

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

4-2022

Подробнее на стр. 20-21



КАК СПРАВЛЯТЬСЯ С ПРОБЛЕМОЙ ПОСТАВКИ?

Говорим о возможных перспективах в жестких условиях

ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО
ПУСКА КАППВ-DRIVESTART

EXC

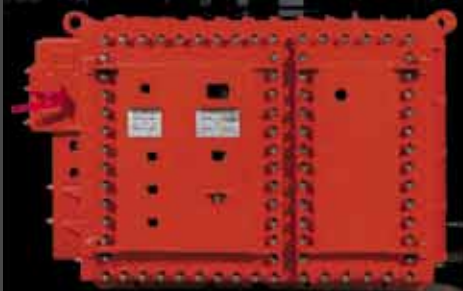
8 800 700 1080

www.oaoex.ru



РЕКЛАМА

ВЗРЫВОБЕЗОПАСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ЧАСТОТЫ ЧПВ



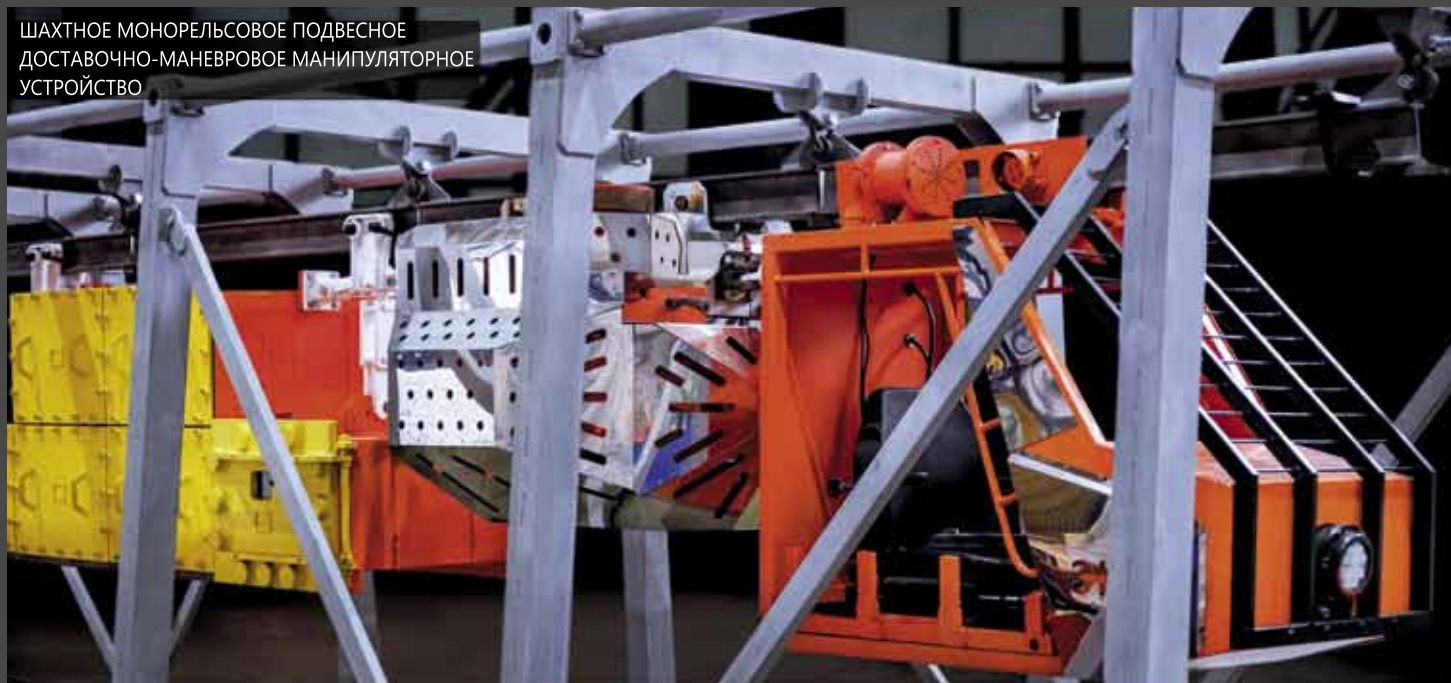
КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ
УСТРОЙСТВО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ КРУВ 6/10-М



КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ
УСТРОЙСТВО В РУДНИЧНОМ НОРМАЛЬНОМ
ИСПОЛНЕНИИ КРУ-РН 6/10



ШАХТНОЕ МОНОРЕЛЬСОВОЕ ПОДВЕСНОЕ
ДОСТАВОЧНО-МАНЕВРОВОЕ МАНИПУЛЯТОРНОЕ
УСТРОЙСТВО



КОМПЛЕКТНАЯ ТРАНСФОРМАТОРНАЯ СИЛОВАЯ
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННАЯ ПОДСТАНЦИЯ КТСВП



УСТАНОВКА КОНДЕНСАТОРНАЯ РУДНИЧНАЯ
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННАЯ УКРВ



КОММУТАЦИОННЫЙ АППАРАТ
ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ КАВ



Главный редактор
ЯНОВСКИЙ А.Б.
Доктор экон. наук,
канд. техн. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б.,
доктор техн. наук
ГАЛКИН В.А.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,
доктор техн. наук, профессор
КОВАЛЬЧУК А.Б.,
доктор техн. наук, профессор
ЛИТВИНЕНКО В.С.,
доктор техн. наук, профессор
МАЛЫШЕВ Ю.Н., академик РАН,
доктор техн. наук, профессор
МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук
МОЧАЛЬНИКОВ С.В., канд. экон. наук
ПЕТРОВ И.В.,
доктор экон. наук, профессор
ПОПОВ В.Н.,
доктор экон. наук, профессор
ПОТАПОВ В.П.,
доктор техн. наук, профессор
РОЖКОВ А.А.,
доктор экон. наук, профессор
РЫБАК Л.В.,
доктор экон. наук, профессор
СКРЫЛЬ А.И., горный инженер
СУСЛОВ В.И., чл.-корр. РАН,
доктор экон. наук, профессор
ЩАДОВ В.М.,
доктор техн. наук, профессор
ЯКОВЛЕВ Д.В.,
доктор техн. наук, профессор

Иностранцы члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ**,
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ**,
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Юзеф ДУБИНСКИ**,
доктор техн. наук, чл.-корр. Польской
академии наук, Польша
Сергей НИКИШИЧЕВ,
комп. лицо FIMMM,
канд. экон. наук, Великобритания,
Россия, страны СНГ
Проф. **Любен ТОТЕВ**,
доктор наук, Болгария

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

АПРЕЛЬ**4-2022** /1153/**УГОЛЬ****СОДЕРЖАНИЕ****ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА**

Ветераны КуЗбасса подписали обращение к землякам в поддержку Президента России	4
Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе «Уголь-Курьер»	6
Мечел подводит итоги производства и реализации продукции за 2021 год	8
Хроника. События. Факты. Новости	10
ЛУКОЙЛ для всех поколений техники	18
Лохов Д.С.	
Как справляться с проблемой поставки?	20
Генерал «Ростовугля». Мельков Алексей Дмитриевич (к 85-летию со дня рождения)	22

ЗА РУБЕЖОМ

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Анищенко Ю.А., Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирушина Е.В., Раевич К.В., Латынцев А.А.	
Оценка формата угольной промышленности в Таиланде с использованием информации дистанционного мониторинга Земли из космоса	24

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Самарин А.В.	
Перспективы жизни и работы в Арктике: мнения работников горного предприятия	28

РЕСУРСЫ

Иваев М.И., Гайдук А.Е., Сафронов Е.Г., Абдрахимов В.З.	
Экономическая целесообразность использования золошлакового материала и исследование регрессионным методом анализа влияния его на физико-механические показатели стенового материала	34

МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бобин В.А., Грабский А.А., Грабская Е.П.	
К вопросу о влиянии водородной дегазации на формирование газовых, газогидратных и угольных месторождений метана	39

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Павленко М.В., Базаров Б.А., Конакбаева А.Н., Мезенцева А.В.	
Воздействие механических колебаний на газонасыщенный угольный массив как деформируемую систему	46

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Халкечева Л.К., Халкечев Р.К.	
Автоматизированная система мониторинга состояния транспортных берм на предмет оползневой опасности в виде проседания	50

БЕЗОПАСНОСТЬ

Гельманова З.С., Горшкова Л.В., Рудник Л.Д., Мезенцева А.В.	
Эффективность использования расширяющейся заилочной пульпы для изоляции пожаров в шахтах Республики Казахстан	53

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 2А, офис 819
Тел.: +7 (499) 237-22-23
E-mail: ugol1925@mail.ru
E-mail: ugol@ugolinfo.ru

Генеральный директор**Ольга ГЛИНИНА****Научный редактор****Ирина КОЛОБОВА****Менеджер****Ирина ТАРАЗАНОВА****Ведущий специалист****Валентина ВОЛКОВА****Технический редактор****Наталья БРАНДЕЛИС****ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН**

Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-34734 от 25.12.2008

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,151
(без самоцитирования – 0,79)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,71
(без самоцитирования – 0,501)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН

в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»**www.rosugol.ru****НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:**

Ведущий редактор О.И. ГЛИНИНА

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 01.04.2022.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,5 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

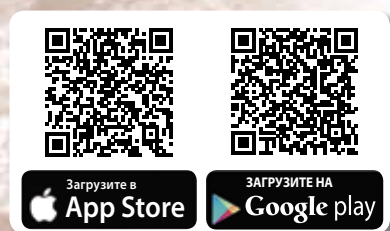
ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 107796

Журнал в **App Store** и **Google Play**

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2022

ЭКОНОМИКА

Разовский Ю.В., Вишняков Я.Д., Киселева С.П., Артемьев Н.В., Савельева Е.Ю.

