мм), примерно в 1,6 раз меньшую по сравнению с цельным бойком (150 ± 10 мм), что может свидетельствовать о более высокой доле энергии удара бойка составной конструкции, затрачиваемой на разрушение породы (29% по сравнению с 25%).

Возможное объяснение полученных результатов было получено, исходя из анализа максимальной силы N_m и времени удара t_m указанных конструкций бойка, рассчитанных с использованием уравнений классической теории удара профессора В.Б. Соколинского по формулам:

$$N_m = \sqrt{2gA},$$

где $g = \frac{4(RE)}{3(1-\mu^2)}$ - контактная жесткость подложки (472 мН/м - для составной конструкции и 179,2 мН/м для цельного ударника);
 A - кинетическая энергия удара, Дж;

$$t_m = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{g}},$$

где m - масса ударника, кг;

Оказалось, что в случае бойка составной конструкции, из-за большей суммарной жесткости системы, сила удара в 1,9 раз превышает величину N_m для цельной конструкции при меньшей продолжительности t_m (9,6 мкс по сравнению с 15,4 мкс).

Таким образом, применяя составную конструкцию бойка, мы выигрываем в силе N_m и увеличиваем долю энергии удара, затрачиваемой на разрушение породы.

Полученные результаты планируется использовать при разработке бил молотковых дробилок повышенной эффективности.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Болобов

САЛТЫКОВ О.А.

Тюменский индустриальный университет

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНООБРАБОТКИ
ЕЛОЧНОГО ПАЗА ДИСКА 2 СТУПЕНИ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ
РУ 19-А300**

SALTYKOV O.A.

Tyumen Industrial University

**IMPROVEMENT OF PROCESSING TECHNOLOGY FUR-TREE GROOVE DISK 2
STAGES OF THE TURBOJET ENGINE RU 19-A300**

В работе представлена усовершенствованная технология механообработки елочного паза диска 2 ступени турбореактивного двигателя РУ 19-А300. Проведено сравнение старой и новой технологии по технико-экономическим показателям. Представлена новая схема резания инструмента и его конструкция.

Обработка пазов на цилиндрической поверхности может осуществляться различным инструментом – фрезами, долбьяками, протяжками. В общем машиностроении, с требованием к точности обработанной поверхности по 9 – 10 квалитету, и требованием к качеству обработанной поверхности по 3 – 5 классу шероховатости, обработку можно производить фрезами. Но при обработке авиационной детали, с требованием к точности обработанной поверхности по 7 квалитету и требованием к качеству обработанной поверхности по 6 классу шероховатости фрез недостаточно, чтобы избежать увеличения количества операций, обработку производят протяжками.

Старая технология предполагает использование 14 протяжек, для обработки елочных пазов. В усовершенствованной технологии их количество уменьшено до 1 протяжки. Это стало возможным из-за новой конструкции протяжки, которая использует комбинированную схему резания. А также из-за введения в технологию дополнительной подготовительной операции.

Благодаря этому время на операцию будет уменьшено в 14 раз. Затраты на инструмент уменьшатся не менее чем на 80%. Будет достигнута большая точность обработки, поскольку исчезнет необходимость смены инструмента на операции, предполагаемая старой технологией.

Для проектирования инструмента была использована программа «КОМПАС-3D V16». С ее помощью так же была выполнена деталь и заготовка, что позволило проектировать инструмент с учетом всех особенностей конструкции детали.

Научный руководитель: старший преподаватель А.И. Стариков

САУКОВ Н.А.

Тюменский индустриальный университет

**РАЗРАБОТКА, РАСЧЕТ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТАНОВКИ
КРИОГЕННОГО РЕЗАНЬЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

SAUKOV N.A.

Tyumen Industrial University

**DEVELOPMENT, CALCULATION AND ECONOMIC EVALUATION OF
INSTALLATION OF CRYOGENIC CUTTING IN INDUSTRY**

Криогенное резанье – новый способ резки материала, использующий жидкий азот под большим давлением. С помощью такой установки можно резать любой материал в независимости от его толщины. Установка для криогенного резанья может быть легко адаптирована для удаления различного покрытия или напыления с материала (краска, ядерные отходы и пр.). Возможно применение в сфере поверхностного упрочнения материала. В связи с этим тема является, несомненно, актуальной.

Целью работы является разработка, расчет и экономическое оценка установки криогенной резки в условия России. Для реализации данной цели были выполнены следующие задачи: разработаны требования для установки криогенного резанья, спроектирована установка криогенного резанья нового типа, произведена модификация форсунки, смоделированы параметры сверхзвуковой криогенной струи, произведено сравнение данного устройства с существующими аналогами, сделана экономическая оценка установки.

Разработка нового типа резанья потребовала уточнения технических требований к установке и процессу в целом. Были произведены расчёты силы резанья криогенной струи и сделаны выводы о необходимых входных параметрах для моделирования установки.

Далее было проведено проектирование установки криогенного резанья в САПР на базе существующих технических решений. Новый тип резанья потребовал применение нового сопла – была произведена модификация существующей форсунки для применения её в спроектированной установке.

Для проверки работы смоделированной установки была произведена симуляция сверхскоростной криогенной струи, произведен расчёт оказываемого струей эффекта на материал.

Для внедрения в реальное производство у установки должен быть положительный экономический эффект. Было проведено сравнение криогенной резки с существующими аналогами и осуществлена экономическая оценка данного типа резки.

В случае получения успешных результатов материалы исследования могут быть использованы для формирования заявки на патентование с целью повышения инновационного потенциала региона и страны в целом; для повышения эффективности технических процессов резки, снятия покрытия, упрочнения материалов; снижении затрат; исключение неоправданных человеческих жертв за счёт применения более безопасной технологии; снижении негативного эффекта на экологию.

Научный руководитель: старший преподаватель А.И. Стариков

СЕВАГИН С.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ
ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ГОРНЫХ МАШИН**

SEVAGIN S.V.

National University of Science and Technology «MISIS»

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF EFFICIENT METHODS OF FINISHING
TREATMENT WITH THE PURPOSE OF INCREASING WEAR RESISTANCE OF
RODS OF HYDROCYLINDERS OF MINING MACHINES**

В горных машинах достаточно широко применяются объемные гидроприводы поступательного движения, в частности, поршневые гидроцилиндры, выходным и наиболее нагруженным звеном которых является шток. Одной из важнейших и актуальных задач, стоящих перед горным машиностроением, является производство штоков с высокими эксплуатационными свойствами, что определяет необходимость усовершенствования технологии их изготовления.

Для повышения износостойкости рабочих поверхностей штоков традиционно применяют поверхностную закалку с последующим хромированием. При этом параметры точности исполнительных поверхностей достигаются в процессе круглого шлифования, проводимого перед осаждением покрытий, а требуемую шероховатость поверхности в базовом варианте технологии изготовления получают, как правило, отделкой полированием после хромирования.

Известно, что в вопросах обеспечения высокой износостойкости детали определяющее значение имеют как физико-механические свойства материала поверхностного слоя, так и геометрическая точность, шероховатость и микрорельеф рабочей поверхности, формируемые отделочной обработкой.

Исследование геометрической точности цилиндрических образцов из стали 40Х после осаждения покрытия показало, что в ряде случаев хромирование приводит к появлению недопустимой погрешности формы в виде овальности. При этом полученный допуск формы оказывается практически равным допуску на размер, что недопустимо для штоков, точность поверхностей которых соответствует IT7-IT8. Традиционной обработкой полированием устранить формируемую погрешность не представляется возможным. В связи с этим отделочную обработку хромированных образцов выполняли в одном случае твердым точением резцами, оснащенными неперетачиваемыми пластинами из кубического нитрида бора, в другом – алмазным выглаживанием. Так, в результате обработки точением, были обеспечены требуемые параметры геометрической точности цилиндрических образцов, при этом шероховатость Ra обработанных поверхностей варьировалась в пределах 0,32...0,26 мкм. При алмазном выглаживании, выполненном сразу после хромирования, шероховатость поверхностей Ra составила 0,4...0,32 мкм, наряду с формированием регулярного микропрофиля, при степени упрочнения поверхностного слоя, равной 20 - 26%.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.У. Мнацаканян

СЕРДИУК Н.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ ФЛЮСОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОСАЖДЕНИЯ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ РАСПЛАВОВ ЛЕГКОПЛАВКИХ
МЕТАЛЛОВ**

SERDIUK N.A.
St. Petersburg Mining University

**THE USE OF FLUX IN THE TECHNOLOGY OF DEPOSITION OF METAL
COATINGS FROM MELTS OF LOW-MELTING METALS**

Внедрение и разработка новых ресурсосберегающих технологий предъявляют повышенные требования к используемому оборудованию и материалам в современном машиностроении. Коррозионная стойкость является одним из ключевых показателей, предъявляемых к продукции машиностроения и оборудованию нефтегазового и горнодобывающего комплекса. Для решения задачи борьбы с коррозией в настоящее время используют различные способы и методы нанесения защитных покрытий. Наиболее перспективным является химико-термическая обработка из жидкой фазы, связанная с диффузионным насыщением поверхностных слоев изделий различными химическими элементами. Данный метод позволяют сократить длительность технологического процесса и эффективно влиять на эксплуатационные свойства поверхностных слоев изделий.

К настоящему времени проведены исследования по нанесению покрытий с использованием легкоплавких металлов без применения флюсов в вакуумных установках. В исследовательской работе поставлена задача нанесения покрытий в открытых установках с использованием флюсов. В данной технологии важными составляющими являются обоснование выбора состава флюса, защищающего поверхность расплава, и защита термического оборудования от продуктов парения расплава. Эти вопросы к настоящему времени подробно не изучены. Хотя именно они будут значительно влиять на характеристику коррозионной стойкости при использовании технологии осаждения металлических покрытий из расплавов легкоплавких металлов.

В связи с этим целесообразно провести теоретический анализ и ряд экспериментальных исследований по подборке состава флюсов и условиях их применению.

Выполнение указанных экспериментальных исследований даст возможность разработки новой ресурсосберегающей технологии, позволяющей за счет комплексного легирования поверхностных слоев изделий обеспечивать высокую коррозионную стойкость изделий машиностроения и оборудования нефтегазового и горнодобывающего комплекса.

Научные руководители: д.т.н., профессор Е.И. Пряхин; к.т.н., доцент А.В. Си-
венков

ШЕВЧЕНКО Р.А.

Сибирский государственный индустриальный университет

**НОВЫЙ СПОСОБ СВАРКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
РЕЛЬСОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ**

SHEVCHENKO R.A.

Siberian State Industrial University

**NEW METHOD OF WELDING AND HEAT TREATMENT OF RAILWAY RAILS
FOR HIGH-SPEED MOVEMENT**

Бесстыковой путь – наиболее прогрессивная конструкция верхнего строения пути, главным преимуществом которого является возможность практически полной ликвидации стыков, что значительно уменьшает динамические силы и снижает сопротивление движению поездов. В РФ производство рельсовых плетей для бесстыкового пути осуществляют электроконтактным способом сварки. Выход из строя сварного стыка рельсов ведет к большим экономическим потерям. За 2016 год 30,9 % изломов рельсов произошло по причине излома по сварному стыку, изъято 14,8 % остродефектных рельсов из-за дефектов сварки и 17,7 % дефектных рельсов так же из-за дефектов сварки.

При электроконтактной сварке рельсов, так же, как и при остальных видах сварки производится нагрев и последующее охлаждение металла в зоне термического влияния (ЗТВ). Ускоренный нагрев в зоне сварного соединения и дальнейшее быстрое охлаждение ЗТВ в локальных участках с увеличенным содержанием таких легирующих элементов, как хром, никель и углерод, приводит к образованию недопустимой структуры мартенсита. Это служит причиной получения дефектов в металле сварного соединения (усталостные трещины в головке, шейке и подошве рельса и последующий хрупкий изломом). Для исключения дефектов производят локальную индукционную термообработку - сварной стык нагревают до аустенитного состояния и производят выдержку. Далее производят закалку головки рельса с помощью сжатого воздуха и нормализацию шейки и подошвы рельса. Так же данному способу термической обработки присущи следующие недостатки: появление новых зон термического влияния, одностороннее охлаждение, недостаточная глубина прогрева при термической обработке, дополнительные затраты на оборудование и обслуживающий персонал.

В условиях СибГИУ разработан способ, позволяющий исключить дополнительную термообработку сварного соединения рельсов. Сущность способа заключается в том, что после осадки и охлаждения сварного стыка в момент достижения необходимой температуры, производится изотермическая выдержка путем пропускания импульсов переменного электрического тока через сварной стык с помощью рельсосварочной машины. Время выдержки определяется инкубационным периодом образования необходимой структуры и регулируется количеством импульсов тока. Преимущества способа: в 2 раза снижается зона с пониженной твердостью сварного соединения в сравнении со стыками после термообработки, что увеличивает эксплуатационную стойкость рельсов; снижается себестоимость производства длинномерных рельсовых плетей на 12 %; увеличивается производительность труда на 10 %.

Работа выполнена в СибГИУ при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках договора № 11866ГУ/2017.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Н.А. Козырев

ЩЕГЛОВА Р.А.

Санкт-Петербургский горный университет

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ
ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

SHCHEGLOVA R.A.

St. Petersburg Mining University

**IMPROVING THE TECHNOLOGY OF MAGNETIC AND ABRASIVE
TREATMENT OF COMPLEX-PROFILE SURFACES**

В машиностроении существует широкая номенклатура изделий, имеющих сложную пространственную форму, технологической особенностью обработки которых являются сложности реализации траектории движения режущего инструмента и обеспечения однородности показателей качества поверхностей на различных участках профиля. Качество сложнопрофильных поверхностей во многом определяется состоянием поверхностного слоя. Для формообразующих инструментов, к которым предъявляются требования повышенного сопротивления пластической деформации, прочности, износостойкости, являются важными такие характеристики поверхности как шероховатость, отсутствие микротрещин, микротвердость, коррозионная стойкость. Основные свойства поверхности формируются в процессе ее изготовления и, особенно, на отделочных операциях, поэтому им в технологических процессах уделяется особое внимание. Возрастающие требования к надежности инструмента вызывают необходимость совершенствования технологического процесса его изготовления, на базе применения новых отделочных методов обработки. Одним из перспективных способов обеспечения высокого качества рабочей поверхности является технология магнитно-абразивной обработки. Процесс МАП заключается в том, что порошковая ферромагнитная абразивная масса, уплотненная энергией магнитного поля, осуществляет абразивное воздействие на обрабатываемую деталь, при этом последней придают необходимые для обработки движения – вращательное, осциллирующее и возвратно-поступательное (если это возможно). Сущность этого процесса состоит в том, что при сравнительно больших величинах микровыступов, зерна порошка контактируют преимущественно с вершинами гребешков, являющихся концентраторами магнитных силовых линий. Каждый рабочий элемент (зерно) в магнитном поле устанавливается наибольшей осью по направлению к обрабатываемой поверхности. При износе и затуплении вершин происходит переориентация элемента таким образом, что вновь образовавшаяся наибольшая ось направляется вдоль магнитных силовых линий. В результате обработка поверхности детали производится острыми кромками, т.е. имеет место процесс ориентированного абразивного резания. Указанная особенность магнитно-абразивного полирования, а также возможность копирования формы режущего зуба в процессе обработки имеют огромные преимущества перед традиционными методами финишных операций.

На кафедре Машиностроения Санкт-Петербургского горного университета разрабатывается и развивается технология магнитно-абразивной обработки. Реализация МАО осуществляется на специально разработанном устройстве, которое базируется на фрезерном станке с ЧПУ. Проведенные исследования по магнитно-абразивной обработке изделий со сложнопрофильными поверхностями, в качестве которых были взяты режущие инструменты, позволили установить, что в исследуемом диапазоне технологических факторов (зернистость порошка $\Delta = 160...315$, мкм; магнитная индукция $B =$

0,6...1,0 Тл; время полирования $t = 60...210$ с), радиус скругления режущих кромок изменяется в пределах $\rho = 26...64$ мкм, шероховатость и микротвердость режущих кромок $Ra = 0,061...0,09$ мкм, $Hv = 766...1505$ кгс/мм², а величина снимаемого материала, характеризующаяся производительностью обработки, равна $Q = 3...13 \cdot 10^{-3}$ г.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Максаров

ЯЗЕВ Н.Ю.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

АКТУАЛЬНОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ МЕТОДОВ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОГО УПРОЧНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕПОЧКУ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

YAZEV N.Y

National University of Science and Technology «MISIS»

THE RELEVANCE OF THE INCLUSION OF MAGNETIC PULSE HARDENING METHODS IN THE TECHNOLOGICAL CHAIN OF HEAT TREATMENT OF MACHINE PARTS

В данной работе будет рассмотрена актуальность применения альтернативного метода повышения ресурса деталей, подвергающихся высоким динамическим нагрузкам. При производстве деталей машин традиционно используется их термическая обработка: закалка с последующим отпуском. При закалке увеличивается твердость и прочность с одновременным ростом хрупкости (низкая ударная вязкость). Последующий отпуск приводит к снижению прочности и твердости с одновременным ростом ударной вязкости. Предлагается использовать для повышения ресурса работы деталей машин магнитно-импульсное упрочнение (МИУ) после закалки, что позволит заменить операцию отпуска и повысить ударную вязкость материала, сохранив при этом твердость, а так же увеличить абразивную износостойкость и сопротивление к усталостному разрушению. Физические основы магнитно-импульсного упрочнения (МИУ) базируются на снятии остаточных напряжений за счет ударного импульса возникающего при взаимодействии токов индуктора и наведенных токов в детали, помещенной в индуктор. Наибольший эффект от МИУ предполагается получать на закаленных деталях, либо деталях, накопивших остаточные напряжения в результате их эксплуатации.

Достоинство предлагаемой технологии заключается в том, что энергетические затраты на магнитно-импульсное упрочнение более чем на порядок меньше энергетических затрат на операцию отпуска.

Технология МИУ является энергосберегающей так как затраты энергии не расходуются на нагрев детали и на обеспечение фазовых превращений.

Внедрение новой технологии магнитного-импульсного упрочнения деталей, позволит решить следующие задачи:

1. Повысить срок эксплуатации обработанных деталей минимум на 15%.
2. Сократить время простоя техники.

Научный руководитель: к.т.н. С.М. Горбатюк; старший преподаватель А.В. Плотникова

Технологические машины и оборудование

АБРАМОВ И.А.

Санкт-Петербургский горный университет

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ВЫЕМОЧНЫЕ МОДУЛИ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ ПЛАСТОВЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ABRAMOV I.A.

St. Petersburg Mining University

UNIFIED DEPTH MODULES FOR SELECTIVE EXTRACTION OF PLASTIC MINERALS

Все современные выемочные и проходческие комбайны и струги не обладают в полной мере свойством избирательности обработки забоя, адаптации параметров срезов и режимов резания (изменения скорости, толщины, направления среза, а также вида активных сил) к изменяющимся условиям и зонной структуре пластов по их физико-механическим свойствам. Переход к избирательным способам отделения угля от массива может быть осуществлен при использовании очистных механизированных комплексов новых структур и возможностей, в частности, комплексов фронтальных модульного исполнения (КФМ). Выемочной машиной в КФМ являются унифицированные выемочные модули (УВМ). Они предназначены для фронтальной отработки пластов избирательными способами как длинными, так и короткими забоями, которые могут оснащаться исполнительными органами статического, динамического или комбинированного действия. Особенностью этих агрегатов является размещение УВМ на каждой секции механизированной крепи, через секцию, или на специальной базе. Такие модули могут осуществлять отделение угля от массива с толщинами среза от 80 мм до 300 мм. Опора на секции механизированной крепи и использование гидропривода обеспечивают устойчивость режимов работы УВМ при передаче значительных по величине сил скалывания (в случае присечки породы). При этом стопорные режимы работы не являются для них аварийными. Избирательность и селективность являются основными особенностями технологии работы очистных механизированных комплексов ближайшего будущего, способных существенно повысить эффективность подземной добычи угля. В работе предлагается техническое решение – унифицированный выемочный модуль для избирательной и селективной обработки забоя. УВМ состоит из следующих элементов: опорной базы в виде секции механизированной крепи, поворотной турели, манипулятора, конвейероструга, поворотного устройства, козырька со скалывателем и быстро съемного исполнительного органа статического или статико-динамического действия, в зависимости от крепости разрушаемого массива. Способ отделения угля от массива фронтальный с одновременной отработкой лавы параллельными заходками. Модуль разрушает массив локального забоя избирательными сколами по плоскостям, разделяющим слои пласта, одновременно по всей ширине локального забоя в направлении подвигания фронта лавы. Последовательность сколов по мощности пласта определяется структурными свойствами пласта и требованиями минимальной энергоемкости разрушения массива за цикл, устойчивости технологического процесса и разрушения массива без выхода негабаритов. Верхняя часть пласта скалывается скалывающим козырьком, а нижняя подрезается конвейеростругом, регулируемым по границе «почва-пласт». Аналитически выведены формулы для определения технической производительности выемочного модуля и фронтального модульного комплекса.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Габов, к.т.н., доцент Д.А. Задков

БАБОШИН Д.Е.

Норильский государственный индустриальный институт

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НАСОСНОГО
РЕДУКТОРНО-МУЛЬТИПЛИКАТОРНОГО ПРИВОДА ГИДРОПРЕССА**

BABOSHIN D.E.

Norilsk state industrial institute

**ELABORATION AND RESEARCH OF PUMP REDUCER-MULTIPLIER
HYDRAULIC PRESS DRIVE**

При важном достоинстве (высокий КПД – до 0,8) простой насосный привод имеет существенный недостаток – высокая установочная мощность насосов. Для компенсации этого недостатка по возможности предусматривают работу приводных двигателей насосов с перегрузкой, устанавливают насосы с несколькими ступенями давления и подачи, и др. Известно также, что эту задачу можно решить, сделав привод редукторно-мультипликаторным. При этом в состав привода вводятся гидравлические редуктор (включается при холостом ходе) и мультипликатор (включается при рабочем ходе), что изменяет скоростной режим прямого хода, выравнивает и снижает рабочее давление насосов и их мощность.

В работе рассматривается насосный привод с одноцилиндровым силовым блоком. Разработана схема управления, обеспечивающая трёхскоростной режим работы прямого хода (скорости: редукторная – при включении редуктора; насосная – при подаче жидкости непосредственно от насосов; мультипликаторная – при включении мультипликатора). Этим обеспечивается эффект снижения установочной мощности насосов (до 50%, увеличивается с увеличением величины холостого хода).

Приведена методика оценки энергосиловых параметров разработанного привода на основе равенства мощности на трёх ступенях прямого хода и на основе равенства продолжительности прямого хода, обеспечиваемого рассматриваемым приводом и простым насосным.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.С. Пилипенко

БАДЕРТДИНОВА А.Ф.
Тюменский индустриальный университет

**СОПОСТАВИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗГИБНОЙ ПРОЧНОСТИ ЗУБЬЕВ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ С ЭВОЛЬВЕНТНЫМ КОНТУРОМ И
РАВНОПРОЧНЫМ КОНТУРОМ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS**

BADERTDINOVA A.F.
Tyumen Industrial University

**COMPARATIVE EVALUATION OF BENDING STRENGTH OF THE TEETH OF
CYLINDRICAL GEARS WITH INVOLUTE PROFILE AND EQUALLY STRONG
PROFILE BY SOFTWARE ANSYS**

В работе производится оценка изгибной прочности цилиндрических зубчатых передач с эвольвентным и равнопрочным контурами в программном комплексе ANSYS.