Три десятилетия управления рентными отношениями _____ **58**

Пономоренко В.Е., Насырова Г.А., Кодашева Г.С., Шукина Т.В., Коновалов Н.Н.

Актуальные вопросы влияния майнинга криптовалют на энергетическую безопасность государств евразийского региона (на примере Республики Казахстан и Российской Федерации) _____ **61****ОХРАНА ТРУДА**

Куликова А.А., Харламова Т.А., Хабарова Е.И., Ковалева А.М.

К вопросу оценки влияния микробиологических биоценозов на геозологические и геотехнические риски горных предприятий _____ **67****ГЕОТЕХНОЛОГИИ**

Омиргали А.К., Алиев С.Б., Юсупов Х.А., Абен Е.Х., Ахметканов Д.К.

Повышение эффективности денитрации сорбента при геотехнологии урана _____ **72****Список реклам**

TAPP Group	1-я обл.	НПП Завод МДУ	11
ЕХС	2-я обл.	ООО «ЛЛК-Интернешнл»	19
Выставка Mining Week Kazakhstan 2022	3-я обл.	MINEFRAME	21
Выставка Уголь России И Майнинг 2022	4-я обл.		

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,15 (без самоцитирования – 0,79).

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

SCOPUS (рейтинг журнала Q3)**Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF**

Редакция журнала «Уголь» является членом Международной ассоциации по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA).

Всем научным статьям журнала присваиваются Digital Object Identifier (DOI).

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США). Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических библиотек по всему миру. EBSCO имеет партнерские отношения с библиотеками на протяжении уже более 70 лет, обеспечивая содержание исследований качества, мощные технологии поиска и интуитивные платформы доставки.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10 мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по степени видимости материалов в Google Scholar.

Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar

Платформа CNKI Scholar (http://scholar.cnki.net) – ведущий китайский агрегатор и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем 20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств, корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн. С 2008 г. китайский агрегатор проиндексировал более 60 тыс. журналов и 400 тыс. электронных книг, трудов более 500 международных издательств, обществ, включая SpringerNature, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley, IOP, ASCE, AMS и др.

Подписные индексы:– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717; 87776; T7728; Э87717**– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 87776; 007097; 009901**

Chief Editor

YANOVSKY A.B., Dr. (Economic),
Ph.D. (Engineering), Moscow,
107996, Russian Federation

Members of the editorial council:

ARTEMIEV V.B., Dr. (Engineering),
Moscow, 115054, Russian Federation
GALKIN V.A., Dr. (Engineering), Prof.,
Chelyabinsk, 454048, Russian Federation
ZAIDENVARG V.E., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
ZAKHAROV V.N., Dr. (Engineering), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Moscow, 111020, Russian Federation
KOVALCHUK A.B., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation
LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation
MALYSHEV Yu.N., Dr. (Engineering), Prof.,
Acad. of the RAS, Moscow, 125009,
Russian Federation
MOKHNACHUK I.I., Ph.D. (Economic),
Moscow, 109004, Russian Federation
MOCHALNIKOV S.V., Ph.D. (Economic),
Moscow, 107996, Russian Federation
PETROV I.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POPOV V.N., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
POTAPOV V.P., Dr. (Engineering), Prof.,
Kemerovo, 650025, Russian Federation
ROZHKOV A.A., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation
RYBAK L.V., Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
SKRYL' A.I., Mining Engineer,
Moscow, 119049, Russian Federation
SUSLOV V.I., Dr. (Economic), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Novosibirsk, 630090, Russian Federation
SHCHADOV V.M., Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation
YAKOVLEV D.V., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

Foreign members of the editorial council:

Prof. **Guenther APEL**, Dr.-Ing.,
Essen, 45307, Germany
Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering),
Freiberg, 09596, Germany
Prof. **Jozef DUBINSKI**, Dr. (Engineering),
Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, Poland
Sergey NIKISHICHEV, FIMMM, Ph.D. (Economic),
Moscow, 125047, Russian Federation
Prof. **Luben TOTEV**, Dr., Sofia, 1700, Bulgaria

Ugol' Journal Edition LLC

Leninsky Prospekt, 2A, office 819
Moscow, 119049, Russian Federation
Tel.: +7 (499) 237-2223
E-mail: ugol1925@mail.ru
www.ugolinfo.ru

MONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC, TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS

Established in October 1925

FOUNDERS

MINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC

APRIL

4' 2022

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL

CONTENT**INFORMATION & ANALYTICS**

Regional news _____	4
Bulletin of operational information about the situation in the coal business _____	6
Mechel summarizes the results of production and sales of products for 2021 _____	8
The chronicle. Events. The facts. News _____	10
Lukoil for all generations of technology _____	18
Lokhov D.S.	
How to deal with the problem of delivery? _____	20
Mel'kov Aleksey Dmitrievich (to a 85-anniversary from birthday) _____	22

ABROAD

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Anischenko Yu.A., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Raevich K.V., Latyntsev A.A.	
Assessment of coal industry format in Thailand using satellite remote sensing data _____	24

SOCIAL & ECONOMIC ACTIVITY

Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V.	
Prospects for life and work in the Arctic: mining employees' opinions _____	28

MINERALS RESOURCES

Ivaev M.I., Kryukova A.A., Silinskaya S.M., Safronov E.G. Abdrakhimov V.Z.	
The economic feasibility of using ash and slag material and the study of the regression method of analyzing its effect on the physical and mechanical characteristics of the wall material _____	34

COAL-MINING FIELD

Bobin V.A., Grabskij A.A., Grabskaya E.P.	
On the influence of hydrogen degassing on the formation of gas, gas hydrate and coal deposits of methane _____	39

UNDERGROUND MINING

Pavlenko M.V., Bazarov B.A., Konakbaeva A.N. Mezentseva A.V.	
The effect of mechanical vibrations in a gas-saturated coal massif as a deformable system _____	46

AUTOMATED SYSTEMS

Khalkecheva L.K., Khalkechev R.K.	
Automated monitoring system of transport berms condition for landslide danger in the form of subsidence _____	50

SAFETY

Gelmanova Z.S., Gorshkova L.V., Rudnik L.D., Mezentseva A.V.	
Efficiency of using expanding silting pulp for isolating fires in mines of the Republic of Kazakhstan _____	53

ECONOMIC OF MINING

Razovsky Yu.V., Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P., Artemyev N.V., Savelyeva E.Yu.	
Three decades of rent management _____	58
Ponamorenko V.E., Nasyrova G.A., Kodashova G.S., Schyukina T.V.	
Konovalov N.N. Topical issues of the cryptocurrency mining impact on energy security of the Eurasian region (as exemplified by the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation) _____	61

LABOUR SAFETY

Kulikova A.A., Kharlamova T.A., Khabarova E.I., Kovaleva A.M.	
On the issue of assessing the impact of microbiological biocenoses on the geocological and geotechnical risks of mining enterprises _____	67

GEOTECHNOLOGY

Omigrali A.K., Yussupov Kh.A., Aliev S.B., Aben E.Kh., Akhmetkhanov D.K.	
Improving the efficiency of denitration of sorbent solution in uranium geotechnology _____	72

Ветераны КуЗбасса подписали обращение к землякам в поддержку Президента России



будут в скором времени отлажены и серьезных потрясений из-за политики недружественных государств не произойдет. Мы вместе должны и обязаны противостоять вызовам и сделать все, чтобы жизнь наша продолжалась, как и раньше, с планами и перспективами, добрыми делами и реализованными проектами.

Главное в нашей современной жизни – это решительно поддержать нашего Президента Владимира Владимировича Путина и наше Правительство Российской Федерации! Политический и экономический курс руководителей государства – единственно верный!

Мы уверены, что нашу страну и россиян ждут дальнейший расцвет и могущество!

На встрече с губернатором Сергеем Цивилевым члены ветеранских организаций региона обратились к кузбассовцам о необходимости сплочения и единства.

«Мы, ветераны нашего славного Кузнецкого края – военные, воины-интернационалисты, правоохранители, угольщики, транспортники, энергетики, дорожники и представители других профессий, обращаемся ко всем нашим землякам, жителям Кемеровской области – КуЗбасса о необходимости сплочения и единства в трудные и непростые для нашей Отчизны дни.

Есть замечательная русская пословица – «Согласие крепче каменных стен!». Сейчас, когда наши ребята освобождают братскую Украину от нацистов и бандеровцев, каждый из нас на своем месте в родном КуЗбассе обязан проявить солидарность с бойцами, рискующими своими жизнями на поле боя, освобождая города и защищая братьев-украинцев.

Мы, ветераны, повидали на своем веку многое! И в первую очередь обращаемся к молодежи. У вас все впереди! Вы преодолеете все трудности! Призываем вас, дорогие ребята, быть достойными памяти своих дедов и предков, умножать и развивать славные традиции, быть в первых рядах в своих учебных заведениях и местах работы, проявляя весь свой талант в различных областях жизни. Помните, что наши недоброжелатели не дремлют и пытаются внести раскол в ваши ряды, призывая к митингам и акциям. Мы просим вас быть стойкими и несокрушимыми!

Обращаемся к представителям всех наших профессий КуЗбасса! Мы убеждены, что все экономические связи

Мы сильны, когда вместе! Так давайте жить и работать, как завещали нам наши предки – честно и открыто! Где народ, там и правда!».

Представители ветеранских организаций КуЗбасса считают, что спецоперация российских войск на Украине предотвратила масштабную войну против нашей страны. По данным разведки, счет шел уже на часы.

Ветераны подчеркнули важность связи людей разных поколений и отметили, что готовы направить весь свой опыт на воспитание молодежи.

«На нас с вами лежит ответственность за патриотическое воспитание молодежи. Именно вы можете объяснить подрастающему поколению, что сейчас идет борьба за правду, рассказать о причинах спецоперации наших войск на Украине и о том, насколько важно достичь ее целей, прежде всего – избавления от нацистов. Важно, что воспитывать нашу молодежь вы можете своим примером», – заметил губернатор Сергей Цивилев.

Ветераны рассказали, что такая работа идет на постоянной основе: они проводят встречи с молодежью, где не только объясняют ситуацию, но и учат не быть легковерными, критически относиться к информации. Также члены ветеранских организаций активно принимают участие в мероприятиях в поддержку наших военных, а также в сборе гуманитарной помощи беженцам из Донецкой и Луганской Народных Республик.

По приглашению главы региона представители ветеранских организаций также будут участвовать в заседаниях штаба по развитию экономики и повышению качества жизни населения.

Сергей Цивилев рассказал о социальной поддержке кузбассовцев

22 марта 2022 г. губернатор Кузбасса Сергей Цивилев в прямом эфире отвечал на вопросы кузбассовцев. Поступило около тысячи вопросов и обращений. Ольга из Новокузнецка поинтересовалась, когда будут увеличены МРОТ, прожиточный минимум и другие социальные выплаты.

«Президент России Владимир Владимирович Путин на совещании с Правительством РФ дал поручение оказать всестороннюю поддержку жителям, предпринимателям, которые попали под ограничения, дать возможность развиваться представителям малого и среднего бизнеса, снять ненужные барьеры. В настоящее время Правительство готовит соответствующий пакет дополнительных мер», – сказал губернатор Сергей Цивилев.

Напомним, по решению Президента будут увеличены все социальные выплаты, включая пособия и пенсии. Повысят минимальный размер оплаты труда и величину прожиточного минимума. Увеличат зарплаты сотрудников бюджетной сферы. Введут дополнительные меры поддержки людей, потерявших работу. С 1 апреля 2022 г. вводятся пособия на детей от 8 до 16 лет включительно из семей с невысокими доходами. Уже принято решение об ин-

дексации социальных пенсий на 8,6% с 1 апреля этого года. Всего индексация затронет порядка 4 млн граждан России.

МРОТ устанавливается федеральным законом одновременно на всей территории нашей страны. Величина прожиточного минимума в регионе рассчитывается исходя из величины прожиточного минимума, установленного в целом по России, в соответствии с федеральным законодательством. В ближайшее время ожидается принятие необходимых нормативных правовых актов.



Правительство Кузбасса сформировало чек-лист экологических проблем региона

Документ направлен в Правительство России.

Ранее губернатор Сергей Цивилев на рабочей встрече с заместителем председателя Правительства РФ Викторией Абрамченко обсудил меры по улучшению экологической обстановки в регионе.

«Полноценная работа с экологией включает контроль всех направлений, не только промышленных предприятий. При этом инициатива об увеличении санитарно-защитных зон позволит соблюсти интересы кузбассовцев, которые живут рядом с разрезами», – заявил Сергей Цивилев.

Дополнительно глава региона выступил с инициативой увеличить санитарно-защитные зоны угольных разрезов до 2 км вместо 1 км, а также разработать механизм ответственности бизнеса за переселение тех, кто попадает в расширенную санитарную зону. Сейчас эта инициатива прорабатывается по поручению Виктории Абрамченко.

По данным Министерства угольной промышленности Кузбасса, в регионе сейчас ведут добычу 39 шахт и 57 разрезов. Переработкой угля занимаются 56 обогатительных фабрик и установок.

Были выделены самые главные экологические проблемы Кузбасса:

- грязный воздух; • качество питьевой воды; • загрязнение водоемов; • обращение с отходами; • свалки; • проблемы, связанные с использованием земли, лесов и других источников.

В чек-лист экологических проблем вошли такие направления, как: загрязнение воздуха, качество питьевой воды, загрязнение водных объектов, недостаток водных ресурсов (вопросы гарантированного водообеспечения), защита населения от негативного воздействия вод (затопление, подтопление), обращение с отходами, свалки и объекты накопленного вреда окружающей среде, проблемы, связанные с использованием земли, лесов и другие источники.

Эффективнее решать эти вопросы помогут разработка дополнительных госпрограмм и их финансирование (софинансирование). Также, по словам министра природных ресурсов и экологии Кузбасса Сергея Высоцкого, Кузбасс дополнительно выступает с инициативами расширения государственной наблюдательной сети за состоянием атмосферы в городах региона с населением около 100 тыс. человек и там, где имеется активный запрос на экологический мониторинг. Помимо этого, необходима разработка госпрограммы по «ликвидации сложных и потенциально опасных региональных объектов накопленного вреда окружающей среде».

Отдельная тема – соблюдение норм безопасности на всех этапах обращения с твердыми коммунальными отходами. Важно не только объяснять жителям, как правильно и безопасно утилизировать строительный мусор и крупногабаритные отходы, но и создавать им удобные условия. К сожалению, не во всех жилых дворах возможно установить контейнеры для всех видов мусора с соблюдением санитарных норм, но эта проблема постепенно решается.



УГОЛЬ – КУРЬЕР

Бюллетень оперативной информации
о ситуации в угольном бизнесе

апрель
2022

Регионы

По итогам 2021 г. на **Дальнем Востоке** выросли объемы добычи угля. Рост составил 1,9% в первую очередь за счет добычи каменного угля. Его добыли около 57% от общего объема. **EastRussia**.

По итогам 2021 года в **Якутии** добыто 31,1 млн т угля, что на 54,7% больше, чем в прошлом году. Этого удалось добиться благодаря компаниям «Эльгауголь», УК «Колмар», «Якутуголь». **Канал НВК «Саха»**.

Одобрено строительство угольного разреза «Сыллахский» мощностью 6,5 млн т угля в год в **Нерюнгринском районе Якутии**. **Росприроднадзор**.

За январь 2022 г. в **Кузбассе** объем добычи угля составил 19 млн т (в январе 2021 г. было добыто 18,2 млн т угля). **Минуглепром Кузбасса**.

В результате увеличения федерального финансирования власти **Кузбасса** намерены до конца 2023 г. полностью завершить реализуемую более 20 лет программу по переселению граждан с опасных территорий вблизи угольных шахт. **Минуглепром Кузбасса**.

Угольные предприятия **Кузбасса** в 2021 году втрое увеличили финансирование на переселение из промзон граждан, чье жилье не подпадало под федеральные программы. На эти цели было направлено свыше 1 млрд рублей. **Минуглепром Кузбасса**.

Угледобывающие предприятия **Ростовской области** в 2022 г. планируют добыть 6,8 млн т угля (в 2021 г. объем добычи угля в Ростовской области составил 7,3 млн т). Таким образом, в текущем году данный показатель может снизиться на 6,8%. **«Интерфакс»**.

В **Хабаровском крае** начинается строительство частной железной дороги Эльга – Чумикан. В этом году также должны стартовать работы по созданию в Удской губе глубоководного порта.

Администрация Хабаровского края. Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики (КРДВ) и компания «Морской торговый порт «Лавна» подписали соглашение об инвестиционной деятельности на территории опережающего развития (ТОР) «Столица Арктики». С применением мер господдержки на ТОР будут по-

строены объекты порта и железнодорожной инфраструктуры на западном берегу Кольского залива.

Госрегулирование

Указом Президента РФ В.В. Путина пятеро горноспасателей, погибших на шахте «Листвяжная» в Кузбассе (посмертно), а также один выживший горноспасатель – Александр Заковряшин награждены орденами Мужества за мужество и отвагу, проявленные при исполнении служебного долга в экстремальных условиях. **Администрация Президента РФ**.

Перевозки угля на железнодорожном транспорте предлагается осуществлять по принципу «вези или плати» – это должно гарантировать угольным компаниям вывоз их грузов в восточном направлении, а также разгрузить БАМ и Транссиб. Такой порядок предложен в законопроекте № 43217-8 «О внесении изменений в статью 10 Федерального закона «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации», внесенном на рассмотрение в **Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации**.

Рост стоимости угля вызвал озабоченность у генераторов, вырабатывающих тепло по регулируемым ценам. Представитель «Т Плюс» на конференции Argus «Уголь России 2022» предложил на обсуждение **введение госрегулирования цен на уголь** и аренду полувагонов для конечных потребителей, которые используют уголь для производства тепловой энергии для нужд населения. **Argus Russian Coal 2022**.

21 февраля 2022 г. Президент РФ В.В. Путин подписал указы о признании независимости ДНР и ЛНР, а также договоры о сотрудничестве и взаимопомощи с указанными республиками. Предусматривается сотрудничество и в сфере ТЭК, в т.ч. в угольном секторе. **INFORMER**. Органами **Ростехнадзора** в период с 17 по 23 февраля 2022 г. введен временный запрет в отношении опасных производственных объектов на четырех угольных шахтах Кузбасса, всего было составлено 7 протоколов. **Сибирское управление Ростехнадзора**.