Зубчатые передачи являются наиболее распространёнными типами механических передач. Они широко используются в различных отраслях промышленного производства. Зубчатые передачи работают в условиях больших нагрузок. Самый опасный вид разрушения – поломка зуба. Для предупреждения излома проводится расчёт зуба по напряжениям изгиба. Их можно вычислить по аналитическим методикам, изложенным в ГОСТ. Но для расчета новых профилей зуба, а также для учета влияния подрезания зуба на его изгибную прочность целесообразно воспользоваться численными методами.

Данная статья посвящена сопоставительной оценке изгибной выносливости зубьев с наиболее распространённым эвольвентным профилем, а также с новым профилем зуба, называемым равнопрочным, который на протяжении последних лет разрабатывается и исследуется профессором Д.Т. Бабичевым.

Конечно-элементный прочностной анализ проводится в наиболее мощном и универсальном программном комплексе ANSYS. Результаты расчета представлены в графическом виде в единой шкале (рисунки 1, 2), максимальные напряжения в эвольвентном зубе 62,44 МПа, в равнопрочном – 46,67 МПа. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что равнопрочный профиль является более надежным и устойчивым к приложенным нагрузкам.

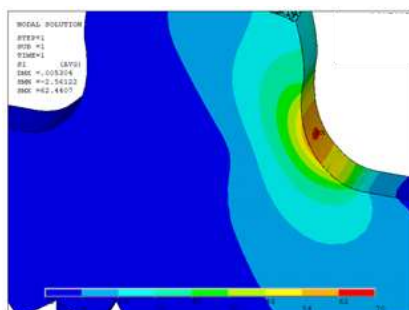


Рисунок 1 - Напряжения σ_1 в эвольвентном профиле

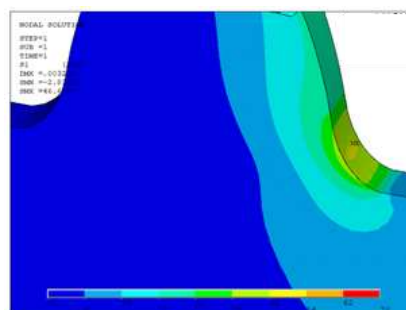


Рисунок 2. Напряжения σ_1 в равнопрочном профиле

Научный руководитель: д.т.н., доцент К.В. Сызранцева

БАЙТЕМИРОВ Р.Л.
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СЕПАРАТОРА ГИДРОЦИКЛОННОГО ТИПА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА СЕПАРАЦИИ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГОУСЛОВИЙ
ШЕЛЬФОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

BAYTEMIROVR.L.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

**OPTIMIZATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF A HYDROCYCLONE TYPE
SEPARATOR TO IMPROVE THE SEPARATION COEFFICIENT AND
THE IMPACT OF SHELF EXPLOITATION ON IT**

В условиях морской добычи не всегда существует возможность для проведения подземного ремонта скважин (ПРС) (для замены установок электроприводных лопастных насосов – УЭЛН, например) из-за сложной навигационной обстановки. Жизненно важным становится вопрос об уменьшении возможности отказа погружного оборудования. Поэтому возникает проблема эксплуатации оборудования (в частности, УЭЦН), работающего в условиях не только повышенной концентрации абразивных частиц (КАЧ), но и повышенного суммарного суточного выноса механических примесей. Дебиты УЭЛН, работающих в шельфовых скважинах, составляют 1000-3000 м³/сут, и даже небольшая концентрация механических примесей приводит к ускоренному износу погружного оборудования. Одним из вариантов для решения данной проблемы, т.е. ускоренного износа погружного оборудования, является оптимизированная конструкция сепаратора механических примесей.

Цель исследования - оптимизация геометрических параметров сепаратора гидроциклонного типа для улучшения коэффициента сепарации с учётом условий выноса механических примесей. Задачи исследования:

- 1) С помощью аналитических или численных методов выявить наиболее опасные фракции с точки зрения скорости износа оборудования.
- 2) Обеспечить выбор оптимальной конструкции основных элементов сепаратора гидроциклонного типа, на основе численного и виртуального эксперимента для нахождения максимального коэффициента сепарации в рассматриваемых условиях эксплуатации.

Для решения поставленных задач в исследовании рассматриваются следующие методы и способы:

1) Исходя из данных по шельфовой добыче, выявить фракционный состав механических примесей для определения размера абразива при проведении виртуальных испытаний с цифровой моделью сепаратора гидроциклонного типа.

2) На основе численных и виртуальных экспериментов составить матрицу (алгоритм) при различных по твердости и фракционному составу механических примесей для подбора соответствующего оборудования с максимально возможным коэффициентом сепарации, в условиях гидроабразивного износа.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ю.А. Донской

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ДОБЫЧИ
МОРСКИХ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

BORODKIN E.O.
St. Petersburg Mining University

CALCULATION OF PRODUCTIVITY OF THE COMPLEX FOR THE MINING OF
MARINE IRON-MAGNETIC NODULES

Как известно, существует необходимость разработать опытный образец агрегата для сбора железомарганцевых конкреций со дна мирового океана. Цель данного комплекса – добывать 2 млн тонн в год для окупаемости производства. Для этого нам необходимо определить количество наших добычных агрегатов, их часовую производительность, время на выполнение основных операций, и, на основании этого, произвести анализ для принятия дальнейших решений.

Проведенные нами расчеты показали, что с одного места наш добычной агрегат может охватить площадь 55,34 м² морского дна. При плотности залегания конкреций 50 кг на м², коэффициенте покрытия присосок на пластине 0,83 и коэффициенте захвата ЖМК 0,7 мы получаем 2,3 тонны конкреций с одного места сбора. Для того чтобы полностью заполнить коллектор (85 м³) потребуется переместиться на 44 точки сбора.

Время полного цикла добычи складывается из: спуска агрегата на дно, загрузку коллектора, время передвижек, подъема на судно обеспечения и составляет 203 минуты. Это значение из учета того, что штоки на гидроцилиндрах при погрузке и шагании движутся с максимальной скоростью 0,5 м/с, время на погружение 41 минута и скорости подъема агрегата с помощью лебедки 3м/с. Больше всего уйдет времени на полную загрузку коллектора 128 минут, при условии максимальной скорости движения штоков.

Согласно нашим расчетам, учитывая плотность ЖМК 2,7 т/м³, времени цикла 203 минуты и объема коллектора 85 м³, получаем 67,7 тонны в час. Для выполнения требований по добычи конкреций 2 млн тонн в год – это 228 тонны в час, нам необходимо задействовать 3 добычных агрегата. Поскольку коэффициент захвата и плотность залегания – значения вариативные, мы можем определить среднее значение часовой производительности при том или ином значении этих двух параметров (рисунок 1).

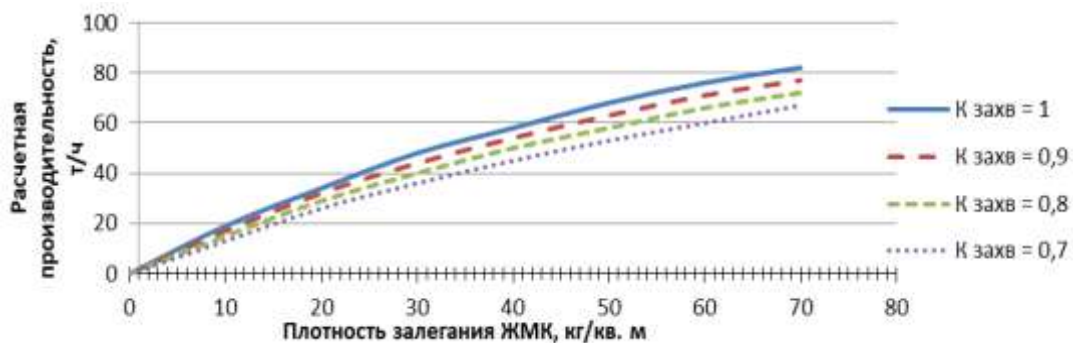


Рисунок 1 – Значение производительности

Научный руководитель: д.т.н., профессор Д.А. Юнгмейстер

БРАВЦЕВ А.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КОМБИНИРОВАННЫХ ОПОР СКОЛЬЖЕНИЯ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ
2,2x13 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**

BRAVTSEV A.V.

St. Petersburg Mining University

**JUSTIFICATION AND SELECTION OF DESIGN PARAMETERS OF THE
COMBINED SUPPORTS OF THE SLIDING DRUM MILL 2.2x13 TO INCREASE
THEIR WEAR RESISTANCE**

Повысить ресурс подшипников и снизить риски их отказов эксплуатационными методами возможно обеспечением надлежащим функционированием системы централизованной смазки, обеспечивающей подачу смазки в узел трения вал-вкладыш; применением качественных запасных частей и сертифицированных материалов; проведением диагностических процедур для оценки технического состояния подшипниковых опор; проведением качественных ремонтов техническим персоналом необходимой квалификации и обладающих, соответствующими навыками; или конструкторско-технологическими методами, например применением новых материалов и совершенствованием конструкции подшипников.

Для решения поставленной задачи по повышению износостойкости было разработано новое техническое решение конструкции опор скольжения барабанной мельницы с применением специального антифрикционного материала, позволяющее повысить ресурс опор скольжения. Особенность конструктивного решения заключалась в создании многослойной опоры из антифрикционного материала – древесного пластика, обеспечивающего смазывание и высокую контактную прочность материала, что повышает износостойкость опор.

Для обоснованного выбора материала вкладышей были проведены серии экспериментов. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительными материалами для изготовления вкладышей крупногабаритных подшипников скольжения являются прессованный древесный пластик марки ДСП-Б и фторопласт. При сухом трении лучше всего себя ведёт материал марки «фторопласт - 4д (политетрафторэтилен)» ГОСТ 14906-77. Но в условиях жидкостного трения предпочтительнее следует отдавать древесному пластику марки «ДСП-Б».

Также результаты эксперимента показали, что при резком увеличении частоты вращения материал марки «Баббит Б83» ГОСТ 1320-74 стал гораздо меньше изнашиваться. Поэтому применяется в высокоскоростных подшипниках скольжения.

Опираясь на результаты эксперимента, можно рекомендовать для изготовления вкладышей тихоходных подшипников скольжения материал – древесный пластик марки ДСП-Б ГОСТ 13913-78.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Л. Иванов

ГАБАРАЕВА М.Т.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАРКОВ СТАЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА**

GABARAEVA M. T.

North Caucasus Mining and Metallurgical Institute

**THE USE OF DIFFERENT STEEL GRADES IN THE DESIGN OF DRILLING
TOOLS**

Буровой инструмент недостаточно стойк и требует частой замены. Главной причиной небольшого срока службы коронок является низкое качество пластин твердого сплава и несовершенная технология их пайки.

Повышенная твердость вольфрамо-кобальтовых сплавов приводит к низкой их усталостной прочности и хрупкости, что позволяет надеяться на эффективное применение относительно твердых и достаточно пластичных сталей и сплавов как материалов бурового инструмента.

Исследования показывают, что штамповые стали для холодного деформирования по своим показателям близки к инструментальным сталям У7 и У8, а рациональные режимы закалки, дробеструйной обработки и наклепа, позволяют довести некоторые низколегированные стали до уровня предела прочности в 900 Мпа.

Высоко маргонцовистая сталь 110Г13 с высокой вязкостью аустенита наряду с высокой прочностью и износоустойчивостью делает ее незаменимым материалом для деталей работающих на износ и удар одновременно, что позволяет надеяться на успешное применение этой стали для бурового инструмента.

При проектировании также необходимо также учитывать, что существенным способом повышения стойкости стальных коронок является изменение формы и диаметра коронки.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.И. Матвеева.

ZOTKIN V.S.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСЛОЖНЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ГАЗОСЕПАРАТОРОВ**

ZOTKIN V.S.

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

**STUDY OF THE INFLUENCE OF COMPLICATING FACTORS ON THE
EFFICIENCY OF GAS SEPARATORS**

В результате проведенных стендовых испытаний в учебно-научной лаборатории МОНиГП газосепараторов различного принципа действия по разработанной Методике были получены зависимости эффективности работы при влиянии различных осложняющих факторов.

Процесс добычи нефти связан со множеством осложняющих факторов. Поэтому, одной из основных задач, стоящих перед нефтяной промышленностью, является определение степени влияния этих факторов, что позволит снизить затраты и повысить эффективность эксплуатации скважин.

На стенде по испытаниям газосепараторов на кафедре МОНиГП удалось воспроизвести осложняющие факторы (изменение частоты вращения, угол наклона, дисперсность, вязкость, повышенное давление), влияющие на эффективность работы газосепараторов и газосепараторов-диспергаторов.

В результате проведенных испытаний газосепараторов различного принципа действия (вихревого, роторного, шнекового) были получены графики зависимости коэффициента сепарации газа при вышеперечисленных осложняющих факторах. Данные зависимости помогут улучшить подбор УЭЦН для эксплуатации скважин и определить рациональный диапазон применения газосепараторов различного принципа действия.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Булат

КОРОТКОВ Ю.Г.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОГРУЖНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ В
ОСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

KOROTKOV Y.G.

Perm National Research Polytechnic University

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE USE OF THE SUBMERSIBLE EQUIPMENT OF
ELECTRIC CENTERING PUMPS INSTALLATIONS IN COMPLICATED OPERATION
CONDITIONS**

В работе представлены варианты усовершенствования уплотнительных узлов, входящих в установки электроцентробежных насосов, которые эксплуатируются в условиях, осложненных интенсивным выносом механических примесей. Данные предложения несут в себе цель увеличения средней наработки оборудования на отказ.

В настоящее время механизированная добыча нефти с использованием установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) охватывает около 55 % скважин. Установки ЭЦН имеют среднюю наработку на отказ около 800 суток. Увеличение наработки установки на отказ зависит, в основном, от качества изготовления узлов и элементов оборудования, сборки, монтажа, а также правильного подбора оборудования. Существенное влияние на эффективность использования УЭЦН оказывают осложняющие факторы: газовый фактор, наличие коррозионно-активной среды, а также вынос механических примесей. Актуальной является задача совершенствования оборудования для защиты УЭЦН, работающих в осложненных условиях эксплуатации.

В работе проанализированы основные конструктивные особенности УЭЦН, рассмотрено вспомогательное оборудование для защиты насосов от интенсивного выноса механических примесей. Данное оборудование включает в себя несколько разновидностей фильтров, которые подбираются под параметры скважины, такие как подача ($\text{м}^3/\text{сут}$) и средний размер частиц механических примесей (мкм). Скважинные фильтры устанавливаются на снование погружных электродвигателей (ПЭД) посредством уплотнительных узлов. Эффективное функционирование погружных фильтров зависит от качественного смонтированного уплотнительного узла на скважине. Зачастую ошибки при монтаже приводят к разрушению уплотняющей резиновой манжеты на узле, что впоследствии приводит к неправильной работе фильтра и отказе всего оборудования в целом. При проведении анализа выяснилось, что в основном разрушение происходит из-за наличия в стволе скважины посторонних предметов: элементов клямс от кабелей ПЭД, задиров и острых кромок в муфтовых соединениях. После анализа были предложены несколько устройств по защите и установке резиновой манжеты уплотнительного узла.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.И. Шишлянников

НИКУЛИНА К.А.
Санкт-Петербургский Горный университет

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОКОЙСТИ БЫСТРОИЗНАШИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВАЛКОВОГО ГРОХОТА ПРИ ОБОГАЩЕНИИ КОКСА

NIKULINA K.A.
St. Petersburg Mining University

IMPROVEMENT OF WEAR RESISTANCE OF WEAR OF ELEMENTS ROLLING THUNDER IN THE BENEFICIATION OF COKE

В работе обосновывается применение высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) для повышения абразивной износостойкости стали 110Г13Л в условиях ее эксплуатации в качестве материала дисков валкового грохота механической сортировки кокса.

На основании анализа конструкции дисков, условий их работы в составе валков грохота, абразивных свойств кокса обоснованы параметры эксперимента, моделирующего условия изнашивания дисков.

Как показали результаты экспериментального исследования по изнашиванию стали 110Г13Л по породе, моделирующей кокс, образцы, прошедшие ВТМО обладают в 1,7 раз большей износостойкостью, по сравнению с образцами стали, не прошедшими эту обработку (рисунок 1).

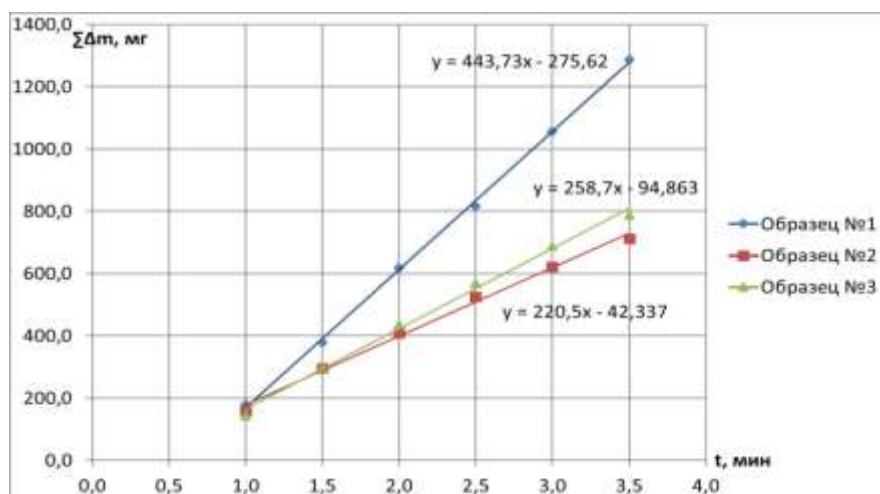


Рисунок 1 – Зависимость суммарной убыли массы образцов стали 110Г13Л от продолжительности испытаний для исходных образцов (1) и прошедших ВТМО различной интенсивности (2, 3).

Предлагается технология изготовления износостойких валков, обладающих повышенным сроком службы.

Научный руководитель: профессор В.И. Болобов

ОРЛОВА Е.А.

Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М.Губкина

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КАНАТНОЙ ШТАНГИ

ORLOVA E. A.

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

STRESS ANALYSIS IN STRUCTURAL ELEMENTS OF A CABLE ROD

Скважинная насосная установка с канатной штангой предназначена для эксплуатации нефтяных скважин с боковыми стволами с эксплуатационной колонной малого диаметра. Установка состоит из станка-качалки, колонны насосных штанг, канатной штанги, устанавливаемой в месте интенсивного набора кривизны и насоса специальной конструкции. Применение канатной штанги позволяет снизить вероятность обрыва штанг и протирки штангами НКТ за счет увеличения площади контакта и снижения контактных напряжений.

Установками с канатной штангой эксплуатируется порядка 50 скважин и на сегодняшний день актуальной задачей является усовершенствование оборудования и увеличение показателей его безотказной работы.

Наиболее ответственным элементом канатной штанги является заделка каната, которая обеспечивает надежное соединение канатной штанги с колонной насосных штанг. Заделка состоит из каната, двух конических втулок и клинового вкладыша. При нагружении каната вторая коническая втулка давит на клиновые вкладыши, которые перемещаясь в первой конической втулке, обжимают тело каната. Конструкция должна обеспечивать равномерное нагружение всех проволок каната. В результате исследования проведен прочностной анализ конструкции заделки канатной штанги в программном комплексе Solidworks, на основании которого в работе представлены варианты усовершенствования конструкции.

Другой элемент канатной штанги – муфта штанговая шарнирная (МШШ). Она обеспечивает осевое вращение штанговой колонны и предназначена для предотвращения отворота колонны штанг. Шарнирная муфта встроена в колонну насосных штанг, поэтому испытывает во время работы переменные нагрузки. Согласно руководству по эксплуатации максимальная растягивающая нагрузка на нижние заделки канатной штанги составляет 50кН, минимальная нагрузка 5кН. Переменная нагрузка на штанги вызывает усталость, что приводит к обрыву колонны штанг. Таким образом, был проведен расчет пальца МШШ (как наиболее нагруженной детали) на прочность под действием растягивающей силы, принимая что ее действие по всему поперечному сечению равномерно, и усталостный расчет под действием ассиметричной знакопостоянной нагрузки. По результатам расчета для снижения местных напряжений в работе была подобрана оптимальная конструкция, учитывающий распределение напряжений, коэффициент запаса прочности и максимальный срок службы.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Деговцов

ПАЙМЕРОВ В. А.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

**РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ МЕТОДИКИ И КОНСТРУКЦИИ
СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГАЗОСЕПАРАТОРОВ И ГАЗОСЕПАРАТОРОВ-
ДИСПЕРГАТОРОВ**

PAUMEROV V.A.
Russian state University of oil and gas named after Gubkin I.M.

**DEVELOPMENT OF MODERN METHODS AND DESIGN OF THE STAND FOR
TESTING GAS SEPARATORS AND GAS SEPARATORS-DISPERSANTS**

Процесс добычи нефти связан с множеством осложняющих факторов. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед нефтяной промышленностью, является определение степени влияния этих факторов, что позволит снизить затраты, повысить эффективность производства.

Известно несколько вариантов стабилизации работы погружной системы в условиях содержания свободного газа, а именно: диспергатор, газосепаратор, конусная схема, или их различные комбинации. Проблема в том, что эффективная программа по расчету и подбору наиболее эффективной комбинации данных элементов не разработана. Кроме того, при увеличении объема перекачиваемой жидкости снижается эффективность сепаратора, и отсутствует информация в паспорте о влиянии изменения частоты вращения УЭЦН на эффективность работы предвключенных устройств. В связи с этим возникла необходимость разработки методики и конструкции стенда для испытания газосепараторов.

Известны стенды и методики проведения испытаний газосепараторов в вертикальном положении на рабочей жидкости "вода", но сейчас из-за осложняющих факторов, таких как сложный профиль скважины, повышенная вязкость нефти, появилась необходимость в изучении влияния данных осложняющих факторов на эффективность работы газосепараторов. Руководством по эксплуатации УЭЦН допускается регулирование частоты в диапазоне от 40 до 70 Гц, поэтому необходимо изучить влияние разных частот на работу газосепараторов. Также необходимо выявить влияние угла наклона от вертикали на работу газосепараторов, так как на современных скважинах используются более компактные УЭЦН, которые могут использоваться не только на вертикальных участках, но и на искривленных и горизонтальных участках, и соответственно газосепаратор, как предвключенное устройство будет устанавливаться в таком же положении.

Вывод: в данной работе была разработана методика и конструкция стенда, отвечающая современным условиям эксплуатации газосепараторов.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Булат

ФИЛИПЕНКО И.А.

Санкт-Петербургский горный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

FILIPENKO I.A.

St. Petersburg Mining University

TECHNOLOGICAL FEATURES OF WELDING CONNECTIONS FROM ALUMINUM ALLOYS

Благодаря своим отличительным технологическим и эксплуатационным свойствам алюминий и его сплавы нашли широкое применение в горной, нефтегазовой, машиностроительной и других отраслях. Одним из основных способов соединения деталей является сварка. Однако, сварка алюминия является достаточно сложным технологическим процессом.

При сварке алюминия и его сплавов основной проблемой в обеспечении качественного сварного соединения является быстрое образование толстой оксидной пленки на поверхности кромок. Температура плавления оксидной пленки составляет более 2000°C, в то время как температура плавления алюминия много меньше.