Правительство Российской Федерации приостановило действие правил не-

дискриминационного доступа (ПНД) к железнодорожной инфраструктуре, определяющих порядок проезда по загруженным БАМу и Транссибу. Это должно обеспечить пропуск большего количества высокоходных грузов по этим магистралям, где сегодня преобладает уголь.

Угольным предприятиям Ростовской области в 2022 году планируется оказать **государственную поддержку** в размере порядка 165 млн рублей. На субсидирование процентных ставок по инвестиционным кредитам планируется направить порядка 37,5 млн рублей, еще около 128 млн будет предоставлено в виде льготы по налогам на имущество и прибыль. **Администрация Ростовской области**.

Угольный рынок

Добыча угля в России выросла в 2021 г. на 9% и достигла 439,5 млн т. Экспорт угля из России в Европу в 2021 г. составил 50,4 млн т, увеличившись на 10,3% по сравнению с 2020 г. **Минэнерго России**. Доля российского угля на мировом рынке в 2021 г. составила 16,3%, а непосредственно в странах АТР достигла 12%, что по сравнению с десятилетней давностью выше на 8%. **Argus Russian Coal 2022**.

Добыча угля в России в январе текущего года составила 35,98 млн т, что на 4,0% превышает показатели аналогичного периода 2021 г., углей для коксования добыто 8,58 млн т (+16,8%). На экспорт поставлено 16,53 млн т (+0,6%). **ЦДУ ТЭК**.

В 2021 г. Россия ввезла в **Китай** 55 млн т угля. Это превышает суммарные поставки на китайский рынок в 2020 г. на 17 млн т, или на 45%. Благоприятным фоном увеличения поставок российского топлива в Китай стала политическая конфронтация между КНР и Австралией, в результате которой китайское правительство ввело неофициальный запрет на импорт австралийского угля.

По состоянию на 15.02.2022 котировки энергетического угля на **европейском рынке** в очередной раз достигли уровня \$200 за 1 т в связи с сохраняющимся дефицитом предложения на международном рынке.

В феврале 2022 г. мировые потребители угля испытывали серьезный дефицит угольной продукции, что не дает возмож-

ных предпосылок для скорого снижения рынка. Вероятнее всего, ценовой диапазон I полугодия останется на уровне января текущего года.

Германия планирует снижать поставки угля из России, на который приходится до 50% всего угольного импорта Германии. Прошлый год стал удачным для российских компаний, так как они нарастили поставки в Европу. Заменить российские поставки можно углем из ЮАР, Колумбии и Австралии.

По состоянию на 28.02.2022 котировки энергетического угля **на европейском рынке** обновили очередной исторический максимум и превысили \$265 за 1 т. Они прибавили \$50 за 1 т в течение одной торговой сессии после начала спецоперации на Украине на фоне роста газовых индексов на европейской торговой площадке ТTF, снижения среднесуточных температур в ряде европейских стран и увеличения цен на электроэнергию в Германии.

В январе 2022 г. экспорт российского угля **в Китай** по сети РЖД составил 2,7 млн т. Наибольшую долю в экспорте занимали марки каменного угля, объемы которого превысили 2,4 млн т. **«Интерфакс».**

По состоянию на 01.03.2022 биржевые цены на уголь **в Европе** выросли до \$311 за 1 т, или на 33,5%. Неделями позже на европейском рынке наблюдался дальнейший рост котировок энергетического угля на фоне санкционного давления на Россию в связи с военной операцией на Украине. Цена поднималась до почти \$390 за тонну, впоследствии скорректировалась до \$340. **«Современное аналитическое агентство».**

Новости компаний

Компания «Эльгауголь» (95% у «А-Проперти» Альберта Авдоляна, 5% у «Ростеха») в 2021 г. удвоила добычу по сравнению с 2020 годом – до 14,7 млн т угля, сообщила пресс-служба Правительства Якутии. **Глобус.**

По итогам 2021 г. АО «Ургалуголь» вышло на производственный рекорд добычи – 10 млн т угля, что на 30% больше, чем в предыдущем году. **Бизнес-Газета.**

В 2021 г. предприятия **компании «Русский Уголь»** в Амурской области, Красноярском крае, Хакасии и Москве направили около 5,5 млрд рублей налоговых отчислений в федеральный и региональные бюджеты, а также государственные внебюджетные фонды. Это на 64% превышает показатель 2020 г., составивший 3,5 млрд рублей. **ФНС России.**

ПАО «Мечел» по итогам 2021 г. произвела в общей сложности 11,34 млн т угля, что на 34% меньше, чем в 2020 году. Снижение обусловлено замедлением темпов подготовки добычных участков в Якутии и Кузбассе, которую ведут подрядные организации. **ПАО «Мечел».**

УК «Межегейуголь» после возобновления работы производит набор сотрудников. В компании дополнительно появятся 250 рабочих мест, по договоренности с руководством компании «ЕвразХолдинг» на эти места будут трудоустроены жители Республики Тыва. **Правительство Республики Тыва.**

В компании «**СУЭК-Кузбасс**» произошла смена руководства – на пост генерально-директора назначен **Николай Кигалов. АО «СУЭК».**

Коллективом **шахты «Иналгинская» (ООО «Колмар»)** добыт первый в этом году миллион тонн угля на пласту Д-19. В достижении высокого показателя отличились добычные участки УДР-4 и УДР-8 под руководством начальника Александра Вакулина и бригадиров Евгения Бутенко и Владимира Денисенко.

Добычу вновь разведанных запасов угля начнут на самой глубокой в России **шахте «Комсомольская» АО «Воркутауголь».** Планируется второй этап строительства промышленной площадки шахты в связи с доразведкой нижнего горизонта и уточнением запасов угля. **Главгосэкспертиза России.**

На **шахте «Межегейуголь»** (Республика Тыва) возобновились добычные работы. За 2022 год шахта планирует выдать на-гора более 500 тыс. тонн угля марки Ж, сообщили в компании. **«Межегейуголь».** Горняки **компании «Стройсервис»** перевыполнили план, добыв с начала года 2,9 млн тонн угля, что на 18% больше прошлогоднего показателя. Потребителям с начала 2022 года отгружено 2,7 млн тонн угля (рост 4%).

АО «Стройсервис».

Крупнейший акционер и один из руководителей **Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК)** Андрей Мельниченко продал свою долю на фоне введенных в отношении него санкций Евросоюза (ЕС).

АО «СУЭК».

Логистика

В 2022 г. **ОАО «РЖД»** собирается реализовывать крупнейшую в своей истории инвестиционную программу объемом более 1 трлн руб., в том числе планируется активно строить Восточный полигон, для

строительства которого требуется около 30 тыс. рабочих. **Коммерсантъ.**

Компания «Эльгауголь» планирует запустить частную железнодорожную ветку от Эльгинского угольного месторождения в Якутии до поселка Чумикан Хабаровского края в Удской губе Охотского моря к 2025 г. **Российская газета.**

Стивидорная компания **АО «Восточный Порт»** установила очередной рекорд по выгрузке угля за смену в зимний период 2021-2022 гг. – 769 полувагонов. В компании планируют довести мощность перевалки своего угольного терминала примерно до 70 млн тонн угля в год. **АО «Восточный Порт».**

Ввод в эксплуатацию нового угольного морского порта Суходол в Шкотовском районе Приморского края планируется в 2022 году. **ИА PrimaMedia.**

Россия и Китай разрабатывают межправительственное соглашение о поставках угля в республику в объеме 100 млн т. В то же время объем поставок угля в Китай будет зависеть в первую очередь от пропускной способности Восточного полигона РЖД. **Argus Russian Coal 2022.**

«Критическая ситуация» с вывозом угля сложилась **в Кузбассе** – предприятия не смогли отправить более 1,2 миллиона тонн из-за плохой работы ОАО «РЖД». На долю Кузбасса приходится почти 60% добычи угля в России. Но его не удается вывезти из-за простоя вагонов на сети ОАО «РЖД». **Правительство Кузбасса.**

Начиная с четвертого квартала 2021 г. проблемы с логистикой на сети ОАО «РЖД» приводят к критической недогрузке угля в адрес портов, в т.ч. **АО «Ростерминалуголь»**, еще больше ограничивая предложение российского сырья на международном рынке. Вопреки ожиданиям участников рынка, в 2022 г. ситуация с отгрузками в адрес российских угольных терминалов продолжает ухудшаться. Загрузка мощностей специализированного угольного терминала **АО «Восточный Порт»** в настоящее время составляет менее 50% при фактической перерабатывающей способности в 55 млн т в год.

Профицит портовых мощностей России в 2021 г. составил 140,5 млн т, терминалы загружены на 57%. Основная причина – недостаточная эффективность деятельности ОАО «РЖД» в сфере угольных перевозок. **ИАА «ПортНьюс».**

Погрузка угля на сети **ОАО «РЖД»** по итогам января-февраля выросла на 0,6%, до 60,2 млн т. Отмечается значительный прирост объемов перевозок кокса – до 1,9 млн т (+5,6%). **ОАО «РЖД».**

НАША ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА ДЛЯ ВАШЕГО УГОЛЬНОГО БИЗНЕСА

АО «Росинформуголь», тел. +7 (916) 382-80-13, e-mail: market@rosugol.ru, www.rosugol.ru

Мечел подводит итоги производства и реализации продукции за 2021 год

Генеральный директор компании Олег Коржов комментирует итоги работы:

«2021 год демонстрировал положительную ценовую конъюнктуру на все группы продукции Группы. Начиная с июня 2021 г. цены на продукцию горнодобывающего дивизиона находились в активной фазе роста, периодически достигая новых исторических максимумов. Так, премиальный коксующийся уголь со \$ 100 (FOB Австралия) на конец мая к сентябрю превысил отметку в \$ 400 и до конца года цена была в диапазоне \$ 330-360. На базисе CIF Китай максимальный показатель был установлен в октябре – \$ 615, после чего до конца года на этом рынке установился нисходящий тренд, но, тем не менее, цены оставались на стабильно высоком уровне. Металлопродукция также пользовалась высоким спросом, оставаясь большую часть года на стабильно высоких уровнях.