Устойчивый окисел Al_2O_3 образуется на поверхности алюминия при его контакте с кислородом. Имея большую температуру плавления, а также являясь более плотной, нежели основной металл, оксидная пленка остается в сварном шве в качестве неметаллического включения и является местом начала разрушения или возникновения неплотности. Удаление оксидной пленки перед сваркой алюминия и его сплавов является важнейшей задачей в подготовке кромок изделий перед сваркой.

В связи с тем, что оксидная пленка увеличивается при повышении температуры, для ее удаления и предотвращения быстрого повторного образования необходимо применять методы обработки с низкими температурами резания. Для обеспечения высокого качества сварного соединения, его долговечности и предотвращения дефектов шва необходимо обеспечить качественную предварительную обработку кромок перед сваркой. Традиционными методами являются: механическое и химическое удаление оксидной пленки и загрязнений. Последний способ находит все меньшее применение, так как поверхностный слой заготовки остается химически активным, что негативно влияет на процесс сваривания.

Для обработки кромок алюминиевых изделий перед сваркой предлагается использовать метод магнитно-абразивной обработки. Предлагаемая технология заключается в том, что порошковая ферромагнитная абразивная масса, уплотненная энергией магнитного поля, осуществляет магнитно-абразивное воздействие на обрабатываемую заготовку. Использование данной технологии обусловлено низкой температурой в зоне микрорезания равной $T_{мао} = 30-40^\circ C$, что позволяет предотвратить повторное образование и увеличение оксидной пленки.

Предполагается, что вследствие предварительной подготовки кромок перед сваркой последующие сварные швы будут по прочностным и коррозионным характеристикам превосходить швы, у которых кромки были подготовлены традиционными способами обработки.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Максаров

ШИШУЛИН В.А.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОСЕПАРАТОРОВ
РАЗЛИЧНОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ**

SHISHULIN V.A.

Gubkin Russian State University of oil and gas

**STUDY OF THE EFFICIENCY OF GAS SEPARATORS WITH DIFFERENT
OPERATING PRINCIPLES**

В работе представлено сравнение эффективности работы газосепараторов различного принципа действия. Данная работа выполнена в форме стендовых испытаний на базе учебно-научной лаборатории кафедры МОНиГП (машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности).

Свободный газ, выделяющийся из нефти или попадающий в скважину непосредственно из пласта, затрудняет работу установок электроприводных центробежных насосов (УЭЦН). Газосепараторы (ГС) предназначены для обеспечения стабильной работы насоса в условиях повышенного содержания свободного газа на приёме.

Увеличение числа нефтяных скважин с забойным давлением близким к давлению насыщения делает вопрос применения предвключённых модулей (ГС) наиболее актуальным. Вследствие малой изученности влияния конструкции газосепаратора на характеристику его работы, возникают трудности при наиболее рациональном выборе типа газосепаратора и определении оптимального режима работы последнего. Также на данный момент существует необходимость в изучении вопроса энергоэффективности предвключённых модулей. Целью данной работы является сравнение конструкций, эффективности сепарации газа и энергоэффективности газосепараторов различных типов: вихревого, шнекового и роторного.

Результатом проведенного исследования стало получение графиков зависимостей эффективности сепарации газа (при различных газосодержаниях и подачах модельной жидкости) и потребляемой мощности (при различных подачах модельной жидкости) газосепараторов различного принципа действия. Эти данные позволяют определить рациональные области применения газосепараторов того или иного типа, а также повысить эффективность подбора УЭЦН по промысловым данным.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Булат

ШКАРУБА Н.А.
Сибирский федеральный университет

**ВЛИЯНИЕ ЭЖЕКТИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ НА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГИДРОМОНИТОРНОЙ ОТБОЙКИ
ГЛИНИСТОГО МАССИВА**

SHKARUBA N.A.
Siberian Federal University

**THE INFLUENCE OF EJECTING SOLID ABRASIVE PARTICLES ON THE CLAY
JETTING PERFORMANCE**

Наиболее эффективным способом разработки россыпных месторождений, сложенных глинистыми вмещающими породами, является гидромониторная отбойка.

Увеличение производительности гидромониторной отбойки возможно различными конструктивными и технологическими способами. В практике применения напорных струй известна обработка материалов смесью воды и твердых частиц, применяемая, например, в станках гидроабразивной резки, где твердые частицы подаются в напорный поток посредством эжектирования. В горном деле такой подход тоже известен, однако для гидромониторов рассмотрено только эжектирование воздуха в напорный поток.

Для определения воздействия гидромониторной струи с твердыми абразивными частицами на глинистый массив создано специальное устройство и проведена серия экспериментов в масштабе 1:10 при помощи лабораторного стенда.

Эжектирование твердых абразивных частиц в напорную воду посредством указанного устройства позволяет размывать грунты, относящиеся к трудноразмываемым, с меньшим, чем рекомендовано традиционной технологией, напором (в 2 и более раза), что, в свою очередь, ведет к сокращению расхода напорной воды и электроэнергии, площади отстойников оборотного водоснабжения и, как следствие, увеличению экологичности отбойки.

Увеличение производительности гидромониторной отбойки по горной массе за счет эжектирования в напорный поток твердых абразивных частиц возможно в 4,8-7,4 раза. Увеличение силы воздействия гидромониторной струи на забой (Р, кгс) – 6,8-15,2%.

Применение технологии наиболее эффективно при использовании системы разработки с попутным или боковым забоем при угле между забоем и гидромониторной струей 35°, но не исключает применение других систем разработки.

По результатам проведенных экспериментов предложена математическая модель, посредством применения которой возможно прогнозирование и анализ увеличения производительности гидромониторной отбойки от применения эжектирования твердых абразивных частиц для изменяющихся диаметра насадки и угла между забоем и струей.

Научный руководитель: д.т.н, профессор В.Е. Кисляков

Транспортные системы горного производства

ВЫСОЦКАЯ М.С., КОКОВИНА С.А.
Санкт-Петербургский горный университет

ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМФОРТНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассаЖИРОВ ПРИ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

VYSOCKAYA M.S., KOKOVINA S.A.
St. Petersburg Mining University

RATIONALE INDICATOR OF COMFORTABLE TRANSPORT SERVICES FOR PASSENGERS IN BUS TRANSPORTATION

Цель работы – исследование показателей комфортности поездки в городском автобусном транспорте, представленных в нормативно-правовых и литературных источниках, и их актуализация с учетом общественного мнения в целях повышения удовлетворенности пассажиров поездкой в автобусе. При исследовании показателей комфортности поездки в автобусе были использованы ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества», ГОСТ Р 51825-2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования», публикации ученых по данной тематике.

Для проведения исследования показатели комфортности были сгруппированы в анкете в виде четырех блоков: «Информационное оснащение автобуса», «Обслуживание пассажиров автобуса», «Микроклимат в салоне автобуса», «Комфортабельность поездки в автобусе и его техническое оснащение». При проведении исследования было решено произвести опрос методом анкетирования по 4 группам населения: школьники, студенты, взрослые, пенсионеры (далее – эксперты), пользующиеся городским общественным транспортом, а именно – автобусами. Второй этап анкетирования проводился через интернет платформу посредством голосования в социальных сетях. Результаты, полученные на обоих этапах, хорошо коррелируют между собой. На основании исследования сформирована система показателей комфортности транспортного обслуживания в городских автобусах с учетом мнения потребителей транспортных услуг (пассажиров). По результатам опроса пассажиров, пользующихся городскими автобусами, установлены 11 показателей комфортности поездки в автобусе наиболее значимые для пассажиров: чистота салона, плавность движения автобуса, отсутствие шума в салоне автобуса (вызываемого работой двигателя и/или прочего шума), комфортная температура воздуха в салоне автобуса, наличие кондиционера, читаемость таблички с названиями остановок (с улицы), видимость номера подъезжающего автобуса (наличие светового табло с номером маршрута), вежливость кондуктора, отсутствие вибрации в салоне автобуса, ширина прохода между сидениями и места для проезда стоя, удобство посадочных мест (эргономичность). Произведено разделение показателей комфортности поездки в автобусе на три группы, зависящие от подвижного состава, человеческого фактора и автотранспортного предприятия. Результаты исследования направлены на повышение уровня удовлетворенности пассажира поездкой в автобусе и могут быть использованы при принятии решений по разработке мероприятий и предложений по совершенствованию перевозок пассажиров в городском общественном транспорте.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.А. Менухова

КОСТИЮК П.А.

Уральский государственный горный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ВИТАНИЯ РУД ОБЛАДАЮЩИХ ПАРУСНОСТЬЮ

KOSTYUK P.A.

Ural state mining university

RESEARCH OF WHIPPING SPEED OF THE ORES HAVING WINDAGE

Среди материалов, подвергаемых разделению в воздушном потоке, асбестовое волокно по форме не имеет себе подобных в силу высокого соотношения длины образующей цилиндра к диаметру — >100 .

Как известно, чем больше частица отличается по форме от шара, тем меньше скорость ее витания. В последнее время в исследованиях многими авторами уделяется большое внимание изучению влияния формы на скорость витания. С этих позиций представляет интерес исследование поведения асбестового волокна в вертикальном воздушном потоке.

Исследуемый материал закладывался в кассету и пронизывался восходящим воздушным потоком от вентилятора. Средняя скорость определяется по графику зависимости средней скорости потока в канале, подсчитанной по расходу воздуха от положения столба водяного манометра.

Выводы

1. Экспериментально установлено, что в вертикальном воздушном потоке асбестовое волокно ориентируется по отношению к потоку своим наибольшим сечением, т. е. образующей цилиндра.

2. Скорость витания волокна в воздухе при соотношении длины образующей цилиндра к диаметру >5 не зависит от длины при одном и том же диаметре.

3. Определение скорости витания по эквивалентному диаметру дает значительную погрешность. Более правильно V_s волокна определять по его диаметру.

4. Коэффициент воздушного сопротивления волокна антофиллит-асбеста, благодаря сильно шероховатой, неровной поверхности, выше, чем у хризотил-асбеста, вследствие чего скорость витания антофиллита ниже.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.А. Потапов

МАЛИНОВ А.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ГИДРОПНЕВМОПОДВЕСКОЙ МНОГООСНОГО АВТОМОБИЛЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТА MATLAB STATEFLOW**

MALINOV A.I.

Kazan Federal University

**HYDROPNEUMATIC SUSPENSION CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT OF
THE MULTIAxis CAR WITH USE OF THE MATLAB STATEFLOW**

Совершенствование системы поддресоривания многоосных автомобилей является актуальной задачей на сегодняшний день. Обеспечение устойчивости и проходимости транспортного средства (ТС) и расширение диапазона применяемости достигается с помощью гидропневматической подвески (ГПП). ГПП многоосного автомобиля выполняет следующие функции: изменение клиренса и горизонтирование корпуса ТС, а также вывешивание колёс. Предполагается, что алгоритмы управления подвески можно реализовать с помощью конечного автомата. Используя графические интерфейсы инструмента системы MATLAB – Stateflow можно смоделировать логику системы управления ГПП при помощи машин состояний (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Обобщённая схема машины состояний

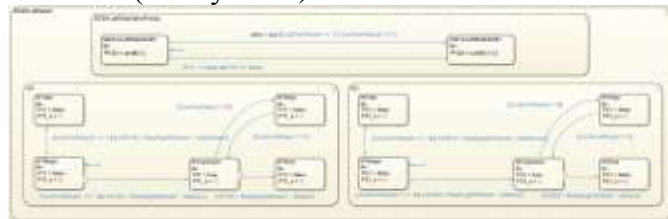


Рисунок 2 - Реализация конечного автомата функции подъёма

В системе управления ГПП подразумевается 6 основных состояний: инициализация, состояние покоя, состояние ошибки, вывешивание колеса, управление клиренсом, управление горизонтированием. Результат работы алгоритмов - изменение высоты одного или нескольких колёс. В зависимости от гидросхемы ТС управление каждой стойкой, осью или тележкой может вестись согласовано или независимо друг от друга.

На вход диаграммы состояний подаются различные показания датчиков с автомобиля и команды на управление стоек. В зависимости от исполняемого алгоритма система посылает блоку управления подвеской управляющие сигналы на исполнительные устройства и сообщает о текущем статусе подвески. Сама же Stateflow-диаграмма содержит в себе 6 состояний, каждое из которых состоит из трёх подсостояний: Idle - бездействие, WantsActive – ждёт завершения другой функции, IsActive – алгоритм активен. Для выполнения какой-либо задачи необходимо завершить текущую, перейти в состояние покоя, и только потом начать выполнение следующей. Подсистема IsActive алгоритмов каждой функции содержит в себе все основные алгоритмы управления подвеской (Рисунок 2). Таким образом использование конечного автомата при реализации системы управления гидропневмоподвеской многоосного автомобиля существенно облегчает разработку и отладку алгоритмов и обеспечивает создание управляющего автомата в строгом соответствии с техническим заданием.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.Н. Демьянов; к.т.н., доцент В.С. Карабцев

НОВОСЕЛОВ Е.П.

Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, НА
ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ УТТ И СТ «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ СУРГУТ», И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

NOVOSELOV E.P.

St. Petersburg Mining University

**ANALYSIS OF OPERATION OF GAS-CYLINDER CARS, ON THE EXAMPLE OF
UTT AND ST "GAZPROM TRANSGAZ SURGUT", AND DEVELOPMENT
POTENTIAL**

Целью данной работы является анализ эксплуатации газобаллонных автомобилей, на примере предприятия управления технологического транспорта и специальной техники «Газпром Трансгаз Сургут», автопарк которого состоит на 60% из автомобилей на компримированном природном газе, и выявить перспективы использования подвижного состава на данном виде топлива.

Актуальность тематики исследования можно подтвердить Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 г. № 767 «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива» и Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июля 2016 года № 667 «О предоставлении субсидий из федерального бюджета производителям техники, использующей природный газ в качестве моторного топлива. Это показывает заинтересованность государства в развитии данного направления в стране. В ходе изучения организации были выявлены трудности, с которыми столкнулось предприятие в процессе эксплуатации данных автомобилей, а именно выходят из строя дозаторы газа, свечи, форсунки, приходится перебирать газовые редуктора. При ремонте эти запасные части в основном являются заказными, а также импортного производства, что затрудняет их приобретение ввиду импортозамещения.

Из опыта эксплуатации установлено, что для обслуживания автомобилей на компримированном природном газе требуются: приточно-вытяжная вентиляция, соответствующая объему помещения, датчики утечки, также необходимо оборудование для диагностики (АСКАН-10, программа LandiRenzoSetup), течеискатели, пункт аккумуляции газа, собственные приборы для регулировки подачи газа.

Изучены и приведены собственные разработки предприятия в сфере оборудования для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту. Например: кожух защиты газового баллона автомобилей ГАЗ-32213, ГАЗ-32212, ГАЗ-2705 и стенд, предназначенный для ремонта, регулировки, настройки и проверки технического состояния и рабочих параметров газобаллонного оборудования.

Произведен сравнительный анализ стоимости использования автомобиля на компримированном природном газе и бензине за его месяц работы и выявлена экономическая эффективность использования подвижного состава на природном газе.

В ходе исследовательской работы были выявлены будущие направления использования данного вида топлива для предприятия, а также был выведен ряд перспектив использования компримированного природного газа в целом для отрасли.

Научный руководитель: к.в.н., профессор А.С. Афанасьев

СТАРШАЯ В.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ
ПУТЕМ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ПОТОКОВ И
ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ВРЕЗОК**

STARSHAYA V.V.

St. Petersburg Mining University

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF PETROLEUM TRANSPORT SYSTEMS BY
OPERATIVE MONITORING OF OIL FLOWS AND DETECTION OF
UNAUTHORIZED INCUTS**

В работе предлагается модель радиоизотопной измерительной системы, включающая контроль наличия несанкционированных врезок, парафиновых отложений, напора потока транспортируемой нефти на контролируемом участке с одновременным измерением ее плотности, скорости и количества. Местные потери напора, вызванные изменением характера трубопровода, различными вставками, вентилями и т.д. в общем случае определялись по адаптированным формулам Вейсбаха. Принцип измерения основан на законе Ламберта-Бера, характеризующего зависимость частоты гамма-излучения от плотности и линейного коэффициента ослабления вещества. Детектируется прямое и так же рассеянное гамма-излучение с целью получения более обширного объема информации. Применимость способа обусловлена тем фактом, что предлагаемая система имеет градацию на тонкое «различение» плотностей вещества. Полученные данные впоследствии преобразовываются в расход и количество вмещающих веществ, а за счет адаптивной выборки градуировочных характеристик можно определить любой необходимый параметр. Скорость течения жидкости определяется меточным способом, за счет детектирования свободного газа в движущемся потоке.

При математическом описании процесса мы получили параметры изменения характера и свойств АСПО в зависимости от температурных режимов, что позволило определить конструктивные особенности измерительной системы, взаимное расположение блоков и приемников, а также разработать принцип работы измерительной системы с учетом максимального КПД системы. Экспериментальные исследования на лабораторной установке доказали высокую точность метода (при измерении парафиновых отложений на внутренней поверхности труб точность достигает ± 5 мм). Относительная погрешность измерений составляет $\pm 0,2\%$, что полностью удовлетворяет требованиям государственного стандарта для нефтепроизводителей.

Разработанная радиоизотопная измерительная система обладает простотой конструкции, дешевизной, надежностью и долговечностью (период полураспада Cs137 – 30 лет). Безопасность является ключевым достоинством при использовании предложенной нами системы контроля.

Разработанная система измерения рекомендуется к использованию при контроле параметров и характеристик движущихся многофазных потоков на основе радиоизотопного излучения на узлах учета нефтепродуктов. Результаты работы согласованы и переданы к использованию в НПФ ООО «Комплекс-ресурс».

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Александров, к.т.н., доцент А.В. Коптева

ФЕДОТКИНА А.Н.

Санкт-Петербургский горный университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ДЛЯ ОБОГРЕВА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ**

FEDOTKINA A.N.

St. Petersburg Mining University

**USE OF FILM HEAT PRODUCTS OF ELEMENTS FOR HEATING
PIPELINE SYSTEMS**

На сегодняшний день в нашей стране и за рубежом добывается значительное количество нефти, обладающей высокой вязкостью или содержанием большого количества парафина, поэтому при понижении температуры до минусовых отметок нефть в трубопроводе застывает. Вследствие чего возникает актуальная проблема бесперебойного транспортирования нефти по трубопроводу. В настоящее время один из самых эффективных способов снижения вязкости нефти — это её подогрев. При подогреве нефти улучшаются её реологические свойства, снижается вязкость, благодаря чему становится легче транспортировать её по трубопроводу.

Промышленный обогрев магистральных нефтепроводов выполняет так, чтобы в результате были достигнуты следующие цели: снижение теплопотери рабочей жидкости, передаваемой в системе; температура теплоносителя должна поддерживаться в заданном диапазоне температур; поддержание оптимального уровня вязкости для перекачки; экономическая выгода за счет сокращения расходов на восстановительные и ремонтные работы, а также за счет уменьшения затрат на техническое оборудование.

Проблема замерзания труб причиняла неудобство долгие века, но в XX веке к ее решению подошли комплексно. В производство внедрили различные методы подогрева трубопровода: парспутники, СКИН-система и др.

Несмотря на современные способы подогрева магистральных трубопроводов и повышение качества технического состояния оборудования, все же остаются проблемы с энергоэффективностью применения всех вышеперечисленных методов подогрева, поэтому целью исследования стало применение пленочного обогрева труб с использованием инфракрасных обогревателей.

Эффективность использования пленочных нагревателей состоит в следующем: равномерный подвод тепла по всей обогреваемой площади; высокая экономичность; мягкий нагрев в интервале до 70°C; вследствие равномерного распределения тепла по всей поверхности трубы значительно экономнее греющих кабелей; пленочный нагреватель может применяться там, где применение других систем обогрева не возможно, например для обогрева пластиковых труб.

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Лебедев

ВИШНЯКОВ Г.Ю., ЧАЙКОВСКИЙ Н.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА РАЗГРУЗКИ КАРЬЕРНОГО
АВТОСАМОСВАЛА**

VISHNYAKOV G.Y., CHAIKOVSKIY N.A.
St. Petersburg Mining University

**MODERNIZATION OF THE UNLOADING MECHANISM OF A DUMP
TRUCK**

Часто при разгрузке карьерных самосвалов при достижении определенного угла подъема платформы происходит массовое смещение груза без ссыпания, в заднюю часть кузова. Центр тяжести груза оказывается за осью опрокидывания, что приводит к самопроизвольному подъему (запрокидыванию) платформы (эффект качелей). Данный эффект приводит к преждевременному выходу из строя телескопических цилиндров подъема платформы и несущих элементов кузова.

В работе для решения данной проблемы предлагается установка в гидросистеме пропорционального дросселирующего клапана, который будет замедлять поднятие кузова при разгрузке. Подобное решение незначительно увеличит время разгрузки самосвала, однако позволит снизить нагрузки на гидроцилиндры.

Помимо этого в работе рассматривается вариант модернизации кузова самосвала: установка откидывающейся задней части дна кузова. Благодаря этому решению горная масса начинает сгужаться при минимальном угле поднятия кузова, что способствует более равномерной разгрузке.

Третьим рассмотренным вариантом является установка дополнительного дна и толкателя передней стенки кузова, выполненных в виде пластин, жестко присоединенных пружинами к передней стенке и дну. Во время разгрузки пружины начинают постепенно распрямляться, изменяя при этом геометрию дна. Это позволит расконсолидировать горную массу и ускорить процесс выгрузки, что в конечном итоге способствует снижению нагрузки на телескопические цилиндры.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.Л. Сержан

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

BABYR K.V.

St. Petersburg Mining University

EFFICIENCY IMPACT OF PROTECTION FROM SINGLE-PHASE INTERCUTS ON EARTH OF ELECTRIC NETWORKS OF ENTERPRISES OF MINERAL AND RAW MATERIALS

Известно, что наибольшее количество аварийных повреждений в электрических сетях связано с однофазными замыканиями на землю (ОЗЗ), количество которых зависит от конфигурации и протяженности сети, числа электроустановок, климатических условий и т.д. В связи с тем, что режим однофазного замыкания снижает показатели надёжности и электробезопасности сетей 6-35 кВ организация эффективной защиты от однофазных замыканий на землю, обладающей необходимой селективностью и неизменностью действия в условиях непостоянства параметров контура нулевой последовательности, является одной из приоритетных задач в части обеспечения надёжности и безопасности электроснабжения потребителей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса. Установлено, что для устойчивого функционирования токовых защит от ОЗЗ необходимо соблюдение условий, при которых значение суммарного емкостного тока сети, протекающего по поврежденному присоединению, превышало значения собственных емкостных токов неповрежденных линий в 3–5 раз и более. С целью повышения чувствительности действия защиты от однофазных замыканий на землю в условиях высокой неоднородности электрических сетей было предложено использовать разделительные трансформаторы, которые следует устанавливать на линиях с большим коэффициентом долевого участия. Выполненный анализ особенностей функционирования защиты от ОЗЗ выявил, что по причине возникновения небалансов по току и напряжению нулевой последовательности, которые были не учтены при расчете и выборе уставок защиты, отмечалось значительное количество неселективных срабатываний защиты. Согласно причинам, вызывающим появление небалансов, были выделены три основные группы:

- небалансы, связанные с различными процессами в электрической сети;
- небалансы, вызванные погрешностями измерительной аппаратуры;
- экстремальные небалансы.

На основании проведенных теоретических исследований разработана методика выбора уставок и определения чувствительности действия защиты от ОЗЗ в условиях существования небалансов в электрической сети, позволяющая выполнить оценку необходимого уровня коррекции входных параметров защиты. Анализ экспериментальных данных эксплуатации защит от ОЗЗ в действующих электрических сетях установил высокое количество отказов в срабатывании защиты в условиях кратковременных ОЗЗ («клевки земли»). Обзор современного опыта совершенствования защит от замыканий на землю в указанных условиях и аналитические исследования режима кратковременного ОЗЗ позволили разработать алгоритм, позволяющий селективно выявлять и свое-

временно отключать поврежденные присоединения, при наличии устойчивых, дуговых, кратковременных и неполных замыканий на землю. В текущее время ведутся работы по экспериментальному исследованию работоспособности предложенного алгоритма в составе современных микропроцессорных терминалов релейной защиты серии БМРЗ-152.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Абрамович; к.т.н. Д.Н. Пеленев

БОГДАНОВ И.А.

Санкт-Петербургский горный университет

**СИСТЕМА ТРИГЕНЕРАЦИИ С БИНАРНЫМ ЦИКЛОМ ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ ГАЗООБРАЗНОГО
ТОПЛИВА**

BOGDANOV I.A.

St. Petersburg Mining University

**TRIGENERATION SYSTEM WITH BINARY CYCLE FOR USE AS A GAS-FUEL
ENERGY CARRIER**

Проблемы энергосбережения в настоящее время имеют важное значение в связи с ограниченностью природных ресурсов, неравномерным их распределением, а также в связи с возрастающим техногенным загрязнением окружающей среды. Для решения проблемы повышения эффективности пользования первичного энергоносителя предлагается на основе газотурбинных установок (ГТУ) создать замкнутую систему тригенерации с бинарным циклом и алгоритмом автоматического управления предлагаемой системой. Для повышения электрического КПД до 55-60% в предлагаемой системе используется когенерационный метод бинарного цикла: использование тепловой энергии выхлопных газов ГТУ в котле-утилизаторе для нагрева технической жидкости, пары которой приводят в движение ротор турбогенератора. Оставшаяся после бинарного цикла тепловая мощность в жидком виде поступает в контур отопительной системы помещений. В жаркие периоды необходимость в отоплении отсутствует, однако появляется необходимость в энергии холода для систем охлаждения воздуха в помещениях. Помимо помещений холодный воздух также необходим для номинальной работы ГТУ, которая происходит при температуре воздуха на входе в ГТУ 15°C. Для поддержания данной температуры предлагается использовать систему генерации холода на основе абсорбционных холодильных машин (АБХМ) и автоматическим регулированием подачи охлаждающей жидкости в теплообменный аппарат при изменении факторов, влияющих на температуру воздуха на входе в ГТУ. Таким образом предлагаемая система позволяет:

- Повысить эффективность пользования энергией газообразного топлива до 85%;
- Предоставляет энергию для отопления помещений в холодный период и охлаждения через общую систему кондиционирования в жаркий;
- Повысить мощность генерируемой электроэнергии вдвое при условиях снижения КПД ГТУ в жаркий период и генерации дополнительной энергии ПГУ;
- Обеспечить непрерывный номинальный режим работы ГТУ;
- Снизить потребление первичного энергоносителя на 8% при повышении мощности ГТУ.

В статье рассмотрены варианты и опыт применения бинарного цикла, систем тригенерации и экономическая эффективность проекта, алгоритм автоматического управления предлагаемой системы электротехнического комплекса.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Абрамович

БУЛДИСКО А.Д.

Санкт-Петербургский горный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

BULDYSKO A.D.

St. Petersburg Mining University

APPLICATION OF TECHNOLOGY DIGITAL DUALS FOR MANAGING THE VITAL ELECTRIC EQUIPMENT CYCLE

В данной работе рассматривается роль информационных технологий, таких как «цифровой двойник» и «цифровая тень» в промышленности с целью применения их для управления жизненным циклом промышленного оборудования. Традиционные методы ТОиР, связанные с остановкой процесса, влекут за собой серьезные затраты. Еще больший ущерб наносят аварийные ситуации, связанные с износом оборудования. Анализ технических и технологических условий возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации технологического оборудования добывающих предприятий показывает, что при разработке основ обеспечения безопасной эксплуатации необходимо учитывать не только техническое состояние, но и нестационарность условий эксплуатации технологического оборудования и эксплуатационных рабочих параметров технологических процессов. Поэтому необходимо обеспечить надежность диагностики и оценки текущего состояния и остаточного ресурса, что позволит перевести ТОиР в обслуживание по фактическому состоянию. Кроме того, помимо применения систем контроля и защиты, внедрять системы прогнозирования и оценки остаточного ресурса в реальном времени.

На основе исследования систем с высокой степенью автоматизации сбора и диагностики данных о работе электрооборудования был разработан метод комплексной диагностики, позволяющий реализовать прогнозируемое техническое обслуживание ЭМО, частью которого стали технологии «цифровых двойников» и «цифровых теней» - они позволяют вывести диагностику и мониторинг на новый уровень. Программный сервис подразумевает формирование отчета об износе отдельных узлов ЭМО и о вероятности выхода их из строя, выявление причин возникновения дефектов, а также рекомендации по управлению нагрузкой и заказе запасных частей, износ которых превышает пороговое значение. Имея полную информацию, система определяет объем восстановительных работ, необходимого для доведения ресурса ЭМО до требуемого уровня. Также становится возможным приостановить или замедлить развитие наиболее критичных дефектов, сберегая, таким образом, ресурс работоспособности. Отдельный блок комплекса посвящен моделированию работы системы, осуществляемое технологией «цифровой двойник» (digital twin). В работе сформирован подход к созданию системы диагностики и оценки остаточного ресурса электромеханического оборудования с применением технологии цифрового двойника. Приведенный комплекс решает проблемы ТОиР в горнодобывающей и нефтегазовой отраслях, а также отвечает требованиям концепции «Индустрия 4.0». На сегодняшний день реализация технологии цифрового двойника возможна с помощью программных комплексов семейства ANSYS, что становится вектором практического развития исследования.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ю.Л. Жуковский

ВОРОНЦОВ Д.В., ШУШПАНОВ И.Н.

Иркутский национальный исследовательский технический университет

**МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДА**

VORONTSOV D.V., SHUSHPANOV I.N.

National research Irkutsk state technical University

**MODERNIZATION OF THE MODELS AND METHODS OF FORECASTING
THE FUNCTIONING OF ISOLATED POWER SUPPLY SYSTEMS ON THE
EXAMPLE OF THE CONDENSATE LINE**

Несмотря на все преимущества использования альтернативных источников электроэнергии в изолированных системах электроснабжения, до сих пор одной из основных проблем, которая существует в современной энергетике, остается оптимальный подбор мощности солнечных батарей, ветрогенераторов и накопителей электроэнергии, а также прогнозирование функционирования изолированных систем энергоснабжения с большой долей генерацией от возобновляемых источников энергии с учетом стохастического характера выработки электроэнергии.

Существующие методы и модели базируются на концепции четкой логики, т.е. в их математическом описании расчет производится в определенных точно заданных параметрах. Модернизация методов и моделей была проведена с применением элементов нечеткой логики для решения дифференциальных уравнений, описывающих основные характерные параметры режимов работы системы.

На основе полученных математических моделей, была разработана программа, которая позволяет рассчитывать параметры мощностей солнечных батарей, ветрогенераторов и накопителей электрической энергии, необходимых для покрытия 100% графика нагрузки электропотребления, обеспечения надежного электроснабжения потребителей электроэнергией установленного качества. После программного расчета определяются основные технико-экономические показатели проекта внедрения источников альтернативной генерации, капитальные вложения, себестоимость кВт*ч, вырабатываемого солнечно-ветровой установкой и т.д. Так же на выходе расчета программа выдает типовые графики, которые позволяют оценить оптимальность выбранных мощностей.

Оценка работы программы проведена на проекте электроснабжения крановых узлов на нефтепроводе одной из нефтегазовых компаний, осуществляющих свою деятельность на территории Ямало-Ненецкого Автономного Округа. По данным предоставленных компанией, был модернизирован проект строительства конденсатопровода длиной 89 км. По первоначальному проекту электроснабжение крановых узлов осуществлялось по линии электропередачи 10кВ. Было предложено изменить проект и в качестве электроснабжения использовать источники распределенной генерации, а именно солнечно-ветровые установки. С помощью программы подобран тип и количество основного технологического оборудования. Определены основные экологические, экономическая и техническая эффективность предлагаемой инициативы.

Научный руководитель: к.т.н., профессор К.В. Суслов; к.т.н., доцент И.Н. Шушпанов

ЕЛЬЦОВ Н.А.
Санкт-Петербургский горный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ЭНЕРГОДЕФИЦИТНЫХ РЕГИОНАХ

YELTSOV N.A.
St. Petersburg Mining University

RESEARCH OF COMPLEX DEVELOPMENT OF NON-TRADITIONAL RESOURCES IN POWER DEFICIENCY REGIONS

Актуальность данной темы обусловлена экономическими издержками, связанными с недостаточным развитием энергетической инфраструктуры в регионах, обладающих крупными сырьевыми запасами. Как следствие, данные запасы считаются низко-рентабельными и «запертыми». Реализация коммерчески и энергетически выгодных энергообеспечивающих самобалансирующих энергосистем (ЭССО) позволит высвободить потенциал восточных месторождений и получить миллиарды рублей в экономику страны.

При построении таких систем важно практиковать внедрение инновационных оборудования, технологий и методов, которые позволят энергетикам точнее ориентироваться в современных трендах и быть более мобильными и открытыми как к мировой энергетике, так и к конечным потребителям.

Основные задачи, поставленные в исследовании:

- Реализация самобалансирующих энергосистем интеллектуальной распределенной энергетики в удаленных энергодефицитных регионах;
- Высвобождение потенциала некондиционных ресурсов;
- Организация базового энергообеспечения для промышленного развития удаленных регионов с высоким ресурсным потенциалом;

В работе описан механизм построения системы распределенной энергетики на базе некондиционных ресурсов, предложены инструменты и предварительный поэтапный план с оценкой рисков всего проекта.

Не менее важным элементом исследования является обзор экономических и социальных показателей, которые будут также являться мотивационными факторами для развития проекта на каждом этапе: от привлечения инвестиций до итоговой эксплуатации.

Особое внимание в работе уделено нефтегазовой и горнодобывающей отраслям, интеллектуальной цифровизации, системам распределенной энергетики и новым технологиям получения электроэнергии из биотоплива.

Ключевые слова: ТЭК, подземная газификация угля, некондиционные ресурсы, ЭССО, попутный нефтяной газ, низколиквидные ресурсы, распределенная энергетика, «Энерджинет», биореакторы, газотурбинные установки, ДПМ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ю.Л. Жуковский

ЗАНГИЕВ С.А.

Самарский государственный технический университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С
ПУСКОВОЙ ОБМОТКОЙ ПО СПРАВОЧНЫМ ДАННЫМ**

ZANGIEV S.A.

Samara State Technical University

**DETERMINATION OF RESISTANCES OF SYNCHRONOUS ENGINE WITH
STARTING WINDING BY REFERENCE DATA**

Синхронные двигатели нашли широкое распространение на предприятиях горной промышленности вследствие, следующих основных преимуществ по сравнению с асинхронными двигателями: могут работать как с потреблением реактивной мощности, так и с отдачей её в сеть; более высокий коэффициент полезного действия. Главное конструктивное отличие синхронного двигателя от асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором состоит в наличии у синхронного двигателя обмотки возбуждения, которая вступает в работу после достижения им подсинхронной скорости. При разгоне до этой скорости он работает в асинхронном режиме. Поэтому при моделировании электромагнитных процессов в этом режиме синхронный двигатель можно рассматривать как асинхронный, но при этом необходимо располагать информацией о сопротивлениях статорной и роторной цепи. Воспользоваться методами идентификации параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным не представляется возможным из-за ограниченности справочных данных синхронного двигателя.

Существующие методы идентификации сопротивлений синхронного двигателя требуют проведения частичных экспериментов, выполнение которых на стадии проведения, например, проектных работ не представляется возможным вследствие отсутствия доступа к рассматриваемому двигателю.

Авторами этой работы разработана методика определения активного сопротивления статора R_1 , приведенного активного сопротивления ротора R_2 и полного индуктивного сопротивления x_k для синхронных двигателей серии СТД, СТМ и некоторых других, для которых дополнительно к основным паспортным данным известны зависимости кратностей полного тока $i(s)$ и момента $m(s)$ от скольжения s .

Активное сопротивление статорной обмотки R_1 определяется из условия, что потери в ней равны 30% всех потерь. При этом погрешность вычисления этого сопротивления у двигателя СТМ 1500-2 равна 4%.

Выражения для определения сопротивлений $R_2(s)$ и $x_k(s)$ как функций скольжения получены из совместного рассмотрения уравнения механической характеристики, уравнения полного тока и функций $i(s)$, $m(s)$. Полученные зависимости аппроксимированы степенными функциями, которые по сравнению с известными аналогами позволяют понизить погрешность аппроксимации сопротивления $R_2(s)$ на 1,4%, а $x_k(s)$ на 10,5%.

Аппроксимирующие функции $R_2(s)$ и $x_k(s)$, полученные для двигателей с известными значениями $i(s)$ и $m(s)$, применимы также и для двигателей с неизвестными величинами $i(s)$ и $m(s)$.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Котенев

ИВАНОВА Т.С.

Санкт-Петербургский Горный университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СИЛОВОГО
МАСЛОПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

IVANOVA T.S.

St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF THE AUTOMATED SYSTEM
OF DIAGNOSTICS AND MONITORING OF THE RESIDUAL RESOURCE OF
POWER OIL FILLED TRANSFORMER**

Актуальной задачей является обеспечение достоверной оценки технического состояния эксплуатируемых трансформаторов. Основным инструментом внедрения концепции перехода от нормативно установленных сроков ремонта силового трансформатора (СТ) к проведению его в зависимости от фактического состояния являются системы диагностики и мониторинга СТ, что дает сокращение экономических затрат и повышение надежности электроснабжения. Можно наблюдать три типа задач по определению состояния оборудования. К самому распространенному типу относят задачи определения ТС, в котором находится объект в данный момент времени. Задачи второго типа - задачи прогнозирования, т.е. предсказание состояния, в котором окажется объект в будущем. К третьему типу относят задачи генеза, а именно определения состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом. Цель работы: разработка новой системы диагностики, которая внедряется в иерархическую структуру автоматизированной системы мониторинга и управления трансформаторами (АСМУТ), реализуется посредством интеллектуального анализа ошибок, на базе неявной логики. Создается алгоритм, используя иерархическая структура древовидного типа, который переводится в программный код, оперируя нечеткими множествами и вводя лингвистические переменные. Возможно рассмотрение любого количества входных факторов для определения изменения остаточного ресурса СТ. Результат работы системы моделирования представляет зависимость изменения остаточного ресурса СТ от выбранных параметров. В представленной работе листинг вывода зависит от 16 входных факторов. Алгоритм позволяет обрабатывать данные с .sql файла данных об эксплуатации СТ в продолжительности некоторого времени, данные используются для построения модели искусственной нейронной сети. Разработана программа обнаружения неисправности в среде C++ и ST. Произведена имитация работы системы на контроллере CJ2H и визуализация на терминале NS12, программа может быть сконвертирована для другой системы где используется данный язык программирования. Вывод: Проведенный анализ существующих методов диагностики и контроля остаточного ресурса СТ показывает, что все методы направлены на определение уже существующего дефекта. Ставится задача создания автоматизированной системы прогнозирования развития дефекта в будущем времени. В контроллере диагностики трансформатора предлагается использовать искусственные нейронные сети (ИНС), которые определяют вид повреждения по совокупным показателям, система реализуется с использованием нейронной сети структуры прямого распространения на основе радиально-базисной функции. Построение ИНС включает в себя следующие этапы: сбор данных, их предварительная обработка (нормализация и рандомизация), построение сети, ее обучение и проверка эффективности. Для обучения сети, повышения качества работы, точности определения остаточного ресурса СТ необходимо на протяжении всего жизненного цикла СТ постоянно пополнять статистику комплексных диагностических испытаний.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.И. Маларёв

КУЗНЕЦОВ П.А.

Санкт-Петербургский горный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

KUZNETSOV P.A.

St. Petersburg Mining University

USE OF SOLID TRANSFORMERS IN NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION

С развитием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и их активным внедрением в электросети, последние постепенно трансформируются от традиционной централизованной структуры к децентрализованной с источниками распределённой генерации. Например, в Норвегии в настоящее время 85% всей электроэнергии генерируется именно в сетях такого типа. Распределённая энергетика приносит следующие преимущества:

- более высокая надежность сети к аварийным режимам;
- возможность использования разных по мощности и типу генераторов;
- двойной поток мощности от генератора к потребителю и наоборот;
- гибкая тарификация при пользовании электроэнергией.

Тем не менее, в связи со сложной структурой и наличием огромного количества преобразовательной техники, необходимой для корректной синхронизации различных генераторов, сети с распределённой генерацией могут испытывать значительные проблемы в связи с дороговизной решений. Перспективным решением, которое поможет преодолеть недостатки может стать твердотельный трансформатор. Твердотельный трансформатор (ТТТ) — это совокупность мощных полупроводниковых компонентов, обычных высокочастотных трансформаторов и схем управления, которые используются для обеспечения гибкого и надежного управления электросетями с распределённой генерацией. Значительным бонусом от использования ТТТ также становятся продвинутые коммуникационные возможности между потребителем, трансформатором и генератором. Весь комплекс решений часто называют интеллектуальным (умным) преобразователем. Технология ТТТ может повышать или понижать амплитуд переменного напряжения так же, как и традиционные индукционные трансформаторы, но она также предлагает несколько существенных преимуществ. Они включают в себя:

- возможность двустороннего потока энергии без дополнительных устройств;
- преобразование переменных и постоянных величин;
- изменение активной мощности, напряжения и частоты;
- улучшение качества электроэнергии (компенсация реактивной мощности и фильтрация гармоник);
- обеспечение эффективной маршрутизации электроэнергии благодаря связи между поставщиком коммунальных услуг, конечным пользователем и другими трансформаторами в сети
- значительное уменьшение физических размеров и веса отдельных трансформаторных блоков с эквивалентной номинальной мощностью

Когда ТТТ будут внедрены, они радикально изменят способ распределения и учета электроэнергии. Они также станут неотъемлемыми компонентами будущей «умной» электросети, что позволит ей направлять электроэнергию из любого источника в любой пункт назначения по наиболее эффективному маршруту.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Абрамович

КУКСОВ Н.А.

Санкт-Петербургский Горный университет

**АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМЫ
ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

KUKSOV N.A.

St. Petersburg Mining University

**AUTONOMOUS COMPLEX OF ELECTRIC POWER SUPPLY OF DETECTION
SYSTEM FOR OIL LEAKAGE DETECTION**

В связи с увеличением количества чрезвычайных ситуаций в нефтедобывающей отрасли, которое обусловлено ростом добычи нефти и износом основных производственных фондов (в частности, трубопроводного транспорта), негативное воздействие разливов нефти на окружающую среду становится все более существенным. Поэтому обеспечение безопасной и надежной эксплуатации нефтепроводов представляет собой первостепенную задачу, для решения которой используются различные системы обнаружения утечек (СОУ) нефти.

Одной из проблем СОУ жидких углеводородов является то, что зачастую нефтепроводы находятся в труднодоступных местах, а минимальная рекомендуемая частота установки пунктов сбора данных — 1 датчик давления на 20 км трубопровода. Поэтому возникают затруднения или вовсе становится невозможным обеспечить электрической энергией шкафы СОУ, датчики давления, расходомеры и другое оборудование, необходимое для стабильной работы систем.

С учетом того, что среднее потребление электроэнергии нижним (датчики давления, расходомеры) и средним (контроллер) уровнями таких СОУ менее 5 Вт, предлагаемый способ электроснабжения — источник питания на основе термоэлектрических модулей (ТЭГ). Такое решение будет отличаться автономностью, энергонезависимостью, высоким сроком службы и отсутствием необходимости в частом обслуживании.

Для исследования характеристик создаваемого комплекса создан имитационный лабораторный стенд с использованием термоэлектродвигательных элементов для изучения энергетических возможностей автономного комплекса электроснабжения. Определены зависимости, позволяющие осуществить выбор номинальных параметров термоэлектродвигательных элементов в составе автономного комплекса, его структуры, параметров и режимов работы

Полученные в ходе экспериментов результаты позволяют говорить о возможности применения данных модулей для автономного электроснабжения СОУ жидких углеводородов в трубопроводе любого диаметра в различных климатических условиях. Такой продукт решает не только проблему энергоэффективного электроснабжения систем обнаружения утечек, но и, благодаря возможности более частой установки данных систем, а также их установки в труднодоступных местах, уменьшает время поиска места аварий на нефтепроводах, что снижает как негативное воздействие на окружающую среду, так и финансовые затраты предприятий на ликвидацию аварий.

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

МАКСИМОВ Н.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ САХА ЯКУТИИ**

MAXIMOV N.A.
St. Petersburg Mining University

**APPLICATION OF MODERN MEANS OF RENEWABLE ENERGY IN THE
MINING INDUSTRY OF THE REPUBLIC SAKHA YAKUTIA**

Республика Саха Якутия является уникальной территорией по разнообразию, количеству и качеству полезных ископаемых. Здесь официально зарегистрировано 1823 месторождения 58 видов минерального сырья. Наиболее важными являются месторождения алмазов (82 % запасов России), сурьмы (82 %), урана (61 %). Также на долю республики приходится 47 % разведанных запасов угля, 35 % природного газа и нефти Восточной Сибири и Дальнего Востока. При этом более 16 тысяч потенциальных месторождений остаются слабоизученными. Потенциал природных ресурсов Якутии не ограничивается полезными ископаемыми. Высокий уровень солнечной радиации позволяет использовать средства солнечной энергетики не только для бытовых целей, но и для горнодобывающей промышленности. Целесообразно это не только в связи с природно-климатическими ресурсами, но и благодаря быстрому развитию технологий в сфере фотогоальванических систем. Максимально полезным и целесообразным применением солнечной электроэнергии считаю комбинирование существующих дизель генераторов с солнечными панелями. Примером подобных станций может служить Батагайская солнечная электростанция (СЭС). Солнечная электростанция в поселке Батагай Верхоянского района Якутии, возведенная ПАО «РАО ЭС Востока», официально признана самым северным в мире объектом фотовольтаики - технологии получения энергии, путем преобразования солнечного излучения. Соответствующая запись размещена на сайте Guinness World Records, сообщает пресс-служба ПАО «РАО ЭС Востока». Опыт применения солнечных электростанций в условиях Саха Якутия показывает, насколько целесообразно будет внедрение фотоэлементов для электроснабжения месторождений полезных ископаемых. Преимущества солнечных электростанций:

- СЭС позволят экономить не только на самом топливе, но и на его транспортировке;
- Кроме того, они проще в обслуживании и эксплуатации, чем дизельные электростанции, так как не нуждаются в постоянном контроле персоналом;
- Экологичное, не дорогое электричество, особенно в сравнении с дизельными электростанциями;

В статье рассмотрены варианты и опыт применения солнечных электростанций (СЭС). Для наиболее продуктивной работы СЭС можно применить выбор оптимальной структуры комбинированного комплекса (в случае комбинирования с дизельной электростанцией). Из проблем можно назвать то, что продуктивная работа солнечных преобразователей энергии нуждается в аккумулировании. Развитие возобновляемой энергетики в горной промышленности призвано снизить расход дизельного топлива действующих дизельных электростанций на выработку электроэнергии, а, следовательно, и повысить доход от месторождения.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Б.Н. Абрамович

ПАНКИН А.С.

Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Тобольске

**РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА**

PANKIN A.S.

Tyumen Industrial University, Branch in Tobolsk

**DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE POWER SUPPLY SYSTEM
BASED ON THE USE OF PULSED CHARGE ENERGY**

Использование альтернативных источников энергии для повышения энергоэффективности объектов ТЭК в современных условиях весьма актуально. Предлагается использовать в качестве такого источника установку, действие которой основано на преобразовании энергии искрового заряда в химическую энергию, для чего разработана специальная установка.

Установка состоит из нескольких емкостей для электролита, которые соединяются между собой последовательно металлическими пластинами, выполняющими роль электродов с разными потенциалами. В двух крайних ёмкостях расположены электроды, выполненные из отличающихся металлов, подключённые к клеммам, которые будут использоваться для создания электродвижущей силы в подключённой электрической цепи. В самой большой ёмкости, установленной в середине цепи установки, расположен электрод, принимающий электрический искровой разряд. В одной из крайних ёмкостей расположен заземлённый электрод, который будет обеспечивать циркуляцию ионов и электронов в установке во время искрового электрического импульсного разряда.

Находящийся в большом отсеке с электролитом металлический электрод принимает электрический искровой разряд. В момент протекания по всей области электрода заряда, часть энергии излучается в виде тепла и электромагнитного поля. При достижении электрического импульса зоны с электролитом дополнительно происходит эмиссия электронов в жидкость. В момент электрического искрового разряда, происходит электролиз между электродом, излучающим в электролит электроны и ионизирующим молекулы электролита и заземлённым. После завершения этого процесса можно использовать полученную энергию, подключив к клеммам установки электрическую цепь, которая отсоединяется от установки в момент электрического импульсного разряда с помощью микропроцессора, принимающего сигнал о возникновении разряда с датчиков и отправляющего обработанный сигнал на электромагнитное реле, отвечающее за соединение установки и электрической цепи. во время электрического искрового разряда необходимо отключение электрической цепи для безопасности использования данной установки и электрической цепи, питающейся от неё.

Все физические процессы подтверждены опытным путем, ведутся дальнейшие исследования.

Научный руководитель: к.т.н., доцент К.В. Чернова

ПЕРЕТЯТКО М.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО
ТЕПЛА НА АФИПСКОМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ**

PERETYATKO M.A.
St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR UTILIZATION OF LOW-GRADE
HEAT AT THE AFIPSKY OIL REFINERY**

Актуальность работы: В наше время существует проблема утилизации низкопотенциального тепла. Значительная часть низкопотенциальной тепловой энергии зачастую просто выбрасывается в атмосферу.

В последние десятилетия большие усилия прилагаются для того, чтобы каким-то образом использовать низкопотенциальную энергию, которая в огромных количествах в виде теплоты оборотной воды, снимаемой градирнями, выбрасывается в окружающую среду.

Особенно остро данная проблема встает на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), где зачастую различные потоки разделения нефти охлаждаются аппаратами воздушного охлаждения (АВО) или оборотной водой.

Для решения данной проблемы предлагается несколько вариантов. Первый – это установка органического цикла Ренкина (ОРЦ). Второй – это установки системы подогрева химочищенной воды (ХОВ) для котельной.

Целью работы является разработка системы утилизации низкопотенциального тепла, которая позволила бы отказаться от сброса данного вида тепловой энергии в атмосферу, тем самым повысив эффективность использования энергии на предприятии.

Идея работы заключается в установке ОРЦ, который позволяет вырабатывать электрическую энергию с помощью низкопотенциального тепла и сравнения данного варианта утилизации низкопотенциальной тепловой энергии с другими вариантами (например, подогрев ХОВ).

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Лебедев

ПЕРЕТЯТКО С.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ОБОРОТНОЙ ВОДЫ
ПЕРВОМАЙСКОЙ ТЭЦ-14 ТГК-1**

PERETYATKO S.A.
St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR UTILIZATION OF HEAT FROM
RECYCLED WATER AT PERVOMAYSKAYA CHPP-14 TGK-1**

Актуальность работы: В летний период на ТЭЦ существует проблема завышенной температуры оборотной воды. Это приводит к повышению давления в конденсаторе и, соответственно, к уменьшению электрической мощности паровой турбины.

Предлагается рассмотреть возможность установки теплового насоса типа «вода–вода» для утилизации тепла системы оборотного водоснабжения, которое на данный момент удаляется с помощью градирен, с последующим использованием данной теплоты для нагрева воды на нужды ГВС.

Целью работы является разработка способа утилизации низкопотенциальной тепловой энергии ТЭЦ, который основывается на уменьшении температуры оборотной воды, которая подается в конденсатор паровой турбины для осуществления процесса конденсации пароводяной смеси.

Идея работы заключается в установке теплового насоса, который будет отводить тепловую энергию от оборотной воды, тем самым уменьшая ее температуру до нормируемой, и передача данной теплоты воде, используемой на нужды ГВС.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Андреев

РАСТВОРОВА Ю.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВКЛАДА ИСТОЧНИКОВ
ИСКАЖЕНИЙ В ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

RASTVOROVA I.U.V.

St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF DETERMINING THE DISTORTIONS
SOURCES CONTRIBUTIONS TO THE ELECTRIC POWER QUALITY
INDICATORS**

Широкое распространение нелинейной нагрузки ведет к ухудшению показателей качества электроэнергии, которые, в свою очередь, должны соответствовать как международным стандартам, так и нормам, установленным на территории Российской Федерации. В то же время, окончательно не решена задача компенсации высших гармоник, а также вопрос оценки влияния несинусоидальности на бесперебойность работы оборудования. Таким образом, актуальным становится вопрос выявления источников высших гармоник в общей сети электроснабжения предприятий.

Данное исследование посвящено разработке метода, позволяющего определить количественный вклад источников искажений в показатели качества электроэнергии системы электроснабжения предприятий, питающихся от общей сети.

Несмотря на наличие ряда методов, позволяющих зафиксировать нелинейную нагрузку, вносящую определяющий вклад в искажения сети, ни один из методов не дает точную информацию в процентном соотношении. Кроме того, ни один из методов официально не утвержден стандартами, регулирующими показатели качества электроэнергии.

В связи с этим предложен новый метод, практически не зависящий от точности измерений, так как основывается только на характере изменения соответствующей зависимости. Также данный способ обладает однозначностью, что является существенным отличием его от известных методов. В основе предложенного метода лежит принцип изменения входного сопротивления системы, осуществляемый за счёт варьирования сопротивления обмоток трансформатора, что может быть реализовано с помощью устройства регулирования под нагрузкой. Работоспособность данного метода подтверждается результатами имитационного моделирования, проведенного в среде Matlab Simulink.

На данном этапе исследований метод позволяет определить доминирующий источник высших гармоник относительно точки общего подключения. Однако очевидны перспективы применения метода для определения вклада отдельных потребителей в процентном соотношении в изменение показателей качества электроэнергии системы электроснабжения предприятий.

Научный руководитель: д.т.н., зав. каф. ОЭ Я.Э. Шклярский, к.т.н., доцент А.Я. Шклярский

КАВЕХ РАХМАНИ, МАРТЫНЕНКО А.Н.

Санкт-Петербургский горный университет

**УЛУШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЦИРКОНИЯ ПОСРЕДСТВОМ
ПРИМЕНЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ИЗ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА**

KAVEN RAHMANI, MARTYNYENKO A.N.

St. Petersburg Mining University

**ZIRCONIUM ENHANCED CORROSION RESISTANCE WITH TUNGSTEN
CARBIDE COATING**

В данной работе рассматриваются механические свойства и термодинамические характеристики покрытия Карбидом Вольфрама различной толщины 50-200 нм, проведены измерения коэффициентов термического расширения. Карбид вольфрама может использоваться для увеличения времени работы изделий при критических температурах (1200°C). Установлено, что дополнительно требуется провести измерение кинетических параметров процесса окисления таким видом покрытия, а также разработать и опробовать алгоритмы поиска дефектов покрытия для последующего практического применения на реальном производственном объекте.

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Лебедев

СЕРИКОВ В.А.

Санкт-Петербургский горный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКОЙ

SERIKOV V.A.

St. Petersburg Mining University

MODELING OF OPERATION MODES OF ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS WITH NONLINEAR LOAD

Практика работы промышленных предприятий, а в настоящее время и крупных административных зданий, показывает, что сети электроснабжения напряжением 0,4 кВ насыщены высшими гармониками. Высшие гармоники тока негативно влияют на работу всего электрооборудования системы электроснабжения, особенно на конденсаторы. В работе рассматривается схема электроснабжения с типовым рядом мощностей трансформаторов 10/0,4 кВ, работающих на линейную и нелинейную нагрузку и конденсаторную батарею (БК). Все расчеты и компьютерное моделирование проводились для трансформатора $S_{Т\text{ ном}} = 1000$ кВ·А, а все регулируемые мощности даются в относительных единицах по отношению к номинальной мощности трансформатора. Трансформатор и линейная нагрузка моделировались индуктивностью и активными сопротивлениями, батарея конденсаторов емкостью. Нелинейная нагрузка моделировалась трехфазным мостовым выпрямителем на виртуальных диодах с регулируемой мощностью P_d на стороне постоянного тока. Рассчитаны мощности БК (Q_{κ}^*), при которых возникает резонансный режим для канонических гармоник. Так для трансформатора $S_{Т\text{ ном}} = 1000$ кВ·А $Q_{\kappa}^* = 0,73; 0,37; 0,15; 0,11; 0,06$ и $0,05$ о. е. для гармоник с номерами $n = 5, 7, 11, 13, 17$ и 19 соответственно. Установлено, что в режимах с БК и близких к резонансному, суммарный ток, протекающий через БК, может в 1,5 и более раза превышать номинальный ток БК, а амплитуды токов высших гармоник могут превышать амплитуду тока основной гармоники. Оценено влияние нелинейной нагрузки на качество напряжения питающей сети. При загрузке трансформатора от 0 до $0,75 S_{Т\text{ ном}}$ только нелинейной или при различных соотношениях линейной и нелинейной нагрузки (P_d^*/S_n^*) требования к качеству напряжения выполняются при величине нелинейной нагрузки около 75 %. Установлено, что в режимах близких к резонансному заметно ухудшается качество напряжения питающей сети. Были построены зависимости суммарного коэффициента искажения напряжения сети ($K_u, \%$) от соотношения мощностей P_d^*/S_n^* и мощности батареи конденсаторов Q_{κ}^* . Так, при $P_d^* > 0,2$ при различном значении линейной нагрузки, $K_u, \%$ не соответствует требованиям ГОСТа к качеству напряжения. Результаты моделирования показали, что в режимах с БК и близких к резонансному амплитуды высших гармоник тока, генерируемых выпрямителем, заметно отличаются от величин $I_n = I_1/n$, принимаемых при расчетах в технической литературе. В частности, при отсутствии резонанса $I_5^* = 0,2; I_7^* = 0,14; I_{11}^* = 0,09; I_{13}^* = 0,078$ о.е., а при резонансе на 11-й гармонике $I_5^* = 0,159; I_7^* = 0,088; I_{11}^* = 0,023; I_{13}^* = 0,019$ о.е. Уменьшение величин высших гармоник тока, генерируемых выпрямителем при резонансных режимах, связано, вероятно, с изменением формы тока в интервале его коммутации при переключении вентилях выпрямителя. При отсутствии конденсаторной батареи форма тока близка к трапеции, а интервал коммутации тока вентилями выпрямителя $\gamma \approx 0,5$ мс. При подключении батареи, но отсутствии резонанса интервал коммутации уменьшается до $\gamma \approx 25$ мкс. При резонансе и близких к нему режимах в интервале коммутации появляется колебательная составляющая, увеличивающая длительность этого интервала до $\gamma \approx 1$ мс.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.Н. Костин

ШЕЛОМЕНЦЕВ В.А.

Тюменский индустриальный университет

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАВКИ НАЛЕДИ НА
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

SHELOMENTSEV V.A.

Tyumen Industrial University

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF INSTALLATION FOR MELTING
ATTACHED ON AIR TRANSMISSION LINES**

При эксплуатации воздушных линий электропередач возникает проблема ледообразования на проводах различных районах мира, в частности, в РФ это случается на северо-западе, Поволжье, Оренбуржье, Крыме, Дальневосточном приморье и т.д., т.е. в местах с высоким процентом влажности и низкой температурой в зимнее, осенне-зимнее, весенне-зимнее время за счёт налипания мокрого снега на ЛЭП и, в следствие, образования гололедно-изморозевых отложений.

Влажность, ветер, резкая смена и перепады температур воздушных масс содействуют образованию наледи на проводах воздушных линий. При этом плотность наледи на ВЛ может достигать 60-70 мм, что существенно утяжеляет провода, т.е. вес изморозевых отложений в некоторых крайних случаях достигает более 5 кг на погонный метр провода. В частности, для провода марки АС-185/43 (масса 846 кг/км) при толщине гололёда 20 мм масса увеличивается в 3,7 раза (3130 кг/км), при толщине 40 мм – в 9 раз (7614 кг/км), при 60 мм – в 17 раз (14382 кг/км), что приводит к обрыву проводов и грозозащитных тросов, повреждению изоляторов, разрушению опор.

В рамках НИР проанализированы существующие современные методы активной борьбы с обледенением: механические, физико-химические, электротермические, электромеханические. Все эти методы имеют ряд недостатков: устаревшие, ресурсозатратные и узкоспециализированные механические методы; недолговечные и на данный момент практически нереализуемые физико-химические методики, которые не справляются с последствиями обледенения; дороговизна и энергозатратность электромеханических устройств; ресурсозатратные электротермические методы, при применении которых необходимо выводить линию из эксплуатации, что ведет к недоотпуску электроэнергии, необходимости в оперативных переключениях, переориентированию нагрузки и т.п.

Разработано практическое решение, основанное на электротермическом методе, выгодно отличающемся от существующих повышенной энергетической эффективностью за счет использования скин-эффекта и отсутствием необходимости отключения потребителей при плавке наледи за счет использования нового оборудования.

Применение разработанных конструкций позволит повысить надежность систем электроснабжения, включающих воздушные линии электропередач, так как представленная разработка позволяет проводить плавку наледи без отключения потребителей, а также сократить количество отключений и уменьшить количество ремонтов.

Научный руководитель: ст. преподаватель В.С. Орлов

Приборостроение

БУСЬКО Н.А.

Санкт-Петербургский государственный морской
технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ (ГЛАЙДЕРОВ) ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ШЕЛЬФЕ

BUSKO N.A.

St. Petersburg State Marine Technical University

APPLICATION OF AUTONOMOUS UNITABLE UNDERWATER DEVICES (GLIDERS) FOR SOLVING THE PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL MONITORING ON THE SHELF

Целью данной статьи является описание устройства и особенностей применения перспективных подводных роботов – глайдеров, автономных необитаемых подводных аппаратов, перемещающихся под водой за счет изменения плавучести и балансировки.

Особенность природно-климатических условий зоны Арктического шельфа обуславливает повышенное внимание к мониторингу состояния пододного пространства при освоении углеводородных полезных ископаемых.

В Российской Федерации основными разработчиками являются несколько предприятий и исследовательских центров. В Санкт-Петербурге созданием глайдеров более 10 лет занимается Государственный морской технический университет совместно с ООО «Океанос».

В данной работе предлагается описание конструкции и принципа работы аппарата, а также анализ эксплуатации ряда моделей.

Также предлагается обзор нового перспективного образца, способного транспортировать буксируемые устройства. Эта модель позволит принципиально расширить область применения глайдеров, как носителей измерительного оборудования.

ГРИГОРЬЕВ Е.В.

Санкт-Петербургский Горный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПРОЧНЯЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОМ
АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН**

GRIGOREV E.V.

St. Petersburg Mining University

**THE USE OF QUALITY CONTROL METHOD ON THE BASIS OF RECORDING
ACOUSTIC WAVES WHICH ARE EMITTED FROM THE MATERIAL**

В связи с предъявлением высоких требований к материалам и их обработке на сегодняшний день актуальной остается задача по увеличению срока службы, эффективности и надежности технических устройств. Для решения конкретных задач разрабатываются и используются новые материалы или сплавы, с улучшенными прочностными характеристиками. Иногда, для достижения поставленной цели различными методами совершенствуются прочностные характеристики уже применяющихся в производстве материалов. Достигается данная задача либо технологическим путем (легирование, армирование и тд.), либо с использованием упрочняющих технологий.

В производстве применяются упрочняющие технологии, особенно такие, которые позволяют сформировать на поверхности изделий покрытия или слои, отличающиеся повышенными эксплуатационными характеристиками. Некоторые способы могут воздействовать на весь объем изделия, то есть, упрочнять его внутреннюю структуру. Существует большое разнообразие методов упрочняющей обработки конструкционных и инструментальных материалов, разработанных к настоящему времени. Имеются как традиционные, хорошо освоенные технологии, так и принципиально новые технологии (лазерные, электрофизические, электронно-лучевые, импульсные и др.), позволяющие получать тонкие покрытия (или слои) на самых различных материалах. Такие разработки, улучшающие материалы и изделия, необходимо проверять на целесообразность их применения и качество получаемых образцов.

Одним из методов контроля качества упрочняющих технологий предлагается использовать акустическую эмиссию, как метод неразрушающего контроля. Однако обработка результатов контроля традиционными способами не дает желаемого результата. Поэтому существует потребность в разработке новых подходов для интерпретации акустико-эмиссионных сигналов.

Перспективным здесь представляется подход, опирающегося на многоуровневую модель параметров АЭ, объединяющей статистический и физический подходы к диагностированию, а также дополнительно «черпающий» информацию на макро-, микро-, и нано-уровнях прочностных исследований для обоснования выбора ценных диагностических АЭ показателей. В информационно-кинетический подход входит формула Журкова (время до разрушения структурного элемента) обосновывающая и позволяющая связать диагностические параметры с ресурсом изделия.

Предложенный в работе информационно-кинетический подход показал высокую информативность для оценки состояния сосудов давления, глубоководных аппаратов и других объектов.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Носов

ЗАХАРОВА Д. Д.
Санкт-Петербургский горный университет

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

ZAKHAROVA D. D.
St. Petersburg Mining University

NON-DESTRUCTIVE TESTING OF HEAT NETWORK PIPELINES

Современный контроль состояния трубопроводов тепловых сетей основывается на проведении гидравлических испытаний, сопровождающихся повышением давления в теплоносителе. О необходимости замены трубопровода говорят разрывы металла, появление течей. Но часто повышение давления в трубопроводе может привести не к выходу его из строя, а к появлению и развитию внутренних дефектов.

В докладе рассмотрены методы неразрушающего контроля трубопроводов тепловых сетей в процессе эксплуатации. Проведен аналитический обзор теплового, магнитного, радиационного и акустического методов. Предложенные методы позволяют провести контроль оборудования без вывода его из эксплуатации, и не приводят к разрушительным последствиям. Сравнительный анализ перечисленных методов показал преимущества применения акустических методов. Дальнейшие исследования предполагается вести в направлении акустического неразрушающего контроля трубопроводов тепловых сетей, а именно ультразвукового и метода акустической эмиссии. По данным, полученным в результате акустического контроля можно судить о толщине материала, его свойствах, выявлять наличие дефектов, получать информацию о виде дефекта, местоположении дефекта, глубине его залегания, степени опасности и распространении.

Научный руководитель: д. т. н., профессор А. И. Потапов

КАРЕЛИН М.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ
ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ РЕЛЬСОВ**

KARELIN M.V.

St. Petersburg Mining University

**RESEARCH OF PARAMETERS OF FLAW DETECTION SIGNALS AT PERIODIC
CONTROL OF RAILS**

Работа посвящена исследованию параметров сигналов дефектоскопических комплексов, отражающих изменение (развитие) дефектов головки рельсов по мере эксплуатации рельсового пути. Для этого, из накопленной за последние 5 лет базы дефектограмм объемом более 2 Тб, выделены дефектограммы участков рельсов, которые по результатам анализа отнесены к остродефектным рельсам и изъяты из пути. После этого просмотрены все имеющиеся в наличии дефектограммы данных участков пути, полученные при предыдущих плановых проездах мобильных средств дефектоскопии.

В работе с целью минимизации объема анализируемых данных без потери основной информации о дефектном сечении, в качестве информационного признака исследована возможность использования параметров $\tau_{мд}$ и $\Delta L_{дс}$, имеющих монотонное увеличение по мере роста продольных трещин в головке рельсов. Было выявлено, что первоначальные сигналы от многих горизонтальных дефектов головки рельсов, изъятых из пути как остродефектный, можно было зафиксировать и наблюдать их постепенные изменения за три-четыре года до изъятия. И, как правило, первые сигналы появлялись в магнитном канале (незначительной амплитуды и длительности, но достаточной для их выделения на фоне всевозможных помех). Выбор наиболее информационного параметра (ΔH_{Σ} , $U_{мд}$ или их сочетания), определение интервала наблюдения Δt , позволяющего необходимой достоверностью предсказать предполагаемый тип дефекта до достижения критического размера трещины, является отдельной и интересной задачей рельсовой дефектоскопии. Вполне вероятно, что после выполнения более подробных исследований с дифференциацией исследуемых участков по степени грузонапряженности и иных условий эксплуатации рельсового пути, возможно, установить пороговые уровни информационных параметров дефектоскопических сигналов, по которым можно предусмотреть плановое (упреждающее) принятие меры по устранению или усилению дефектного сечения рельса. Из всех методов контроля, применяемых для дефектоскопии рельсов, магнитный метод позволяет зафиксировать дефект головки рельса на более ранней стадии развития. При периодическом контроле по информационным параметрам дефектоскопических сигналов можно определить тип дефекта (продольный или поперечный) что весьма важно в практике контроля для упреждающего изъятия опасных поперечных трещин. Для многоканальной ультразвуковой системы предложен интегральный параметр: суммарная условная высота дефектов. Этот же параметр оказался наиболее информативным, позволяющими отследить развитие трещин в головке рельсов. Исследования закономерностей изменения информационных параметров дефектоскопических сигналов при периодическом контроле позволит в будущем перейти к определению сроков принятия упреждающих мер.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.Ф. Кацан

КРАСНОРУДСКИЙ В.А.
Санкт-Петербургский Горный университет

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ
МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА БАЗЕ СЕМЕЙСТВА
МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ATMEGA AVR**

KRASNORUDSKII V.A.
St. Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF THE MULTIFUNCTIONAL ROBOTIC MOBILE PLATFORM
ON THE BASIS OF FAMILY OF ATMEGA AVR MICROCONTROLLERS**

В работе предлагается решение проблемы подключения двигателя к микроконтроллеру. Двигатели есть практически в каждом роботе. В одних роботах они приводят в действие колеса, заставляя машину перемещаться в нужном направлении. В других — двигатели крутят пропеллеры, создавая вертикальную тягу для полета. Двигатели позволяют вращаться суставам промышленного робота-манипулятора, и перемещают каретку 3D-принтера. Существует множество типов двигателей, к самым распространенным в робототехнике можно отнести двигатель постоянного тока, шаговый двигатель, и бесколлекторный двигатель. У каждого типа есть свои особенности, плюсы и минусы. Одни больше подходят для точных перемещений, другие позволяют легко поднять в небо мультикоптер. Под каждый проект нужно тщательно выбирать нужный тип двигателей. Предлагается использовать микроконтроллера ATmega328. Бесколлекторный двигатель подключается к цифровым выводам микроконтроллера ATmega328, который включается и выключается по заданной программе. Двигатель, для своей работы требует ток силой от 200 мА до 1 Ампера. А цифровой выход может дать нам только 20мА. Проблема решается с помощью посредника. Самый простой посредник — это транзистор, работающий в режиме ключа. На рис.1 представлена схема управления двигателем при помощи биполярного NPN транзистора, которая преобразуемая в H-мост:

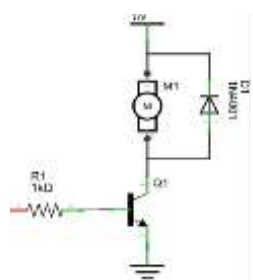


Рисунок 1 - Схема транзисторного усилителя

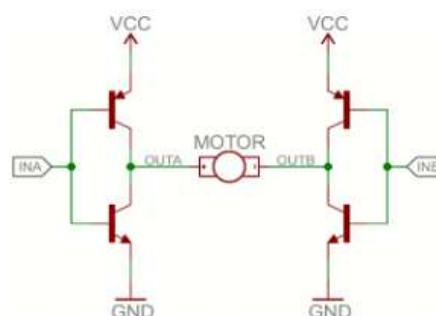


Рисунок 2 - H-мост

Существует множество готовых микросхем, которые позволяют управлять разными типами двигателей. Был выбран драйвер **L293D**. Микросхема представляет собой два H-моста, а значит можно управлять сразу двумя двигателями. Каждый мост снабжен четырьмя защитными диодами и защитой от перегрева. Максимальный ток, который может передать L293D на двигатель — 1.2А. Рабочий ток — 600мА. Максимальное напряжение — 36 В. Что идеально подходит для данного проекта.