Сложившаяся на рынках ситуация позволила компании получить хороший финансовый результат при вынужденном снижении объемов производимой продукции. Добыча угля уменьшилась на 34% в связи с замедлением темпов подготовки добычных участков в Республике Саха (Якутия) и Кузбассе, осуществляемой подрядными организациями. На сокращение объема добычи также повлиял ремонт лав на шахтах «Южного Кузбасса». Мы продолжаем реализацию инвестпрограммы по обновлению горнотранспортных машин и оборудования и в этом году прикладываем большие усилия для восстановления показателей добычи, переработки и отгрузки угля.

Металлургический дивизион Мечела в 2021 г. снизил производство чугуна на 10% и незначительно уменьшил выплавку стали на 3% – это следствие проведения плановых ремонтов крупных агрегатов в доменном и конвертерном цехах Челябинского металлургического комбината, а также сокращения внутригрупповых поставок металлургического сырья. Данные факторы привели к снижению общих показателей реализации в сравнении с годом ранее. При этом мы изменили объемы производства и структуру продаж таким образом, чтобы получить максимальную доходность в сложившихся рыночных условиях. Рост реализации продукции с высокой добавленной стоимостью продемонстрировали все основные металлургические предприятия Группы. В частности, отгрузка фасонных профилей высокой точности Ижстали увеличилась на 80%, горячекатаного тонколистового проката ЧМК – на 74%, строитель-



ной балки ЧМК – на 21%, поковок и штамповок из жаропрочных сплавов «Уралкуза» – на 36%, канатов различного назначения БМК – на 8%».

Продажи концентрата коксующегося угля и угля PCI (пылеугольное топливо) сократились на 23% и 42% год к году по причине снижения производства этих видов угля в подразделениях «Южного Кузбасса».

Реализация антрацитов выросла на 7% за счет накопления дополнительных складских запасов.

Сокращение показателя реализации энергетического угля на 25% вызвано снижением добычи в Якутугле. Следуя благоприятной рыночной конъюнктуре, в отчетном периоде мы перенаправили объемы продаж этого вида продукции с Вьетнама в КНР. Наши контрактные обязательства перед рядом отечественных генерирующих компаний были полностью выполнены.

Общие продажи кокса выросли в отчетном периоде на 4%, при этом реализация сторонним клиентам увеличилась на 30%. Оживление спроса на весь спектр коксохимической продукции наблюдалось как на внутреннем рынке, так и на экспортных направлениях.

На объеме реализации железорудного концентрата (-37% год к году) отразилось сокращение добычи на Коршуновском ГОКе, вызванное более низким содержанием железа в переработанной руде, а также гидрогеологическими условиями.

Общий показатель реализации сортового проката снизился на 5% прежде всего в результате слабого спроса на рельсовую продукцию в 2021 г.

Реализация плоского проката в целом осталась на уровне предыдущего года.

Продажи поковок уменьшились в 2021 г. на 9%. Мы провели перераспределение объемов реализации в пользу кованных изделий из жаропрочных сплавов и инструментальных поковок, что способствовало росту средней цены реализации. Рост продаж штамповок на 84% обусловлен подписанием новых контрактов на поставку ж/д осей крупным участникам отрасли.

Мечел – глобальная горнодобывающая и металлургическая компания. Продукция компании поставляется в Европу, Азию, Северную и Южную Америку, Африку. Мечел объединяет производителей угля, железной руды, стали, проката, ферросплавов, тепловой и электрической энергии. Все предприятия работают в единой производственной цепочке: от сырья до продукции с высокой добавленной стоимостью.

Производство, тыс. т

Наименование продукции	4 кв. 2021 г.	3 кв. 2021 г.	%	2021 г.	2020 г.	%
Уголь (добыча)*	2 810	2 933	-4%	11 347	17 137	-34%
Чугун	805	790	+2%	3 163	3 529	-10%
Сталь	922	891	+4%	3 537	3 655	-3%
Электроэнергия (тыс. кВт.ч)	567 422	517 501	+10%	2 685 108	3 151 168	-15%
Теплоэнергия (Гкал)	1 727 348	708 501	+144%	5 422 409	5 151 622	+5%

Реализация готовой продукции, тыс. т

Наименование продукции	4 кв. 2021 г.	3 кв. 2021 г.	%	2021 г.	2020 г.	%
Концентрат коксующегося угля*	925	1 056	-12%	4 359	5 627	-23%
в том числе реализация концентрата коксующегося угля на третьих лиц	556	602	-8%	2 724	3 961	-31%
Угли PCI	185	322	-43%	1 082	1 851	-42%
в том числе реализация PCI на третьих лиц	185	322	-43%	1 082	1 851	-42%
Антрациты	269	345	-22%	1 321	1 238	+7%
в том числе реализация антрацитов на третьих лиц	230	294	-22%	1 155	1 054	+10%
Энергетические угли*	679	643	+6%	3 015	4 024	-25%
в том числе реализация энергетических углей на третьих лиц	510	454	+12%	2 142	2 875	-25%
Железорудный концентрат	247	367	-32%	1 356	2 161	-37%
в том числе реализация ЖРК на третьих лиц	7	16	-54%	38	39	-1%
Кокс	679	690	-2%	2 737	2 629	+4%
в том числе реализация кокса на третьих лиц	317	293	+8%	1 213	933	+30%
Ферросилиций	20	18	+9%	77	63	+22%
в том числе реализация ферросилиция на третьих лиц	16	14	+15%	58	44	+33%
Сортовой прокат	605	555	+9%	2 408	2 547	-5%
Плоский прокат	118	106	+12%	450	456	-1%
Метизы	139	130	+7%	529	556	-5%
Кованые изделия	9	8	+7%	36	40	-9%
Штампованные изделия	20	18	+11%	68	37	+84%

* Без учета объемов выбывшего из Группы Эльгинского угольного комплекса

Общая реализация метизов сократилась на 5% в связи с сезонными колебаниями спроса на проволоку. Приоритет отдавался другим видам метизной продукции с большей маржинальностью.

Продажи ферросилиция в 2021 г. увеличились на 22% вследствие роста производства на Братском заводе ферросплавов и благоприятной конъюнктуры глобальных рынков.

Энергетический дивизион в 2021 г. произвел на 15% меньше электроэнергии из-за масштабных ремонтов основных генерирующих мощностей. Рост выпуска теплоэнергии на 5% связан с повышенными температурными режимами в зимнем сезоне.

Екатерина Видеман
ПАО «Мечел»



В шахтерских городах появятся представительства Русского географического общества

У школьников шахтерских городов Красноярского края, где работают предприятия СУЭК, появится уникальная возможность встретиться с интересными путешественниками, учеными, археологами, поучаствовать в исследовательских, экспедиционных, культурно-просветительских и других мероприятиях Русского географического общества (РГО). С инициативой создания молодежных представительств РГО в городах Бородино, Назарово, Шарыпово к председателю Попечительского совета Красноярского краевого отделения Русского географического общества Александру Уссу и руководителю отделения Игорю Спириденко обратилась член Попечительского совета, заместитель генерального директора АО «СУЭК-Красноярск» Марина Смирнова.

Игорь Спириденко уточнил, что в Назарово и Шарыпово такая работа уже стартовала, в ближайшее время совместными с угольщиками усилиями будут разработаны планы по вовлечению ребят в исследовательскую и экспедиционную деятельность. С СУЭК краевое отделение РГО связывает долговременное партнерство. При участии СУЭК и Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» в 2016 г. была организо-

вана масштабная экспедиция на полуостров Таймыр, к месту крушения легендарного «борта Тюрикова». Воздушное судно Douglas C-47 под командованием летчика Максима Тюрикова с 1943 г. выполняло ледовую разведку в Карском море, а позже перешло в распоряжение гражданской авиации. Во время одного из рейсов у самолета отказали сразу два двигателя. Опытному летчику удалось посадить судно и сохранить пассажиров и членов экипажа – по разной информации на борту на момент крушения находились от 26 до 32 человек. Спустя почти три недели самолет нашли, часть людей удалось эвакуировать. Девять человек, включая Максима Тюрикова, который с группой пассажиров вскоре после крушения отправился на поиски населенного пункта, пропали без вести. Сегодня простоявший в сибирской тайге почти 70 лет Douglas C-47 находится на реставрации, после которой он должен стать центральным экспонатом заложенного в Красноярске Музея освоения Русского Севера. В 2018 г. уникальная спасательная операция была признана «Экспедицией года».

Краевое отделение РГО также поддерживало оформление СУЭК

в Красноярске выставок «Первозданная Россия» – за несколько лет лучшие работы из фотобанка одноименного федерального культурно-просветительского проекта благодаря инициативе и поддержке СУЭК экспонировались на крупнейших площадках краевого центра: в МВДЦ «Сибирь», Большом концертном зале, на объектах Универсиады во время Всемирных студенческих игр, а затем в шахтерских городах края, куда впоследствии были переданы на постоянное хранение. В ближайшее время презентация выставки «Первозданная Россия» запланирована в Шарыпово, в открывшемся в последние дни февраля Центре культурного развития.

Добавим, что участие СУЭК в деятельности РГО высоко оценивается руководством Общества. В рамках Красноярского экономического форума Компании в лице заместителя генерального директора АО «СУЭК-Красноярск», члена Попечительского совета Красноярского краевого отделения Русского географического общества Марине Смирновой было вручено Благодарственное письмо за подписью первого вице-президента РГО Артура Чилингарава.

На Красноярском экономическом форуме (КЭФ-2022) обсудили вопросы устойчивости сибирской энергетики и ее соответствия принципам ESG-политики

Заместитель генерального директора по специальным проектам и внешним связям АО «МХК «ЕвроХим», ответственный секретарь Комитета РСПП по климатической политике и углеродному регулированию Сергей Твердохлеб принял



участие в Красноярском экономическом форуме. В рамках панельной дискуссии «Глобальная ESG-трансформация экономики. Готовы ли регионы Сибири к рывку в будущее?» он рассказал о региональных преимуществах при формировании устойчивой экологичной энергосистемы, отвечающей запросам ESG, и точках ее роста.

По словам Сергея Твердохлеба, сегодня предприятия топливно-энергетического комплекса Сибири чувствуют себя достаточно уверенно, что является гарантией энергобезопасности для региона со сложными климатическими условиями. «Это – результат тех больших инвестиционных вложений, тех усилий, которые делались корпоративным сектором за последнее десятилетие, – прокомментировал он. – Масштабный инвестиционный цикл развернулся сразу после кризиса 2008 года. И, хотя сейчас прио-

ритеты вынужденно сместились, мы продолжаем реализацию долгосрочной стратегии, обсуждая развитие до 2030-2050 годов и ориентируясь на рынки, которые будут существовать в такой временной перспективе».

Как отметил спикер, для того чтобы выстраивать такую стратегию устойчивого развития, включая реализацию крупных ESG-проектов, предприятия ТЭК Сибири имеют ряд весомых преимуществ. «Здесь скомбинированы такие факторы, как надежность энергосистемы, заложенная еще поколением советских инженеров-энергетиков; стоимость электроэнергии, которая остается конкурентной, и в «новом мире» это будет очень важным преимуществом для привлечения инвестиций; модернизация, в том числе с применением экологических технологий; и разумные, жизнеспособные «зеленые» решения. Все эти факторы являются серьезными точками роста и способны обеспечить умный, взвешенный переход к новой, современной, еще более устойчивой энергетике», – подчеркнул Сергей Твердохлеб.



ЯКУТУГОЛЬ готовит кадровый резерв

АО ХК «Якутуголь» (входит в Группу «Мечел») подписало соглашение о сотрудничестве с Российскими студенческими отрядами. Компания планирует предоставлять молодежи места для временного трудоустройства в летние месяцы.

Якутуголь предоставит возможность членам якутских студенческих отрядов участвовать в социальных и волонтерских проектах компании, пройти практику и стажировки в структурных подразделениях. Планируется задействовать студентов в благоустройстве территории и выполнении подсобных работ.

Для Якутугля такое соглашение – это часть профориентационной работы. Сотрудничество поможет формировать молодежный кадровый резерв. У потенциальных работников появится возможность понять технологические процессы и требования к квалификации, пройти раннюю адаптацию.

«Якутуголь с удовольствием поддержал инициативу сотрудничества. Студенческие отряды – замечательная историческая традиция нашей страны. Студенты принимали активное участие во всех всесоюзных стройках, в том числе строили город Нерюнгри и разрабатывали Южно-Якутский территориально-производственный комплекс», – отметил управляющий директор АО ХК «Якутуголь» Иван Цепков.

РЕКЛАМА

НПП ЗАВОД МДУ

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**«ЗАВОД МОДУЛЬНЫХ
ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК»**

**ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ
МЕТАНА**

МЕТАН ПОД КОНТРОЛЕМ!

РОССИЯ
Г. НОВОКУЗНЕЦК
ШОССЕ СЕВЕРНОЕ, 8

WWW.ZAVODMDU.RU
INFO@ZAVODMDU.RU
ТЕЛ.: +7 (3843) 991-991



СУЭК подарила школьникам-волонтерам из Красноярского края ноутбуки

В городах Красноярского края, в которых работают предприятия Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК), наградили победителей и призеров конкурса волонтерских проектов «Траектория добрых дел». Он проводился в 2021 г. в честь 20-летия СУЭК. Среди основных задач конкурса – привлечение молодежи к решению актуальных социальных вопросов в своих городах и поселках, развитие у юных граждан навыков волонтерской и благотворительной работы, воспитание экологической ответственности.

Красноярские школьники из городов Бородино, Назарово и Шарыпово направили на конкурс 25 проектов, 8 из них принесли ребятам заслуженные награды – ноутбуки, а также рюкзаки, ветровки, сувениры с логотипами СУЭК и Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ».

Среди тех, кто получил ноутбуки от СУЭК – старшеклассники из Бородино Матвей Дудников, Роман Овчаренко и Илья Богомазов, они представили на конкурс проект шефства над памятными местами в своем городе. Ежемесячно ребята проводят «генеральную уборку» на Аллее памяти, у Стелы защитникам Отечества, в сквере Первостроителей города и Бородинского разреза.

«Мы считаем, что эти территории – лицо города, поэтому мы обязаны содержать их в порядке, – говорит **Матвей Дудников**. – И, конечно, никто из нас не ожидал, что эта инициатива будет отмечена такими весомыми подарками, ведь просто делаем свое дело – заботимся о родном городе».

В Шарыпово конкурсное «золото» завоевал проект по сбору пластика «Чистый город», инициированный учащимися шарыповской школы № 3. Ребята поставили специальный контейнер для пластика и отправили собранные пластиковые бутылки на переработку. **Денис Комиссаров**, капитан проектной команды, считает, что тема экологии сегодня в приоритете, и планирует и дальше развивать свою инициативу. «Один-два контейнера мало, – уверен юноша, – надо выходить на большие масштабы. Хочу сказать большое спасибо СУЭК за такой конкурс, кураторам, благодаря которым у нас получился такой замечательный проект».

В Назарово школьники совместно с активистами молодежного совета Назаровского разреза СУЭК и «серебряными» волонтерами уже несколько лет развивают проект «Мы вместе». Три поколения объединяет работа по благоустройству города, помощи нуждающимся, органи-

зации культурных и спортивных праздников, проведению благотворительных акций. «Полученные в подарок от СУЭК ноутбуки нам очень пригодятся, – благодарит старшеклассница **Елизавета Язвickaя**. – Многое приходится делать «с колес», любые выездные мероприятия не обходятся без техподдержки. Спасибо СУЭК за такое внимание к нашей деятельности!».

Добавим, что конкурс «Траектория добрых дел» охватил восемь территорий, где работают предприятия СУЭК, – это Красноярский, Алтайский, Приморский и Хабаровский края, Кемеровская и Новосибирская области, Республики Бурятия и Хакасия. Его организаторами выступили Фонд «СУЭК – РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития».



СУЭК поддержала проект по профориентации школьников с элементами JuniorSkills «Дорога к мастерству»

СУЭК поддержала проведение в городе Назарово Красноярского края профессиональной олимпиады для школьников с элементами JuniorSkills «Дорога к мастерству-2022». Это ежегодное мероприятие, в котором участвуют школьники 8 и 9 классов. Ребята получают опыт «погружения» в профессии таких отраслей, как строительство, промышленное производство, обслуживание гражданского транспорта, информационные и коммуникационные технологии, сфера услуг, творчество и дизайн.



В этом году более 150 старшеклассников встретились на площадках Назаровского аграрного техникума. Олимпиадные задания выполнялись в лабораториях образовательного учреждения на профессиональном оборудовании. Партнерами мероприятия выступают работодатели, компании и предприятия производственного сектора. В их числе СУЭК, которая второй год поддерживает проект по профориентации. «Наши партнеры направляют экспертов на площадки, чтобы они оценивали выполнение заданий участниками. Для нас очень важно такое взаимодействие: школьники видят интерес к рабочим профессиям со стороны крупных предприятий, а мы даем им возможность получить востребованную профессию», – рассказывает заместитель директора Назаровского аграрного техникума Марина Пузенко.

Программа ранней профориентации и основ профессиональной подготовки школьников JuniorSkills была инициирована в 2014 г. и включена в план мероприятий по популяризации рабочих и инженерных профессий в России. Для СУЭК поддержка подобных проектов – одна из стратегических задач развития. В городах Красноярского края, где работают предприятия Компании, действуют профильные «шахтерские» классы, трудовые отряды СУЭК, реализуются совместные с образовательными учреждениями «открытые университеты», направленные на формирование инженерного и технического мышления у школьников и дошкольников.

Программа ранней профориентации и основ профессиональной подготовки школьников JuniorSkills была инициирована в 2014 г. и включена в план мероприятий по популяризации рабочих и инженерных профессий в России. Для СУЭК поддержка подобных проектов – одна из стратегических задач развития. В городах Красноярского края, где работают предприятия Компании, действуют профильные «шахтерские» классы, трудовые отряды СУЭК, реализуются совместные с образовательными учреждениями «открытые университеты», направленные на формирование инженерного и технического мышления у школьников и дошкольников.



В шахту «Распадская-Коксовая» спустились жены горняков

5 марта 2022 г. на шахте «Распадская-Коксовая» прошла необычная экскурсия, приуроченная к 8 марта. Работники предприятия сводили своих жен в шахту.