Научный руководитель: д.т.н. И.И. Растворова

ЛЕОНТЮК С.М.
Санкт-Петербургский горный университет

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА ISO 9001:2015

LEONTYUK S.M.
St. Petersburg Mining University

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF ISO 9001: 2015 STANDARD

Требования потребителей к качеству продукции постоянно повышаются из-за глобализации и развития международных торговых отношений.

Международные стандарты серии ISO 9000 являются наиболее распространенными в мире.

Общая тенденция изменения моделей СМК при смене редакции ISO 9001 заключается в переходе от элементного подхода к процессному подходу построения СМК, постепенном снижении степени обязательности и строгости в требованиях, связанных с оформлением, формой построения и документированием СМК компании и предоставлении компании большей свободы в формировании системы.

Только имея крепкий «фундамент» компания может результативно воспользоваться свободой и возможностями в построении своей СМК по ISO 9001:2015.

Анализ внутренней и внешней среды должен рассматриваться как процесс, включающий определение факторов, которые влияют на намерение, цели и устойчивость.

Научный руководитель: к.т.н., ассистент А.А. Виноградова

МОЛОТКОВА Е.В.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

MOLOTKOVA E.V.

St. Petersburg Mining University

DEVELOPMENT OF METHODS FOR MEASURING KINEMATIC PARAMETERS

В работерассматриваются метрологические аспекты контроля кинематических параметров – угловая скорость, скорость линейного перемещения центра масс и линейное перемещение амортизатора макета посадочного модуля проекта «Экзо-Мартс» при проведении бросковых испытаний космического аппарата (КА).

«ЭкзоМартс» – проект Европейского космического агентства (ESA) и Роскосмоса по исследованию Марса, его поверхности, атмосферы и климата с орбиты и на поверхности планеты. В процессе подготовки новых российских миссий по изучению других планет, появилась необходимость в наземной отработке элементов конструкции посадочных модулей.

В требования к метрологическому обеспечению КА относят обязательное соответствие действующей нормативной документации, регламентирующей вопросы метрологического обеспечения ракетно-космической техники, проводимого на всех этапах создания и эксплуатации. Задачей исследования является выбор средств измерения для выполнения измерения с предварительным анализом методов измерения кинематических параметров. Дополнительной задачей следует отметить анализ базы первичных эталонов необходимых для отображения прослеживаемости рабочих средств измерения.

Результатом проведенных исследований послужит разработанная методика выполнения измерения кинематических параметров, как средства проведения бросковых испытаний КА.

На основе экспериментальных исследований разрабатывается и аттестовывается методика выполнения измерений кинематических параметров макетаКА в соответствии с требованиями приказа Минпромторга РФ от 15.12.2015 г. № 4091.

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.И. Сытько

МУРТАЗИНА Л. Ш.
Казанский федеральный университет

МОДУЛЬ ОПЕРАТОРА КОМПЛЕКСА СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

MURTAZINA L. SH.
Kazan Federal University

MODULE OF OPERATOR OF THE SEISMIC MEASUREMENTS COMPLEX

В работе представлен обзор комплекса сейсморазведки, разработанного на кафедре радиофизики КФУ: краткое описание модулей, входящих в состав комплекса и подробное описание модуля оператора.

Комплекс относится к классу телеметрических систем реального времени и позволяет получать данные со всех измерительных каналов (сейсмоприёмников) в течение 2 с в одном центре приёма.

Для передачи данных используется сеть опорных станций, работающих на нескольких частотных подканалах диапазона F1. Сейсмоприёмники подключаются к полевым модулям, в которых осуществляется аналого-цифровое преобразование сейсмосигнала и передача данных на ближайшую опорную станцию на одном из нескольких частотных подканалов диапазона F2. Каждая опорная станция может обслуживать до 64 полевых модулей. Опорные станции образуют единую сеть сбора данных и передачи управляющих команд. При этом центральным пунктом сбора данных и управления является отдельная базовая станция.

Полевой модуль представляет собой радиотелекоммуникационное устройство с автономным питанием от встроенного аккумулятора.

Опорная станция представляет собой радиотелекоммуникационное устройство с автономным питанием от внешнего аккумулятора и осуществляет приём и отправку пакетов с данными по радиоканалам обоих диапазонов F1 и F2. Опорная станция располагает информацией о географических координатах каждого подключенного к ней полевого модуля.

Модуль оператора представляет собой радиотелекоммуникационное устройство с автономным питанием от встроенного аккумулятора. Модуль оператора обеспечивает связь с полевыми модулями и опорными станциями на служебном канале диапазона F1. Устройство реализует следующие функциональные возможности: обеспечивает определение геокоординат полевых модулей при их установке на основе приёмников систем GPS/Глонасс, осуществляет передачу информации об этих координатах полевым модулям, проводит конфигурацию и диагностику полевых модулей и опорных станций, выполняет пассивное сканирование радиоканала первого уровня для мониторинга сети.

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Е.Ю. Рябченко

ПОПОВА М.А.
Тюменский индустриальный университет

**ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЛИЯНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА**

POPOVA M. A.
Tyumen industrial University

**THE APPLICATION OF THE INFLUENCE COEFFICIENT IN THE
CALCULATION OF THE RELATIVE ERROR OF GAS METERS**

В данной работе затронута тема о коммерческом учете газа в условиях эксплуатации счетчиков расхода газа. Объектом исследования является счетчик расхода газа, а в роли предмета исследования – относительная погрешность счетчика расхода газа в условиях его эксплуатации.

Автор рассказывает о влияющих факторах на значение относительной погрешности счетчика расхода газа и как они отражаются в формуле расчета погрешности.

Для оценки относительной погрешности счетчика газа в условиях его эксплуатации автор предлагает использование функций влияния, которые в данной работе отображены на графиках. В данной работе упоминается счетчик расхода газа «ДУМЕТИС-1261Г» производства АО «Даймет», который состоит из датчика расхода, давления, температуры и микровычислительного устройства.

Влияющими величинами в данной работе является температура и давление измеряемой счетчиком газа среды. В данной работе выбран диапазон температуры и давления и математическим путем найдены числовые значения коэффициентов влияния (параметр функции влияния), соответствующие определенным значениям температуры и давления. В данной работе функция влияния представлена в табличном виде, а на основании полученных значений построен график для визуальной наглядности.

Автор приводит расчеты относительной погрешности счетчика расхода газа согласно нормированным значениям в технической документации на счетчик и расчет погрешности с учетом коэффициента влияния. Из полученных значений и проведенного анализа, автор делает вывод о применимости данного метода расчета относительной погрешности счетчика расхода газа в условиях его эксплуатации.

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.С. Остапенко

СЕМЕНИЮК А. В.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРАФИНОВОЙ
ФАЗЫ В ПОТОКЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТИ МАГИСТРАЛЬНЫМИ
НЕФТЕПРОВОДАМИ**

SEMENYUK A. V.

St. Petersburg Electrotechnical University «LETI»

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR MEASURING THE CONCENTRATION OF
THE FLOW DURING OIL TRANSPORTATION BY TRUNK PIPELINES**

С развитием транспортной системы, увеличением темпов добычи нефти, расширением сети потребителей возрастают требования, предъявляемые процессам транспортировки. Аварии и их последствия при перегонке углеводородов нефтепроводами на сегодняшний день являются крайне актуальным вопросом. Часто, для их устранения останавливается весь процесс транспортирования, что влечет за собой не только дополнительные материальные вложения компаний, снижение производительности системы, несвоевременную доставку сырья до потребителя, но и служит источником сложно разрешимых экологических ситуаций в различных регионах нашей страны.

Основной проблемой, рассматриваемой в данной работе, является образование асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на внутренней поверхности трубопровода и необходимость разработки системы мониторинга и контроля толщины этих отложений. На практике АСПО образуются на внутренней поверхности труб, в скважинных насосах, выкидных линиях и резервуарах сборочных пунктов. В основном, аварии происходят вследствие несвоевременного обнаружения и устранения отложений на внутренних стенках трубопровода. Исследования, проводимые в рамках данной работы, направлены на изучение механизма образования и разработке бесконтактного метода измерения АСПО в магистральном трубопроводе с перманентной автоматической корректировкой градуировочной характеристики для увеличения точности прибора, созданию алгоритма вычислений и обработке результатов измерений.

Существующие методы борьбы с АСПО не всегда эффективны ввиду недостоверности и несвоевременности измерений характеристик и свойств отложений. В качестве решения данной задачи предлагается использование и совершенствование перспективного и широко распространенного в зарубежной практике неразрушающего метода контроля на основе радиоизотопного излучения, что является новым, инновационным решением проблемы отложения парафинов на внутренней стенке трубопровода. Разработанная система измерения, с использованием эффекта фотоэлектронного поглощения гамма-квантов, позволяет измерять толщину отложений с высокой точностью (погрешность составляет ± 5 мм) не нарушая целостности потока.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А. В. Коптева

ШТОДА Е.В.
Санкт-Петербургский горный университет

**МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО И АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С БИОТКАНЯМИ**

SHTODA E.V.
St. Petersburg Mining University

**METHODS OF OPTICAL AND ACOUSTIC TESING OF LASER-TISSUE
INTERACTION**

В настоящее время наиболее перспективным и прогрессивным направлением в медицине являются применение высокотехнологичных методик для воздействия как на мягкие, так и на твердые ткани человека.

Мочекаменная болезнь (МКБ) наиболее встречающееся в урологической практике заболевание, которая зарегистрирована более чем у 1-3% населения планеты. Для лечения МКБ используют современные *малоинвазивные* (обеспечивающие меньшее вмешательство в организм) методы лечения такие как пневматические, электромеханические, ультразвуковые и лазерные. Данные методы лечения носят общее название *литотрипсия* (от греч. lithos – камень, tripsis растирание, раздробление).

Как показывает медицинская практика, одним из наиболее перспективных методов является лазерная литотрипсия. Однако, при выборе метода лечения МКБ немаловажным фактором, наряду с эффективностью, является инвазивность метода.

При проведении лазерной литотрипсии существует возможность поражения окружающих мягких тканей за счет следующих факторов: тепловые поля, ударная волна и осколки после дробления камня. Если с тепловое воздействие можно уменьшить за счет ирригации (подачи жидкости в зону взаимодействия), то два других фактора зависят от параметров лазерного излучения (длина волны, энергия и длительность импульса).

В работе предложены оптические и акустические методы исследования ударной волны, генерируемой лазерным излучением в образцах, моделирующих свойства оксалатных камней, как имеющих наибольшее распространение.

Для контроля величины давления и частотного спектра ударной волны предложены акустический метод с использованием пьезоэлектрического гидрофона. Эффективность разрушения контролировалась оптическим методом, за счет применения видеорегистрации на цифровом микроскопе.

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.Е. Парахуда

СЕДОВА Я.К., ЯИЦКАЯ А.Г.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА NI ELVIS II**

SEDOVA Y.K., YAITSKAYA A.G.
St. Petersburg Mining University

**THE RESEARCH OF ELECTRONIC PHOTOCELLS ON THE BASIS OF THE NI
ELVIS II EDUCATIONAL PLATFORM**

В работе представлено подробное изучение и демонстрация возможностей образовательной платформы NI ELVIS II, а также разработка комплекса лабораторных работ по дисциплине «Оптическая электроника» на основе образовательной платформы NI ELVIS II.

Современное развитие производства, науки и техники происходит в том числе благодаря открытиям и достижениям в области оптической электроники, в том числе и лазерной техники. Таким образом, появляется необходимость изучения современных оптических устройств и их принципов работы, что повышает актуальность разработки комплекса лабораторных работ по дисциплине «Оптическая электроника».

Стенд разработан на основе модульного лабораторно-технического комплекса NI ELVIS II. В состав стенда входят такие оптические приборы, как одноцветные светодиоды, RGB-светодиод, полупроводниковый лазер SYD1230, и фотоэлементы: фоторезистор GL5528, фотодиод ФД-11к, фотодиод ФД-24к, фототранзистор L-3DP3С.

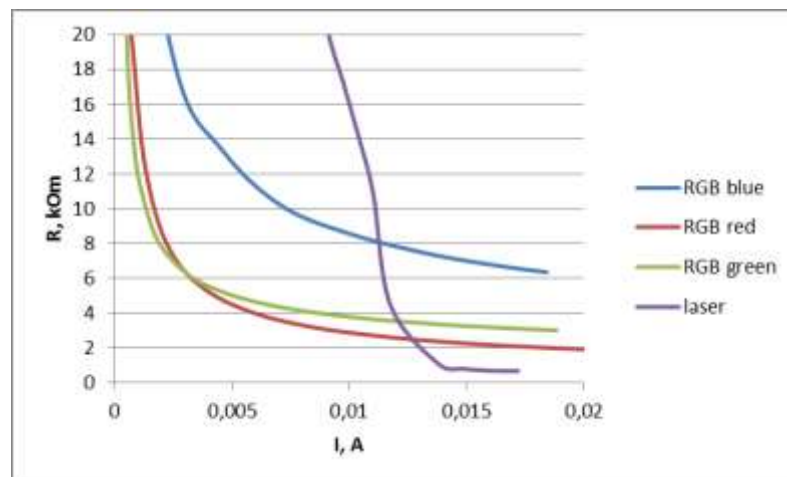


Рисунок 1 - Зависимость сопротивления фоторезистора от интенсивности излучения оптических приборов

В ходе выполнения лабораторных работ изучаются принципы работы различных оптических приборов. По результатам лабораторной работы необходимо построить вольт-амперные характеристики приборов, произвести сравнительный анализ. Также сравнивается реакция фотоэлементов на излучение светодиодов разных цветов и полупроводникового лазера в зависимости от интенсивности светового потока.

Научный руководитель: ассистент А.А. Белицкий

Секция 7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Экономика

ДЕРИПАСКО К.Д.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕННОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

DERIPASKO K.D.

Ufa State Petroleum Technological University

ECONOMICAL EFFICIENCY ANALYSIS OF A COMPANY BASED ON VALUE-ORIENTED MANAGEMENT INDICATORS

В работе рассматриваются основные инструменты концепции ценностно-ориентированного менеджмента (VBM), применяются показатели экономической добавленной стоимости (EVA), добавленной стоимости потока денежных средств (CVA) и добавленной акционерной стоимости (SVA) при оценке эффективности деятельности вертикально интегрированной нефтяной компании. Нефтегазовая отрасль в России на сегодняшний день является одним из главных источников пополнения государственного бюджета, гарантом энергетической и экономической безопасности страны, а также привлекательным сектором для инвестирования. Традиционные показатели эффективности, такие как чистая прибыль, EBITDA, рентабельность активов и прочие, предназначены для анализа текущей деятельности предприятия, но их использование не характеризует оценку эффективности принятия стратегических решений и достижения стратегических целей предприятия. В связи с этим, концепция ценностно-ориентированного менеджмента вызывает все больший интерес со стороны менеджмента компании. VBM концепция основана на измерении роста акционерной стоимости как показателя оценки эффективности принятия стратегических решений в компании. Главное отличие показателей концепции VBM от традиционных показателей эффективности заключается в том, что они призваны сигнализировать об изменении ценности для акционеров и однозначно характеризовать, насколько успешно компания соответствует целям максимизации благосостояния собственников. Одной из сложностей данного подхода является большое количество показателей, разработанных разными консалтинговыми компаниями. Все показатели имеют свою область применения, преимущества и недостатки, и поэтому предприятиям следует руководствоваться комплексом показателей результативности, а не одним из них. Существуют также сложности при внедрении концепции на предприятии, такие как установившиеся традиции анализа и управления, приверженность менеджмента мышлению на уровне оперативного управления, требования более совершенного уровня аналитического анализа. Концепция ценностно-ориентированного менеджмента является наиболее актуальной для анализа эффективности функционирования компании, так как позволяет оценить степень достижения стратегических целей в целом и в разрезе текущей деятельности, выявить основные резервы и направления повышения эффективности компании.

Научный руководитель: к.э.н., доцент М.А. Халикова

ИВАНОВА Д.А.
Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ РИСКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

IVANOVA D.A.
St. Petersburg Mining University

ANALYSIS OF THE SPECIFIC RISKS OF THE MINING ENTERPRISE

Сегодня горная промышленность продолжает играть важную роль в экономике России, несмотря на необходимость и стремление правительства отказаться от сырьевой модели экономики и зависимости от природных ресурсов. Горнодобывающие предприятия не только обеспечивают удовлетворение внутренних потребностей в сырье и ресурсах, но и поставляют значительные объемы добываемых полезных ископаемых за рубеж, что обеспечивает значительную часть валютных поступлений.

Как и на любом предприятии, производственная и коммерческая деятельность горных компаний сопряжена с рядом рисков, которые могут представлять серьезную угрозу для функционирования бизнеса. Однако помимо стандартных рисков, таких как политические риски, риск инфляции, риск колебания курсов валют, справедливых для любой отрасли, горная промышленность характеризуется рядом специфических рисков, обусловленных характером деятельности.

В современной литературе по данной теме основное внимание уделяется горному риску, связанному с невозможностью обладания всей полнотой знаний о строении недр, в пределах которых осуществляется добыча. Но на практике анализ горного риска зачастую сводится лишь к проблеме неподтверждения запасов полезного ископаемого, что приводит к уменьшению объемов добычи и прекращению деятельности предприятия. Несомненно, это вызывает значительные финансовые потери, однако не является единственным возможным исходом.

В работе рассматриваются и анализируются прочие специфические риски, характерные для предприятий по подземной добыче полезных ископаемых, такие как риски сдвижения вмещающих горных пород и риски образования водопроводящих трещин. С учетом ведения работ в усложняющихся горно-геологических условиях и на все более глубоких горизонтах, чем еще пять или десять лет назад, эти риски заслуживают большего внимания, так как могут повлечь за собой не просто финансовые потери, но и вызванные обвалом горной массы аварии, угрожающие как жизни рабочих, ведущих добычу в забое, так и людей, находящихся на поверхности. Поэтому экономическая оценка подобных рисков и разработка мероприятий по их снижению представляет сегодня актуальную проблему, требующую незамедлительного решения.

Научный руководитель: д.э.н., профессор И.Б.Сергеев

КОРЯКИНА А.А.

Брянский государственный технический университет

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ
ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

KORYAKINA A.A.

Bryansk State Technological University

**ADMINISTRATION OF THE PROGRAM OF INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF THE BRANCH OF GAS SUPPLY AND GASIFICATION OF
THE BRYANSK REGION**

Нефтегазовая промышленность в экономике России несомненно играет ведущую роль. Газификация промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых предприятий играет ключевую роль в развитии рыночной экономики.

ПАО «Газпром» рассматривает развитие инновационной активности, повышение технологического и организационного уровня компании в качестве приоритетных направлений своей деятельности, так как только на этой основе может быть обеспечено эффективное и устойчивое развитие нефтегазового сектора и российского топливно-энергетического комплекса в целом. Так, на примере анализа программы развития газоснабжения Брянской области вплоть до 2021 г. можно выяснить, за счет проведения каких мероприятий по газификации области улучшится качество жизни населения и повысится экономика региона в целом.

В рамках Брянской области недостаточно обеспечить газом только лишь города и поселки, необходимо также проведение газа и в самые удаленные уголки региона. Для достижения этой цели необходимо увеличить пропускную способность существующих газопроводов и создать дополнительные источники природного газа. Строительство новых и реконструкция существующих газораспределительных сетей позволит АО «Газпром газораспределение Брянск» выйти на новый уровень обеспечения региона качественным топливом.

Стоит также уделить внимание переходу 15 ед. котельных на газ, построению межпоселковых газопроводов общей протяженностью около 84 километров, переводу на газ 95 ед. автотранспортной техники, газификации квартир природным газом в масштабе 6000 ед. и других мероприятий с общим объемом (приростом) годового потребления природного газа – 0,2194 млрд. куб. м.

Уже заложен первый камень в строительство завода на территории Брянской области по выпуску нефтегазового и энергетического оборудования «ГазЭнергоКомплект», которое будет использоваться по всей России. В рамках реализации плана развития газоснабжения Брянской области планируется освоить финансовые средства из бюджетов всех уровней. Суммарные инвестиции компании и региона, согласно программе, оцениваются в 427 миллионов рублей.

Все предлагаемые мероприятия, рассматриваемые в рамках развития газификации Брянской области, направлены на снятие значительной части технических ограничений развития Брянских промышленных предприятий и коммунальной сферы региона, способствование развитию импортозамещения в промышленном секторе, и как следствие экономический рост Брянской области и социальное развитие региона.

Научный руководитель: к.э.н., доцент Е.И. Сорокина

ЛЕКСИКОВА М.А.

Брянский государственный технический университет

**РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

LEKSIKOVA M.A.

Bryansk State Technological University

**DEVELOPMENT OF COMPLEX APPROACHES TO MANAGING THE
ECONOMIC SAFETY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

В условиях современной рыночной экономики конкурентоспособность предприятий в стратегической перспективе во многом определяется эффективностью управления его экономической безопасностью. В данной работе рассмотрены подходы к определению экономической безопасностью, предлагаемые различными авторами, специализирующимися в данной предметной области. Исследование показало, что в большинстве из них автор производит акцент на какой-то из сторон безопасности функционирования предприятия. По нашему мнению, эффективное управление экономической безопасностью должно быть построено на принципах системного подхода, учитывающего все стороны и аспекты этой безопасности комплексно. Под системой экономической безопасности предлагается рассматривать элемент общей системы управления предприятием, представляющий собой взаимосвязанную совокупность элементов (блоков), комплексно обеспечивающих экономическую безопасность функционирования предприятия. Использование принципов системного подхода позволит выявлять или разрабатывать процессы, влияющие на обеспечение безопасности, а также структурировать процесс управления безопасностью. Таким образом, использование системного подхода способно обеспечить достижение ключевых ориентиров безопасности наиболее эффективным способом. Понимание взаимосвязей между процессами системы, непрерывное совершенствование системы и лучшее понимание распределения ролей и ответственности делают системный подход наилучшим выбором при решении возникающих в процессе работы задач. Возможности системного подхода к управлению экономической безопасностью промышленного предприятия в данной работе были рассмотрены на примере ОАО «Брянскпиво».