Перед спуском для женщин провели инструктаж по технике безопасности, показали план подземных выработок, объяснили, как пользоваться самоспасателем. Затем гости прошли традиционный предсменный медосмотр: им измерили давление, пульс, температуру. В ламповой они получили светильники, газоанализаторы и самоспасатели.

Доставка работников в забой на шахте «Распадская-Коксовая» осуществляется с помощью канатно-кресельной дороги. Такой же путь проделали и жены горняков. Им рассказали, как работает система вентиляции, показали проходческий забой, где идет подготовка горных выработок. Шахтеры сводили спутниц и в новую лаву на глубине 560 метров, которую запустили в конце января.

Экскурсию для женщин организовали для того, чтобы показать, какие меры для обеспечения безопасности горняков предпринимаются на предприятии. В ноябре 2021 г.

там модернизировали вентилятор главного проветривания. Для этого увеличили количество лопаток на рабочем колесе с 8 до 12. Таким образом улучшили проветривание

горных выработок. Вместо 21 тыс. куб. м воздуха в минуту в шахту подается 25-26 тыс. куб. м.

В горных выработках «Распадской-Коксовой» установлена специализированная система видеонаблюдения из 15 устройств технического зрения, которые размещены на каждом буровом станке и проходческом комбайне. Видеокамеры обладают инфракрасной подсветкой для съемки в темноте, а также тепловизорами, которые фиксируют тепловые источники и могут распознать человека. В случае нахождения работника в опасной зоне комбайна система автоматически отключает технику. Посредством wi-fi изображение с камер передается на мониторы горного диспетчера и руководителей предприятия.

Шахта «Распадская-Коксовая» добывает уголь марки К, востребованный металлургами. Основные потребители угля – ЕВРАЗ ЗСМК и ЕВРАЗ НТМК.

РАСПАДСКАЯ
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

По окончании экскурсии женщинам вручили сувенирные дипломы горняков и цветы



Так проходило посвящение в горняки

Фото на память на глубине 56 метров под землей



Горняки помогли женщинам правильно надеть спецодежду и оборудование



На Березовском разрезе готовятся к пусконаладке нового комплекса очистки карьерных вод



На Березовском угольном разрезе (предприятие СУЭК в Красноярском крае) завершается строительство автономной, устойчивой и замкнутой системы водопотребления и водоотведения производственных процессов. Речь идет о сооружениях для очистки карьерных и технологических вод, образующихся в процессе добычи полезного ископаемого.

«На объекте на 90% выполнены общестроительные работы, завершаются монтаж и электромонтаж оборудования – флотационных, фильтрационных и насосных установок, накопительного бункера для шлама, емкости для обеспечения собственных технологических нужд. В весенне-летний период запланированы пусконаладочные работы, после чего очистные сооружения будут введены в эксплуатацию», – говорит **главный инженер Березовского разреза Александр Константинов**.

Одновременно большой объем исследований выполняет лаборатория окружающей среды и условий труда Березовского разреза. «Мы нарабатываем практику использования флокулянтов



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

и коагулянтов – химических реагентов, которые способствуют расщеплению и выведению из воды загрязняющих веществ, выявляем их концентрацию, как они работают при разном температурном режиме. Словом, подбираем параметры, при которых очистка будет максимально эффективной, а вода на выходе – практически питьевого качества», – поясняет **инженер-химик Степан Кривошеев**.

Комплекс предусматривает многоступенчатую очистку карьерных вод: из специальных прудов-отстойников вода поступает по трубопроводам сначала на флотационные установки, где с помощью реагентов происходит очистка от металлов, затем – в фильтры, улавливающие все взвеси и примеси, следующим этапом станет ультрафиолетовое обеззараживание, и только после этого вода будет частично использоваться для технических нужд на промышленной площадке Березовского разреза, частично – сбрасываться на рельеф.

Очистные сооружения на Березовском разрезе станут первой подобной системой замкнутого цикла, возведенной с учетом наилучших доступных технологий, на предприятиях СУЭК в Красноярском крае. В дальнейшем аналогичные комплексы планируется возвести на Бородинском и Назаровском разрезах.

Шахта «Межегейуголь» возобновила добычу угля

На шахте «Межегейуголь» (Республика Тыва) возобновились добычные работы. За 2022 г. шахта планирует выдать на-гора более 500 тыс. т угля марки Ж. Горняки начали с отработки блока КСО-5. Для выемки угля под землей используют высокопроизводительные проходческие комбайны непрерывного действия, а также самоходную технику: вагоны Shattle Car, анкероустановщики Fletcher, бункер-перегрузатель и секции поддерживающего типа.

Сегодня «Межегейуголь» – единственная угольная шахта на территории республики и является одним из крупнейших градообразующих предприятий региона. Возобновление промышленной добычи позволит создать десятки новых рабочих мест.



Добыча на шахте была приостановлена в феврале 2020 г. В период консервации жизнеобеспечение шахты поддерживали производственные участки на поверхности. В начале декабря 2021 г. на предприятии вскрыли законсервированные выработки, восстановили их проветривание, а также систему противопожарных трубопроводов, провели ревизию ленточных конвейеров и горношахтного оборудования.

Шахта «Межегейуголь» введена в эксплуатацию в 2015 г. Это современное и высокотехнологичное предприятие, которое одним из первых в России внедрило передовой метод камерно-столбовой отработки (КСО) угольного пласта.



На Осинниковском ремонтно-механическом заводе реализовали национальный проект «Производительность труда»

Осинниковский ремонтно-механический завод Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗ) участвует в национальном проекте с осени 2021 г. С помощью бережливых технологий на предприятии смогли нарастить объемы производства востребованных промышленных изделий.



В течение четырех месяцев на заводе работали эксперты Регионального центра компетенций (РЦК). Они усилили команду специалистов по развитию Бизнес-системы. В числе первоочередных задач было повышение производительности по изготовлению канатного анкера (АКР-15), одного из основных видов продукции предприятия. До начала реализации проекта объемы производства составляли 142 анкера в сутки, сейчас они увеличены до 191 анкера в сутки.

Оптимизация производственного процесса позволила увеличить объемы производства, повысить качество продукции и усилить позиции на рынке. Это не потребовало дополнительных инвестиций в расширение и модернизацию. Экспертное сопровождение для предприятий бесплатное и предоставляется в рамках федеральной поддержки по нацпроекту.

ОПМЗ занимается изготовлением металлоконструкций и выпуском горно-шахтного оборудования. Завод полностью обеспечивает потребности предприятий РУК в качественной продукции, которая в 2020 г. прошла сертификацию в научном институте ВостНИИ.



Первый в России буровой компьютер

Объединенные заводы буровой техники имени В. В. Воровского (ОЗБТ, входит в группу компаний «Кировский завод») первыми в России начали оснащать серийные буровые установки компьютерами. Пять установок, оборудованных буровыми компьютерами, уже отгружены заказчикам в разные регионы страны.

Буровой компьютер объединяет в себе сервис по удаленному мониторингу буровых установок на основе сбора данных телеметрии и онлайн-платформу их визуализации. Таким образом, потребитель получает не просто машину, а еще и объективную информацию о ее работе, не обусловленную влиянием человеческого фактора.

Как отмечает **директор ОЗБТ Роман Кондратьев**, эта информация необходима буровым компаниям, если они по-настоящему заинтересованы в эффективной работе: *«Приобретение установки с буровым компьютером приносит клиенту двойную выгоду – возможность больше зарабатывать и увеличивать ресурс своего оборудования. Для буровиков пройденные метры скважин – это деньги: чем больше метров, тем больше денег. Анализируя полученную от нас информацию, они смогут выявить проблемы в организации буровых работ и начать их устранять, тем самым повышая производительность труда, увеличивая выручку и прибыль».*

Также компьютер фиксирует все нарушения штатного режима эксплуатации, определяемого паспортными данными буровой установки. Это позволит оперативно принимать меры и продлевать срок службы техники и совершенствовать ее сервисное обслуживание. С 1 февраля 2022 г. ОЗБТ увеличили срок гарантии на свою технику с одного года до двух лет, причем без роста издержек на поддержание работоспособности гарантийного парка. Для этого у компании должна быть возможность в режиме реального времени контролировать работу всей своей техники у заказчика. Поэтому планируется оснастить 100% новых машин системами мониторинга технического состояния основных механизмов, которые подвергаются наибольшему износу. Это позволит предупреждать поломки и простои техники за счет своевременного технического обслуживания, экономить деньги свои и заказчика.

Сейчас компьютерами оснащают две модели буровых установок премиального класса: УРБ-2ДЗ и УГБ-587 производства «Геомаша» – дочерней компании ОЗБТ. А со временем эту опцию получают и другие модификации машин.

ЛУКОЙЛ ДЛЯ ВСЕХ ПОКОЛЕНИЙ ТЕХНИКИ

В начале 2022 года ЛУКОЙЛ расширил ассортимент смазочных материалов, соответствующих самой современной и универсальной категории моторных масел для грузовых автомобилей – API CK-4*.



Малозольные моторные масла LUKOIL AVANTGARDE PROFESSIONAL LA (15W-40, 10W-40, 10W-30) прошли реформуляцию и теперь отвечают высшему международному стандарту API CK-4 для коммерческой тех-

ники. Данный стандарт разрабатывался с учетом особенностей двигателей Евро-6, выпущенных после 2017 г., работающих на топливе с содержанием серы до 15 ppm и адаптированных к самым жестким тре-

бования по выбросам токсичных веществ и парниковых газов. При этом такие масла отлично работают и в двигателях, которым были предписаны смазочные материалы более ранних спецификаций.