Для построения системы управления экономической безопасностью на предприятии в работе были выделены следующие системные компоненты:

- кадровая безопасность;
- технико-организационная безопасность;
- информационно-коммуникационная безопасность;
- финансовая безопасность.

Управляя факторами экономической безопасности через стратегическое планирование и систему индикаторов, описывающих эффективность деятельности по каждому из компонентов, предприятие способно в значительной степени повысить вероятность устойчивого роста и процветания. Это, в свою очередь, положительно отразится на экономике региона и в более масштабном плане - на экономике страны.

Научный руководитель: к.э.н., доцент Н.Е.Бойко

СОЛОВЬЕВА В.М.

Санкт-Петербургский горный университет

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОЕКТОВ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
(КИМС) НА АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ**

SOLOVYOVA V.M.

St. Petersburg Mining University

**ECONOMIC EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF
IMPLEMENTATION OF COMPLEX USE OF MINERAL RESOURCES (CUMR)
PROJECTS ON ARCTIC TERRITORIES**

Проблема комплексного использования минерального сырья на территориях российской Арктики приобретает все большую актуальность, что обусловлено ростом экологических рисков, постепенным истощением минерально-сырьевой базы северного региона и необходимостью решения важных задач в сфере рационального природопользования. Принципиально важной чертой проектов КИМС является то, что помимо коммерческой и бюджетной эффективности, они ориентированы на получение долгосрочных экологических, социальных и инновационных эффектов. В то же время проекты, целью которых является повышение комплексности использования минеральных ресурсов, отличаются сложностью и наукоемкостью. На сегодняшний день уточнение реальных эффектов от внедрения технологий КИМС, оценка потенциальных рисков и рассмотрение эффективных мер поддержки таких проектов становятся первостепенными задачами для государства с целью привлечения компаний к их реализации.

В рамках проведенного исследования были изучены теоретические основы концепции комплексного использования минерального сырья, определена значимость данного направления при освоении комплексных месторождений на территориях Арктики, уточнены эффекты, приобретаемые при реализации подобных проектов, а также проанализированы факторы, способные оказать влияние на экономическую эффективность их реализации. Были выделены особенности таких проектов, а также сформированы критерии, позволяющие включать их в перечень перспективных проектов КИМС.

В ходе проведенного исследования были также изучены современные механизмы и меры, которые могут быть задействованы с целью поддержки реализации подобных проектов. Практическое применение выбранных экономических механизмов было осуществлено на примере расчета эффективности реализации проекта по отработке Африкандского месторождения перовскит-титаномагнетитовых руд.

На основе полученных результатов были предложены направления стимулирования реализации проектов комплексного использования минерального сырья, охватывающие такие современные подходы как применение Форсайт-технологий, использование механизмов «зеленого роста» и формирование кластеров. Полученные результаты в дальнейшем станут основой для создания организационно-управленческого механизма развития концепции комплексного использования минерального сырья (КИМС) на территориях российской Арктики.

Научный руководитель: д.э.н., профессор А.Е. Череповицын

ТАБАКОВА А.О.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО
РЕГИОНА МЕТОДОМ ПРЯМОГО СЧЕТА**

TABAKOVA A.O.

Kuzbass State Technical University T.F. Gorbacheva

**ASSESSMENT OF ECONOMIC POTENTIAL CARBON REGION DIRECT
ACCOUNT METHOD**

В данном исследовании предлагается обоснование и оценка экономического потенциала угледобывающего региона на примере Кемеровской области (Кузбасс) методом прямого счета. Он заключается в том, что оценка потенциала региона производится на базе прямых количественных данных о величине составляющих его элементов, отражающих направления использования, размещения ресурсов за определенный период времени. Согласно данному методу экономический потенциал региона оценивается по каждой его составляющей – природно-ресурсный, трудовой, финансовый и инновационный потенциалы – с использованием официальных статистических данных.

Величина природно-ресурсного потенциала определяется в соответствии со средними рыночными ценами на каждый его элемент, действующими в определенный временной интервал. Главнейшим природным богатством Кузбасса, во многом определившим уровень развития экономики и его структуру, является уголь. Поэтому из всех природных ресурсов области в работе учтен только этот ресурс – уголь.

Немаловажным элементом экономического потенциала является трудовой потенциал региона. Расчет трудового потенциала осуществлен нами исходя из числа экономически активного населения, умноженного на среднемесячную номинально начисленную заработную плату в регионе по годам за минусом числа безработного населения, умноженного на средние выплаты пособия по безработице.

Существенное значение для экономики региона имеет наличие финансовых ресурсов, что позволяет обеспечить ее развитие. Финансовый потенциал региона складывается из сальдированного финансового результата предприятий, доходов бюджета за минусом безвозмездных поступлений, депозитов физических и юридических лиц.

В современной экономике немаловажное значение имеют вложения в науку и новые технологии, которые в совокупности и представляют инновационный потенциал.

В результате проведенного исследования были рассчитаны стоимостные значения каждой составляющей ресурсного потенциала, используемого в экономике Кемеровской области. Из полученных данных следует, что за временной период с 2013 г. по 2017 г. экономический потенциал Кемеровской области увеличился в 2,1 раза или на 455 млрд. руб. Наибольшее влияние на данный рост оказало увеличение стоимостной оценки природно-ресурсного потенциала (на 453 млрд. руб.).

В структуре экономического потенциала Кемеровской области наибольший удельный вес занимает природно-ресурсный потенциал, составив 99,7 %. Следовательно, трудовой, финансовый и инвестиционный потенциалы занимают менее 1 % в структуре экономического потенциала области. Таким образом, природа, щедро наградив своими богатствами Кемеровскую область, во многом обусловила односторонний характер развития экономики и ее структуру.

Научный руководитель: старший преподаватель Е.И. Левина

Менеджмент

БОЧАРОВА С.В.

Тюменский индустриальный университет

РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ САМОМЕНЕДЖМЕНТА В УСПЕШНОМ ПОСТРОЕНИИ КАРЬЕРЫ У ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

BOCHAROVA S.V.

Tyumen industrial university

THE ROLE OF SELF-MANAGEMENT TECHNOLOGY IN SUCCESSFUL CAREER DEVELOPMENT FOR GRADUATES OF TECHNICAL UNIVERSITIES

Введение. В настоящее время во многих отраслях производства очень остро ощущается потребность в молодых специалистах. Однако речь идет не только о наличии диплома у выпускников ВУЗов, но, в первую очередь, о том, насколько молодой сотрудник способен к быстрой адаптации и постоянному профессиональному росту.

Актуальность. Одним из самых важным условий достижения успеха в профессии является грамотное использование технологий самоменеджмента. Как только молодой человек научится правильно распределять свое время, он непременно добьется поставленных целей во всех сферах, самое главное в карьере. Однако, эти технологии практически не используются у бакалавров технических направлений из-за сокращения часов по соответствующим дисциплинам.

Методы исследования: анализ научной литературы по теме исследования, анализ рабочих программ технических направлений подготовки; опрос, контент-анализ.

В качестве метода решения задач использовался метод SWOT-анализа (адаптированная «Методика ситуационного анализа», предложенная экспертом Лотаром Зайвертом).

Для данного исследования были выполнены следующие задачи: проведен обзор научной литературы по теме исследования, определены современные технологии карьерного самоменеджмента, выбраны оптимальные технологии для выпускников ТИУ, в соответствии с проведенным исследованием даны рекомендации выпускникам ТИУ.

Предложенная авторами технология карьерного самоменеджмента поможет выпускникам ТИУ достаточно полно и глубоко провести психологическую самодиагностику карьерного потенциала, успешно определить пути реализации карьерных возможностей и достичь желаемых профессиональных устремлений.

Дальнейшие исследования будут направлены на то, чтобы определить эффективность предложенных методов построения профессиональной карьеры выпускников технических ВУЗов, и сформулировать методические рекомендации в области таймменеджмента для выпускников технических направлений подготовки.

Научный руководитель: к.п.н., доцент Е.С. Чижикова

ВАСИЛЬЧЕНКО А.О.

Санкт-Петербургский горный университет

**АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОТБОРА ПРОЕКТОВ В ПОРТФЕЛЬ НЕФТЕГАЗОВОЙ
КОМПАНИИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ГПН-РАЗВИТИЕ»)**

VASILCHENKO A.O.

St. Petersburg Mining University

**ANALYSIS OF THE PROJECT SELECTION TECHNIQUE IN THE PORTFOLIO
OF OIL AND GAS COMPANY (ON THE EXAMPLE OF LLC GPN-
DEVELOPMENT)**

В работе проводится анализ методики отбора проектов в портфель, используемой в ООО «ГПН-Развитие», и степени влияния метода отбора проектов на результаты отбора. Для проведения отбора проектов необходимо составить список требований к портфелю проектов, выделить основные критерии, отражающие степень удовлетворения проекта требованиям, осуществить оценку проекта по выбранным критериям и определить приоритетность его реализации по сравнению с другими проектами. Можно выделить 4 основополагающих метода приоритизации проектов: метод попарного сравнения, ранговый метод, метод балльной оценки и метод анализа иерархий. В компании «ГПН-Развитие» экспертами компании для определения приоритетов проектов был сформирован многокомпонентный интегрированный показатель (МИП) на основе балльного метода ранжирования. МИП имеет ряд преимуществ, однако, поскольку его формирование предполагает выбор критериев и определение их значимости на основе экспертных оценок, существует большая вероятность принятия неверного решения. С целью анализа влияния возможных ошибок экспертов на результирующий показатель было осуществлено ранжирование 15 текущих проектов ООО «ГПН-Развитие» по имеющимся данным об их финансово-экономических показателях по исходной формуле МИП, а также по модифицированным формулам МИП с корректировкой удельных весов критериев и изменением количества критериев. Анализ полученных результатов показал, что степень приоритетности проектов зависит от состава критериев для оценки и присвоенного каждому из критериев удельного веса в общем показателе. На следующем этапе исследования были выявлены достоинства и недостатки других методов приоритизации проектов и проведен анализ влияния выбранного метода ранжирования на результаты отбора проектов. Для этой цели была осуществлена приоритизация проектов ООО «ГПН-Развитие» с использованием критериев и их удельных весов, предложенных экспертами в исходной формуле МИП, по методу попарного сравнения, ранговому методу, а также методу анализа иерархий. Проведенный анализ показал, что результаты ранжирования различаются в зависимости от выбранного метода, причем в ряде случаев оценка приоритетности, полученная с использованием МИП, значительно занижает ранг проекта по сравнению с результатами расчетов по другим методам. Выявленные отклонения свидетельствуют об опасности потери эффективных вариантов в случае использования при отборе проектов только результатов расчетов по методу МИП. Таким образом, сложность многоаспектной оценки проектов при их отборе обусловливает несовершенство существующих математических моделей, что приводит к необходимости использования субъективных экспертно-аналитических методов. Для снижения степени негативного влияния данных явлений на результаты отбора проектов приоритизация проектов должна проводиться несколькими компетентными экспертами с использованием различным экономико-математических методов.

Научный руководитель: д.э.н., профессор Т.В. Пономаренко

ГОРБЕНКО С.К.

Московский государственный институт международных отношений
(университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации

СОВМЕСТНАЯ РАЗРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

GORBENKO S.K.

MGIMO University, Legal Support of International Energy Cooperation

JOINT DEVELOPMENT OF HYDROCARBON DEPOSITS

Увеличение требований прибрежных государств в области расширения юрисдикции над прилегающими морскими районами связано с развитием и доступностью технологий, которые позволяют разведку и эксплуатацию ресурсов на глубинах, которые еще десятки лет назад были недоступны для человечества. Хотя большая часть земли покрыта водой, стремление государств обеспечить и контролировать доступ к минеральным ресурсам во многих случаях приводило к конфликтам между различными прибрежными государствами в отношении делимитации морских границ, а также суверенитета над островами и соответствующими прилегающими морскими районами.

В отношении минеральных ресурсов, которые расположены на морской границе, в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву прибрежные государства не обязаны заключать соглашения относительно разведки и эксплуатации этих ресурсов. Концепция совместного освоения месторождений не регулируется ни Конвенцией ООН по морскому праву, ни в соответствующих международно-правовых документах, ни в Женевских конвенциях по морскому праву. Конвенция ООН также не содержит правил, касающихся деятельности на морском дне в спорных морских районах. Несмотря на это, некоторые государства сочли совместную разработку альтернативой, которая позволяет разрабатывать месторождения в районах обоюдных претензий.

Соглашения о совместной разработке могут быть определены как совместные усилия между двумя или более государствами по разведке и разработке месторождений, которые находятся на морской границе. Прибрежное государство реализует суверенные права при разведке или разработке таких ресурсов в своей исключительной экономической зоне или континентальном шельфе, в том числе за пределами 200 миль. Правовые и экономические проблемы возникают в двух ситуациях: во-первых, если морское месторождение углеводородов пересекает границу, и, во-вторых, если такие ресурсы находятся в морской зоне, на которую претендуют два или более государства.

Актуальностью данной работы является необходимость применения договорного регулирования совместной добычи нефти Российской Федерации и других государств. Совместная деятельность будет способствовать эффективной разработке месторождений и укреплению международного сотрудничества в нефтегазовой отрасли.

Научный руководитель: к.ю.н, доцент Е.А. Гаврилина

ЕВСЕЕВА О.О.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ
КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СЖИЖЕННОГО
ПРИРОДНОГО ГАЗА**

EVSEEVA O.

St. Petersburg Mining University

**THE DEVELOPMENT OF METHODS OF LARGE-SCALE LIQUEFIED NATURAL
GAS PROJECTS SUSTAINABILITY ASSESSMENT**

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью диверсификации направлений экспорта российского газа за счет развития индустрии сжиженного природного газа (СПГ). Специфика СПГ-проектов такова, что ввиду их высокой капиталоемкости и низких цен на СПГ на мировом рынке, такие проекты ориентированы, главным образом, на достижение внешних эффектов.

В процессе исследования был выполнен анализ ключевых тенденций глобального рынка СПГ и перспектив реализации российского СПГ на нем, были определены основные риски и возможности создания новых СПГ-мощностей в России, был проведен анализ основных бизнес-моделей СПГ-индустрии с обоснованием наиболее оптимальной модели для России. С учетом специфики СПГ-проектов было определено понятие «устойчивости СПГ-проекта» с дальнейшим анализом основных заинтересованных сторон и их ожиданий относительно таких проектов.

Выводы исследования: 1) Перспективы развития производственного потенциала СПГ в России реалистичны, российский СПГ конкурентоспособен на мировом рынке. 2) Успешность и реализуемость СПГ-проектов ввиду их специфики во многом зависит от согласования интересов их участников. Основными стейкхолдерами СПГ-проекта являются промышленные компании, инвесторы, государство и общество. 3) Модель устойчивости СПГ-проекта основана на экономической ценности актива, рациональном недропользовании и энергоэффективности, а также социально-экономическом развитии региона присутствия. 4) Оценка эффективности СПГ-проекта с учетом концепции устойчивости должна включать показатели экономической, общественной и управленческой видов эффективности.

Научный руководитель: д.э.н., профессор А.Е. Череповицын

ЧЕЛЕНКОВА Е.И.

Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева

**ПРОФОРИЕНТАЦИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В КУЗБАССЕ**

CHELENKOVA E.I.

Kuzbass state technical University T.F. Gorbachev

**CAREER GUIDANCE AS A FACTOR OF HUMAN CAPITAL FORMATION
QUALITY IMPROVEMENT IN KUZBASS**

Важнейшим элементом общественного развития, решающим фактором экономического роста и на этой основе улучшение благосостояния населения является управление человеческим капиталом. Одним из элементов формирования человеческого капитала является профориентация. Она заключается в системе мер, которые направлены на помощь личности в выборе направления профессионального развития, при этом оказывая психологическое сопровождение профессионального самоопределения, учитывая результаты изменений в профессиональных интересах и ценностях, склонностях и способностях человека.

В Кемеровской области формирование и использование человеческого капитала отражает индустриально-сырьевой характер и остается драйвером развития региона. В связи с этим, многие граждане, лишаются возможности выбрать желаемую профессию и вынуждены осваивать профессиональную деятельность по умолчанию, в той сфере, которая развита и где они могут быть востребованы.

В ряде муниципальных образований Кемеровской области наблюдается качественный и количественный кадровый дефицит в отраслях, связанных с развитием и формированием человеческого капитала – образования, медицины, культуры, а также жилищно-коммунального хозяйства и общественного транспорта. В связи с этим, снижается привлекательность региона, что служит причиной оттока молодежи и понижения демографического потенциала региона в целом. В Стратегии развития Кузбасса до 2035 г. данный вопрос занимает ключевую позицию. Уже намечены «точки роста» в непромышленном секторе экономики. При реализации стратегических мероприятий потребуются новые кадры, обновленный человеческий капитал.

Для решения поставленной проблемы необходимо уже сейчас развивать систему профориентации на стадии среднего образования через формирование единого центра, координирующего всю профориентационную работу в регионе. Итогом работы предложенной системы может стать профориентационное портфолио обучающегося, в котором базовым содержанием будет выступать самоопределение, самопознание и самосовершенствование. В связи с этим, появится возможность выявлять и развивать интерес к определенным сферам деятельности еще на ранней стадии, а также определять степень пригодности молодых кадров к ним, еще до этапа включения в общественное производство.

Таким образом, внедрение данного механизма будет способствовать повышению качества формирования человеческого капитала в разных сферах экономики Кузбасса, и поможет решению проблем, связанных с дефицитом кадров в социальной сфере.

Научный руководитель: к.т.н, доцент А.С. Шебукова

ЮНУСОВА М.Р.

Альметьевский государственный нефтяной институт

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ

YUNUSOVA M.R.

Almetyevsk State Oil Institute

DEVELOPMENT OF OIL COMPANY DEVELOPMENT PROJECT

Кардинальные преобразования в экономике потребовали изменения во всех сферах и отраслях хозяйствования, особенно в нефтяной отрасли, так как в настоящее время, согласно стратегии Организации стран – экспортёров нефти, происходит сокращение добычи нефти, сокращение спроса и снижения цены на нефть. Это говорит о необходимости формирования программы развития предприятия, направленной на расширение и развитие нефтяной сферы.

В действующих условиях хозяйствования проблема комплексного развития нефтяной сферы приобретает ряд обновленных аспектов, позволяющих говорить об особенностях адаптационного периода в развитии рынка нефтяной промышленности.

Независимо от сферы деятельности фирмы (производство или оказание услуг) качественное обслуживание – это единственное стратегическое решение, позволяющее опередить конкурентов.

Разработка проекта развития нефтяной компании необходима для обеспечения достижения сформированных целей и задач. Анализ путей развития, направленных на изменение существующего состояния, ведется по параметрам изменений по отношению к базовому варианту развития, основанному на результате экстраполяции сложившихся тенденций и возможностей их осуществления. При этом важна концепция развития, для формирования которой необходимо определение системы переменных параметров, характеризующих структуру стратегий и целевых нормативов для разработки мероприятий по их реализации.

Данная работа посвящена актуальной проблематике, которая находится в области антикризисного управления в сфере нефтегазовой промышленности. Анализ деятельности нефтяной компаний представляет научный интерес в рамках определения наиболее эффективной модели управления.

В работе дано описание объекта исследования, проведен полный анализ деятельности, выявлены сильные и слабые стороны компании. Разработаны пути решения выявленных проблем. Спрогнозирован объем продаж компании, определена технология работы рассматриваемой компании. Описана схема финансирования проекта, рассчитаны основные показатели эффективности с применением сценарного подхода учитывающего риски, которые могут повлиять на успех реализации проекта.

Научный руководитель: к.э.н., профессор Л.Н. Краснова

Системный анализ и управление

АСАДУЛАГИ М.М.

Санкт-Петербургский горный университет

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

ASADULAGI M.M.

Saint-Petersburg Mining University

FUNCTIONAL MODEL OF THE HYDROGEOLOGICAL CONTROLLED OBJECT WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

Процессы, в окружающей нас среде, неразрывно связаны с пространственными координатами и, как правило, их модели описываются уравнениями в частных производных. Безусловно, системный анализ таких (распределенных) процессов связан с усложнением математического аппарата, но полученный выигрыш стоит того.

В докладе приводится математическое описание гидрогеологического объекта в виде системы уравнений в частных производных, характеризующие процессы фильтрации в водоносных горизонтах при эксплуатации месторождения минеральных вод. Для упрощения описания и для выделения возмущающих и входных воздействий, предлагается наглядная функциональная модель в виде блок-схемы, отображающая не только воздействия на эксплуатируемый водоносный горизонт, но и взаимодействие между пластами. F (скорость потока) и V (понижение уровня в точках расположения добывающих скважин) – могут быть как детерминированными, так и стохастическими воздействиями, b (параметр перетекания) – постоянные коэффициенты.

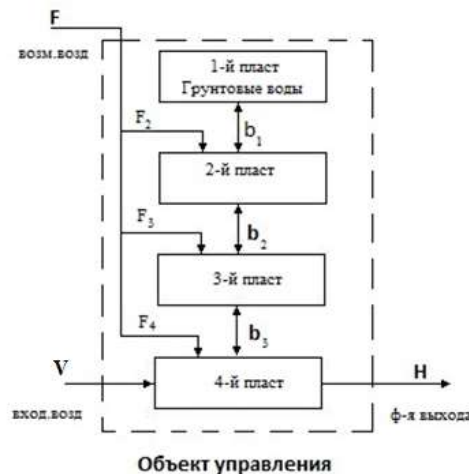


Рисунок 1- Функциональная блок-схема Кисловодского месторождения

Данное исследование направлено на сохранение гидроминеральной базы регионов, дальнейшую разработку методик проектирования систем управления гидродинамическими процессами, обеспечивающих рациональное природопользование и технологическую безопасность эксплуатации гидроминеральных источников, что, безусловно, является актуальной задачей.

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.Е. Душин

БАНДУРОВА А.В.
Санкт-Петербургский горный университет

ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ИНТЕКСТРОЙ» МЕТОДАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

BANDUROVA A.V.
St. Petersburg Mining University

JUSTIFICATION OF THE DIRECTION OF DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION AND REPAIR COMPANY «INTEKSTROY» LLC BY METHODS OF SYSTEM ANALYSIS USING MODERN APPLIED PROGRAMS

В работе представлен дисперсионный анализ с целью выявления наиболее благоприятного района для открытия нового филиала компании ООО «ИнтекСтрой», а также кластерный анализ с целью выбора оптимального программного обеспечения для обработки поступающих заказов.

По данным о количестве изменений заказов на услуги, оказываемые «ИнтекСтрой», за три года была дана прогнозная оценка изменения количества заказов, показавшая, что спрос на услуги компании будет увеличиваться. Отдел заказов рассматривался как система массового обслуживания. Были рассчитаны показатели эффективности системы и установлено, что отдел не справляется с поступающей нагрузкой на должном уровне. Было установлено, что основными причинами отказов в обслуживании являются устаревшее программное обеспечение и недостаток человеческих ресурсов. При помощи регрессионного анализа было установлено, что оба фактора в равной степени оказывают влияние на отказы в обслуживании. Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ позволил найти решение для второй проблемы.

Для устранения проблемы, связанной с устаревшим программным обеспечением, было принято решение внедрить на предприятие новое программное обеспечение. Было выбрано 9 CRM-систем для обработки заказов. Для каждой из систем были выбраны 6 основных характеристик, которые представляют интерес для руководства компании. Задача была реализована при помощи прикладной программы Statgraphics.

Изначально было установлено, что CRM-система bpm'onlinesales является эталонной, поскольку она самая мощная и удобная в применении. Однако эта система является самой дорогостоящей для покупки или аренды, кроме того поддержка CRM-системы bpm'online sales обходится очень дорого. Поэтому было решено, что приобрести данную систему для компании «ИнтекСтрой» будет не целесообразно с коммерческой точки зрения. Кластерный анализ проводится с целью выявления наиболее схожей системы для обработки заказов с CRM-системой bpm'onlinesales, однако являющейся менее дорогостоящей. С учетом всего выше сказанного, можно сделать вывод, что оптимальной для обработки заказов компании «ИнтекСтрой» будет система SalesIntegra CRM.

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.В. Афанасьева

ПЕРЕГУДИНА Э.С.
Санкт-Петербургский горный университет

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
УЧАСТКА РАЗГРУЗКИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ
(НА ПРИМЕРЕ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ»)**

PEREGUDINA E.S.
St. Petersburg Mining University

**IMITATION MODEL OF SPECIALIZED WORK
PLOT OF UNLOADING OF CARS AT THE ENTERPRISE
(ON THE EXAMPLE OF GAZPROM TRANSGAZ SAINT-PETERSBURG)**

В докладе рассмотрен метод построения имитационной модели работы специализированного участка разгрузки автомобилей на предприятии ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ». На основе отчётов, составленными ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ», за 2017 год получены сведения о ежесуточном прибытии автомобилей с сырьем на промышленное предприятие в течение шести месяцев, методами математической статистики были установлены аналитические выражения, описывающие этот случайный процесс. А именно:

- Определены среднее значение и дисперсия количества прибывающих на предприятие автомобилей за сутки.
- С помощью принятого критерия согласия проверена возможность замены эмпирического распределения числа пребывающих на предприятие автомобилей теоретическим законом распределения Пуассона.
- Построены полигон эмпирического и теоретического распределений суточного поступления автомобилей с сырьем на предприятие.
- Определены вероятности, что
 - на предприятие в течение суток не прибудет ни одного автомобиля;
 - на предприятие в течение суток прибудет хотя бы один автомобиль;
 - на предприятие в течение суток поступит автомобилей больше, чем имеется разгрузочных терминалов.
- Определены средняя продолжительность разгрузки автомобиля и ее среднее квадратическое отклонение. Для этого: с помощью принятого критерия согласия (критерия Пирсона) проверена возможность замены эмпирического распределения времени разгрузки: показательным законом распределения или нормальным законом распределения; построены графики функции распределения продолжительности разгрузки эмпирического и теоретического распределений; по закону, с которым согласуется распределение фактических данных, определены вероятности того, что автомобиль будет разгружен не более чем: за среднее время обслуживания; за минимальное время обслуживания; за максимальное время обслуживания.

На основе полученных результатов был разработан моделирующий алгоритм работы специализированного участка разгрузки автомобилей на предприятии и построена имитационная модель его работы, определены такие показатели, как: среднее значение интервала между приездами автомобилей, среднее время обработки каждого автомобиля и среднее время ожидания.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Афанасьева О.В.

ПИНЧУК Д.С.

Санкт-Петербургский горный университет

**ТЕПЛОВЫЙ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫМИ
ОТЛОЖЕНИЯМИ**

PINCHUK D.S.

St.Petersburg Mining University

**THERMAL METHODS OF CONTROL OF ASPHALT-RESIN-PARAFFIN
DEPOSITS**

В данной статье рассматривается проблема асфальтосмолопарафиновых отложений на стенках насосно-компрессорных труб. Тепловой метод борьбы является наиболее эффективным. Появляется необходимость решения комплексной задачи моделирования, включающей в себя электромагнитную задачу - выделение тепла в трубе под воздействием индуктора, и задачу конвективного теплообмена между стенками нагревателя и потоком.

В работе проведен анализ тепловых методов борьбы с АСПО. Наибольшее распространение получили в скважинах нагревательные кабельные линии и другие типы нагревательных систем для поддержания температуры поднимаемой жидкости выше температуры насыщения нефти парафином. Поскольку это новое направление в способах борьбы с парафином, вводим более подробную информацию о новых разработках нагревательных систем.

Востребованным становится внедрение и использование индукционных установок косвенного подогрева нефти, которые позволяют повысить экономическую эффективность, надежность работы систем транспортировки и улучшить экологическую обстановку.

Разрабатывается нагрев нефти за счёт конвективного теплообмена с учётом технологических ограничений на предельно допустимую температуру стенок нагревателя, поддержание которой может быть реализовано при помощи специализированной системы автоматического управления. Актуальными являются вопросы построения адекватных математических моделей теплообменных процессов нагревателя, которые могут быть построены только с учётом пространственной распределенности температурных полей стенки нагревателя и потока нефти, а также вопросы разработки методики синтеза и анализа распределённых систем автоматического управления индукционными установками косвенного нагрева нефти.

Научный руководитель: к.т.н доцент Ю.В. Ильюшин

ШИРЯЕВА Е.Н.

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова

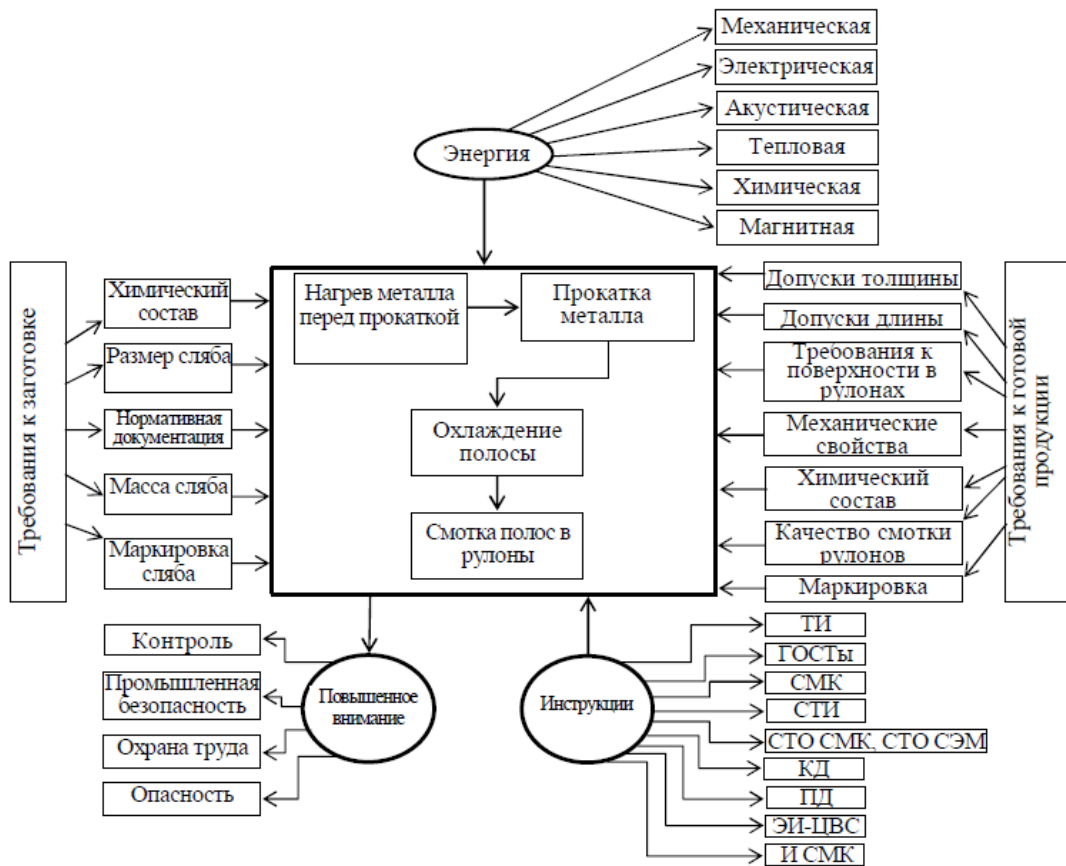
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

SHIRIAEVA E.N.

Nosov Magnitogorsk State Technical University

DESIGN OF METAL SHEET HOT ROLLING PROCESS BASED ON SYSTEM ANALYSIS

В работе рассматривается применение системного анализа на примере процесса горячей прокатки, структурная схема которого представлена на рисунке.



Структурная схема технологического процесса горячей прокатки

Системный анализ при проектировании технологических процессов производства металлопродукции дает возможность определить взаимосвязи между потребительскими функциями изделия и параметрами, которые можно измерить (показателями качества), что, в свою очередь, снижает риск от принятых неверных технических и управленческих решений и помогает спрогнозировать вектор развития производства конкурентоспособной металлопродукции

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.А. Полякова

Информационные системы и вычислительная техника

АММОСОВ А.О.

Северо-восточный федеральный университет
им. М.К. Аммосова

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

AMMOSOV A.O.

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

THE POTENTIAL OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE MINING INDUSTRY

Технология блокчейн была разработана в первую очередь для функционирования криптовалют, но её применение не ограничивается только ими. Многие эксперты в области информационных технологий предсказывают активное развитие технологии блокчейн и её применение не только в сфере финансов, но также и юриспруденции, горнодобывающей промышленности, логистики и т.д. Блокчейн можно применить практически в любой области где важны конфиденциальность и безопасность.

Актуальность темы исследования заключается в том, что горная промышленность — одна из крупнейших отраслей, которые крайне чувствительны к документации и требуют ее тщательной обработки. Применение технологии блокчейн и смарт контрактов позволит заключать сделки напрямую, без участия посредников и банков. Шифрования и прозрачность цепочки блоков исключают необходимость в третьей стороне для гаранта безопасной сделки, снижается риск утечки данных и подделки документов. Блокчейн позволяет использование умных(смарт) контрактов которые позволяют автоматизировать процесс заключения контрактов и защищают сделки в развивающихся странах. Инженерные компании также могут выиграть от этого тренда. Они часто имеют дело с конфиденциальной документацией, и у них всегда существовали проблемы с масштабируемостью, хранением, конфиденциальностью и управлением. Блокчейн же обеспечивает полную прозрачность транзакций. Технология пока находится в стадии разработки, но на западе многие компании уже начинают её активно применять или по крайней мере проводят исследования возможности её применения.

Цель нашего исследования заключается в оценке потенциала применения технологии блокчейн в горной промышленности, в первую очередь добыче и реализации драгоценных камней, но не ограничиваясь только ими. Методика исследования: изучение иностранной литературы по теме и поиск реализованных блокчейн платформ для горной промышленности на западе, исследование токенизации, ICO и смарт-контрактов, классификация вариантов применения и оценка их перспективности и возможности применения на практике в России.

Дальнейшее направление исследований будет заключаться в продвижении технологии блокчейн на практике среди горнодобывающих компаний России.

Научный руководитель: к.б.н., зав. кафедрой А.П. Пестерев

МАТРОХИНА К.В.

Санкт-Петербургский Горный Университет

УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

MATROKHINA K.V.

Saint-Petersburg Mining University

GLOBAL NETWORKS TRAFFIC CONTROL BASED ON FUZZY LOGIC

Управление трафиком предназначено для обеспечения качества обслуживания доставки информации конечному потребителю и эффективного использования ресурсов сети. Несмотря на существующие на сегодняшний день методы по управлению трафиком, все равно остается проблема в обеспечении необходимого качества обслуживания. В связи с этим, данная работа посвящена выработке правил по управлению трафиком в глобальных сетях на основе теории нечетких множеств.

В качестве метода была выбрана нечеткая логика. Она позволяет оценивать качественные характеристики, а предоставлять результат в количественных значениях, что несомненно важно для формулировки рекомендаций.

Пакеты, поступающие на входящие порты маршрутизатора, проходят процедуру классификации, как правило, на основе заголовков IP-пакета DSCP или TOS. После классификации заголовков пакетов необходимо ограничить скорость трафика. Существует два принципиально разных подхода к ограничению скорости: полисинг и шейпинг. Решают они одну задачу, но по-разному.

После применения политик управления, пакеты поступают в очереди, которые могут быть определены на каждый поток или на каждый класс, и могут иметь иерархическую структуру в соответствии со структурой построения.

Выделяют четыре основных типа очереди: FIFO, WFQ, CBWFQ, LLQ.

Для управления трафиком в рамках данной работы было принято решение использовать нечеткую логику. Один из широко распространенных методов нечеткого вывода – алгоритм Мамдани.

Нечётким регулятором (контроллером) FLC принимаются решения об изменении текущего значения вероятности сброса/маркировки поступившего пакета на основе значений двух входных переменных. Первая переменная Q_{error} – разница (текущая ошибка) между текущим и заданным значением длины очереди, а в качестве второй переменной было предложено использовать интенсивность трафика $r(\text{rate})$, т.е. отношение количества полученных пакетов к максимально возможному переданному количеству за интервал измерения.

Метод управления очередью в зависимости от интенсивности трафика автоматически подстраивает значения вероятности сброса пакетов для удержания текущей длины очереди около заданного значения – 300 пакетов. По стабильности среднего значения длины очереди можно сделать вывод о стационарности процесса приёма/передачи пакетов в очереди.

Дальнейшие исследования будут направлены на оценку параметров качества обслуживания.

Научный руководитель: к.т.н, заведующий кафедрой Е.Б. Мазачков

ПАЛЬМИН П.А.
Санкт-Петербургский горный университет

РАЗРАБОТКА ДЕСКТОПНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ SERVICE DESK

PALMIN P.A.
Saint-Petersburg Mining University

DEVELOPMENT OF DESKTOP APPLICATION OF THE SERVICE DESK SYSTEM

В настоящее время самой популярной и самой удобной методикой работы в ИТ сфере является методология IT Infrastructure Library (ITIL). Библиотека ITIL состоит из 7 разделов. В них описаны процессы, которые составляют ядро ITIL, в том числе Incident management. Главное назначение Incident management – максимально быстрая ликвидация проблем в ИТ инфраструктуре – аварий, проблем с оборудованием и т.д. Для реализации процессов в организации создается специальный отдел, который контактирует с сотрудниками и согласовывает ликвидацию проблем с ИТ подразделением. Этот отдел может называться Центр обслуживания пользователей (Service Desk).

Service Desk производит регистрацию заявок пользователей, предоставляет им требуемую помощь и привлекает сотрудников ИТ подразделения для скорейшего устранения проблем. Дополнительно эта служба анализирует статистику инцидентов и время их устранения. Это необходимо для оценки и повышения качества предоставления ИТ услуг.

В этой статье рассмотрена разработка многопользовательского desktop-приложения для ОС Windows и мобильного приложения на базе ОС Android системы Service Desk. Система разработана таким образом, что может быть интегрирована в большинство современных организаций ИТ сферы.

В приложении в зависимости от имеющихся прав доступа все пользователи делятся на группы: пользователи и сотрудники. Функционал пользователей позволяет им отправлять заявки о случившихся инцидентах и проблемах (ремонт оборудования, запросы на обслуживание, заказ, поддержка и т.д.) с их личного ПК. Далее данная заявка поступает в систему и переходит в распоряжение сотрудников. Сотрудники (исполнители) регистрируют все поступающие заявки, то есть указывают краткое описание проблемы (необходимо для классификации), присваивают статус, приоритет и категорию. Если подобная проблема уже встречалась ранее и была решена, то предлагается существующее решение. Иначе зарегистрированную заявку берет в работу любой исполнитель и регистрирует все выполняемые действия по заявке в системе. С того момента, как заявка была взята в работу, пользователь и сотрудник имеют возможность внутри-системного общения, контролируя все актуальные изменения по работе. После выполнения заявки она закрывается и отправляется в журнал инцидентов. Теперь у каждой категории пользователей есть возможность формирования отчетов по разным критериям.

В статье рассмотрены возможности современных технологий в сфере сервиса (услуг). Описаны основные процессы взаимодействия сотрудников на разных уровнях, рассмотрен процесс выработки требований к разрабатываемому программному продукту, описаны разработанные приложения.

Научный руководитель: к.т.н, доцент В.В. Спиридонов

РОДИН А.К.
Санкт-Петербургский горный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

RODIN A.K.
Saint-Petersburg Mining University

THE USAGE OF AUGMENTED REALITY ON INDUSTRIAL ENTERPRISES

Современное производство невозможно представить без использования и развития цифровых решений, которые являются одним из ключевых факторов конкурентоспособности. Наиболее ощутимое влияние цифровых технологий сказывается на развитии различного рода симуляторов технологических процессов и технологического программного обеспечения (ПО) предприятия.

Целью данной работы является обоснование направлений внедрения технологии дополненной реальности на промышленных предприятиях.

Применение технологии дополненной реальности на производственных объектах предполагается в сфере обучения персонала в режиме реального времени, что позволяет избежать риски повредить дорогостоящее оборудование и материалы, получения травм и возникновения несчастных случаев, а также позволяет воссоздать для начинающих сотрудников близкую к реальности картину их рабочего места и прочих технологических процессов. Благодаря такой технологии нет необходимости обучать персонал непосредственно на рабочем месте.

Технология дополненной реальности может быть использована на производстве и в качестве вспомогательной опции при сборке любого оборудования (например, шкафа автоматики). При необходимости оператор инициализирует очки AR, которые отображают информацию о порядке и технологии сборки, местоположении элементов в объекте и полную информацию о детали, которую берет в руки оператор. При полном отсутствии элементов в объекте сборки, очки будут показывать первый необходимый элемент для монтажа, либо оператор берет из коробки элемент и очки отображают расположение данного элемента в шкафу.

Вышеописанный метод применения технологии дополненной реальности скоро будет разрабатываться на предприятиях. Однако мероприятия по внедрению требуют существенных капитальных вложений, поскольку стоимость одной пары очков AR колеблется от 55 000 руб. до 500 000 руб. в зависимости от технических характеристик и производителя. Так же финансовые вложения потребуются на разработку программного обеспечения для каждого проекта и их внедрение.

Таким образом, в данной работе обоснована новая возможность применения технологии дополненной реальности, при использовании которой можно увеличить производительность труда, сократить время простоев и сборки оборудования, повысить точность и качество сборки за счет лучшей организации рабочего процесса, возможной централизации внесенных изменений в проект и сокращения ошибок при монтаже, улучшить квалификацию сотрудников посредством высококачественного обучения, что в свою очередь позволит снизить себестоимость продукции и увеличить прибыль предприятия.

Научный руководитель: д.т.н, профессор В.Я. Трофимец

ТИНЬГАЕВ Т.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**РАЗРАБОТКА НАВИГАЦИОННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

TINGAYEV T.V.

National University of Science and Technology «MISIS»

**DEVELOPMENT OF A NAVIGATIONAL MOBILE APPLICATION FOR
UNDERGROUND STRUCTURES**

Поиск местоположения в наше время является важной проблемой для работы сотрудников и посетителей подземных сооружений.

Целью работы является выявление, рассмотрение и анализ различных подходов к разработке и проектированию навигационной системы в подземных сооружениях со сложной архитектурой и прочными бетонными стенами. Постановка задачи:

- Анализ и сравнение различных вариантов систем навигации
- Выбор и обоснование алгоритма поиска кратчайшего маршрута
- Разработка алгоритма и методов перемещения объектов

В результате исследования было показано, что действующие средства навигации являются неактуальными, т. к. они не могут определять точный уровень высоты, сигналы GPS не проходят под толстыми бетонными сооружениями, а размещение Bluetooth-маячков является очень затратным способом.

Учитывая особенности строения большинства подземных сооружений, был сделан вывод, что лучшим способом нахождения местоположения будет указание номера ближайшего настенного ориентира помещения, например, номера забоя или участка. Внедрение данного способа не предусматривает вложения дополнительных затрат. В части подхода к выбору алгоритма расчета проложения маршрута следует выделить следующие варианты: Дейкстры, Левита, Флойда – Уоршелла, Форда-Беллмана, Йена. Из всех алгоритмов в данном варианте лучше подходит алгоритм Дейкстры. Данный выбор можно обосновать отсутствием необходимости работы с отрицательным весом дуг. Сложностью алгоритма является формула $O(n^2 + m)$, в которой n – количество вершин графа, m – количество дуг графа. Сложность алгоритма Дейкстры проигрывает алгоритму Левита ($O(n*m)$), но превосходит его в том, что некоторые вершины при использовании алгоритма Левита обрабатываются повторно. Приведенные результаты являются основой для разработки навигационного мобильного приложения под ОС Android.

Научный руководитель: к.т.н., профессор В. В. Ческидов

ФИРСОВА А.К.

Санкт-Петербургский горный университет

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА СЦЕНАРИЕВ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ**

FIRSOVA A.K.

Saint-Petersburg Mining University

**DEVELOPMENT OF A SET OF SCENARIOS FOR AUTOMATING THE
MANAGEMENT AND CONTROL OF AN IP TELEPHONY SYSTEM**

Современный человек утопает в огромном потоке информации, которую необходимо анализировать, хранить и обрабатывать. Увеличения объемов данных обостряет необходимость в автоматизации процессов управления поступающими потоками.

За последние десятилетия был совершен огромный прорыв в разработке различных методов оптимизации рабочих процессов. Например, внедрение языков сценариев или *скриптовых языков*. Языков высокого уровня, взаимодействующих с готовыми программными компонентами.¹

Один из самых популярных скриптовых языков – Python. «За этим языком будущее» – такая характеристика была дана Python сайтом proglib вместе с местом в первой пятерке в списке «10-ти лучших языков программирования для изучения в 2018 году».² Место в списке «лучших языков» занято небезосновательно – универсальный (благодаря огромному количеству библиотек, подходит для выполнения широчайшего круга задач), бесплатный и простой в изучении – исходя из этих трех и множества других пунктов Python был выбран мной в качестве средства в проекте по автоматизации процессов управления и контроля системы IP-телефонии.

Была разработана система сценариев, помогающих работникам сферы IP-телефонии – сферы с огромным потоком поступающей информации, используемой call-центрами, аналитикам, маркетологами, инженерами. Вопрос автоматизации рассматривался с позиции последних. Автоматическая обработка сбоев и переадресация проблем на соответствующих специалистов, способная оптимизировать многие часы рутинной работы – основная задача проекта.

Научный руководитель: старший преподаватель В.Е. Жуковский

¹ Сценарный язык, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сценарный_язык

² 10 лучших языков программирования для изучения в 2018 году, URL: <https://proglib.io/p/10-languages-2018/>

В 851 **XVII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов горно-геологического, нефтегазового, энергетического, машиностроительного и металлургического профиля: Тезисы докладов / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2019. 290 с. (27-29 марта 2019 г.)**

ISBN 978-5-94211-873-0

УДК 00 (622+55+665.6/7+620.9+621+669)(082)

ББК 2 (65.304.11+33.36+31+34.3/4я43)

Научное издание

**XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-КОНКУРС СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, НЕФТЕГАЗОВОГО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО,
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

27-29 марта 2019 г.

Тезисы докладов

Статьи публикуются в авторской редакции
Печатается с оригинал-макета, подготовленного Советом по НИРС

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.02

Подписано к печати 26.03.2019. Формат 60×84/8. Уч.-изд.л. 18.
Тираж 250 экз. Заказ 271. С 104.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2



Санкт-Петербургский горный университет

Россия, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2

Тел. (812) 327 7360. Факс (812) 327 7359

<http://www.spmi.ru>. E-mail: rectorat@spmi.ru