До нынешнего года характеристики масел LUKOIL AVANTGARDE PROFESSIONAL LA соответствовали достаточно современному и жесткому стандарту API CJ-4. «Апгрейд» до уровня API CK-4 позволил дополнительно усилить защиту двигателя от износа и отложений, а также улучшить вязкостные характеристики масла при высоких нагрузках и перепадах температуры.

Массовый переход тяжелой техники на смазочные материалы этого стандарта – вопрос долгосрочной перспективы. Сегодня же в горнодобывающей индустрии наиболее актуально использование масел категории API CI-4. Они оптимальны для двигателей класса Евро-4, Евро-5 и более ранних модификаций, не требовавших оснащения системой DPF. В портфеле продуктов ЛУКОЙЛ флагманским моторным маслом такого класса является AVANTGARDE ULTRA M3 15W-40. Его интервал замены – до 1000 моточасов, это от 1,25 до 2 раз увеличенная периодичность, чем у большинства представленных сегодня на рынке масел категории API CI-4.



*** Линейка AVANTGARDE включает четыре большие группы:**

- Синтетические моторные масла **AVANTGARDE PROFESSIONAL** (для дизельных двигателей класса Евро-5 и Евро-6, в том числе оборудованных фильтрами сажевых частиц DPF).
- Полусинтетические масла **AVANTGARDE ULTRA** (для бензиновых и дизельных двигателей Евро-4, Евро-5 без DPF).
- Полусинтетические масла **AVANTGARDE EXTRA** (для бензиновых и дизельных двигателей Евро-2 и Евро-3).
- Полусинтетические и минеральные масла **AVANTGARDE** (для бензиновых и дизельных двигателей Евро-0 и Евро-1), как всепогодные, так и «моногрейды».

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ЛУКОЙЛ
АВАНГАРД
УЛЬТРА МЗ
15W-40

Двигатель

ЛУКОЙЛ
ТЕРМОФЛЕКС
EP 2-180

Подшипники ступиц
передних колес

ЛУКОЙЛ
СТИЛО SYNTH
460 / 680

Редуктор
мотор-колеса

ЛУКОЙЛ
КАРБОФЛЕКС
OG HD

Открытые зубчатые
передачи /
поворотный круг

ЛУКОЙЛ
СИНТОФЛЕКС
АРКТИК
1-100 HD

Централизованная
система смазки

ЛУКОЙЛ
ГЕЙЗЕР
ЛТ ЦФ

Гидравлическая
система

ООО «ЛЛК-Интернешнл»
Москва, Садовническая улица, 75
masla-sales@lukoil.com
Мещеряков Дмитрий +7 (495) 780-19-87

 **ЛУКОЙЛ**
СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Как справиться с проблемой поставки?

ЛОХОВ Д.С.

Генеральный директор TAPP Group,
308024, г. Белгород, Россия,
e-mail: info@tapp-group.ru



Ключевые слова: TAPP Group, обогащение, грохоты

Своевременная поставка оборудования и расходных материалов имеет первостепенное значение для предприятий, которые стремятся обеспечить стабильную, бесперебойную работу и достичь статуса лидеров отрасли. Но проведенные исследования показали, что большинство фабрик имеют негативный опыт взаимодействия с поставщиками: постоянные задержки и срывы поставок необходимых агрегатов, систематическое ухудшение качества поставляемой продукции, несоблюдение договоренностей и отсутствие оперативного обслуживания сервисной службой. А в связи со сложившейся политической обстановкой в мире многие предприятия столкнулись с проблемой срыва поставок оборудования и запасных частей из европейских стран и США, что негативно влияет на производство и его экономическую составляющую. Каждый осознает, что если ситуацию вовремя не изменить, то последствия начнут накапливаться снежным комом, затраты будут

неумолимо расти, прибыль снижаться, а достичь выполнения плановых показателей будет все сложнее.

Компания TAPP Group обеспечивает своевременную доставку оборудования и расходных материалов до предприятия заказчика в установленные сроки, не снижая качества поставляемой продукции.

Каналы логистики отлажены и работают стабильно. Нами задействованы все виды транспортировки товаров: железнодорожный, воздушный, водный, автотранспорт и др. для того, чтобы Клиент получил свой заказ в кратчайшие сроки.

Мы предоставляем полный спектр оборудования, расходных материалов и услуг для горно-обогатительного сектора: грохоты; дробилки; вибрационная воронка TAPP Shake для выгрузки материала со склада открытого хранения; вагонопрокидыватели; питатели; камерные фильтр-прессы; гидроциклоны и блоки гидроциклонов; сепараторы; радиальные сгустители; центрифуги; нестандартное оборудование; насосы; запорную арматуру; футеровку; сита; корзины и пр.

А также аналоги запасных частей к следующему оборудованию: **к грохотам компаний Schenck, Metso, Ludowici, Conn-weld, Tabor, Derrick; к дробилкам компании Metso** (щечковые, роторные, конусные и т.д.), а также предлагаем аналоги дробильного и сортировочного

оборудования любого типа. Все, что нужно, это назвать производителя, модель и серийный номер.

Аналоги от компании TAPP Group не уступают по качеству оригинальным запасным частям и даже превосходят их за счет применения качественных материалов и инновационных технологий производства. Мы заботимся о благополучии наших клиентов и обеспечим вас всем необходимым для того, чтобы производство не останавливалось.

Наши специалисты проведут бесплатный аудит и составят перечень ЗИП, необходимого для бесперебойной работы предприятия, также мы обеспечим его доставку и хранение на нашем складе.

Мы предоставляем возможность открытия консигнационного склада на территории Вашего предприятия, что позволит предприятию сократить время доставки необходимых деталей до одного часа.

Компания TAPP Group возьмет на себя обязательства по организации и проведению комплекса работ по демонтажу, монтажу, установке, подключению, гумированию и другим работам, проведет аудит предприятия, выполнит проектирование и подготовительные работы, установку, а также монтаж трубопроводов обвязки, электромонтаж, автоматизацию, программирование, пусконаладку, обслуживание и ремонт. Мы также подготовим техническую документацию, ППР, ПОР и просчет металлоконструкций.

Наши специалисты имеют большой опыт работы в данной области, а инженерно-технический подход помогает найти эффективное решение в любой нестандартной ситуации.

Надежное партнерство, а также применение инновационных технологий и эффективного оборудования



просто необходимы для любого современного предприятия, стремящегося к росту и заинтересованного в достижении лидирующих позиций на рынке.

Интересно повысить эффективность своего предприятия? Свяжитесь с нами любым удобным способом, и наши специалисты помогут Вам в решении любых задач!

Наши контакты:

тел.: +7 (4722) 23-28-39,
+7 (800) 301-27-73
e-mail: info@tapp-group.ru
web: www.tapp-group.ru

Наш YouTube-канал:



MINEFRAME®

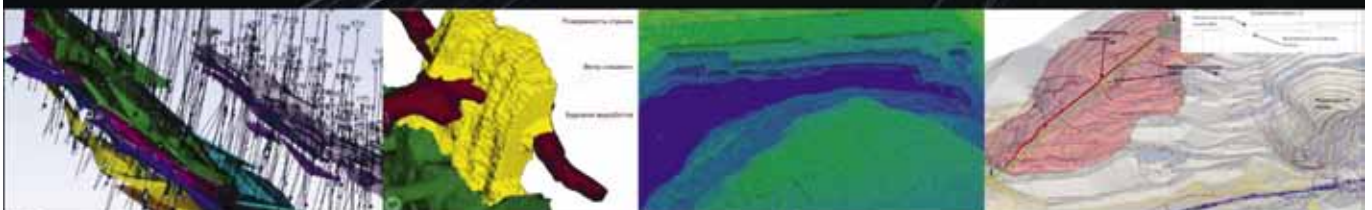
ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГЕОЛОГИИ, МАРКШЕЙДЕРИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Лучшая альтернатива зарубежным горно-геологическим информационным системам

- Коллективная работа специалистов в едином цифровом пространстве
- Геологическое моделирование и подсчет запасов
- Маркшейдерские расчеты, обработка цифровых данных, горная графика
- Проектирование и планирование горных работ
- Проектирование БВР для открытых и подземных горных работ
- Сотни инструментов инженерного обеспечения горных работ
- Низкая стоимость владения, адаптация ПО к условиям работы предприятия
- Разрешено к применению органами надзора



РЕКЛАМА



mineframe.ru
Входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин

Генерал «Ростовугля»



14 марта 2022 г. исполнилось 85 лет горному инженеру, уважаемому руководителю, кандидату экономических наук, профессору, члену Академии горных наук, действительному члену Академии естественных наук, Почетному работнику угольной промышленности, Заслуженному шахтеру Российской Федерации, генеральному директору крупнейшего угольного объединения «Ростовуголь» (1985-1995 гг.), Почетному гражданину города Шахты – Алексею Дмитриевичу Мелькову. Биография Алексея Дмитриевича написана искорками его доброй души, плодами беззаветного служения шахтерскому делу, высочайшими личностными качествами большого руководителя и человека.

Алексей Дмитриевич родился 14 марта 1937 г. в Екатеринбурге. В 1961 г. окончил Пермский политехнический институт по специальности горный инженер. Алексей Мельков прошел все ступени – от горного мастера до генерального директора крупнейшего угольного объединения. Шахтерское дело знает до мелочей.

В 1990 г. в ПО «Ростовуголь» работали 25 шахт и 10 обогатительных фабрик. Занимая должность генерального директора объединения, А.Д. Мельков всегда заботился не только о передовых методах производства и рекордах добычи, но в первую очередь о здоровье и безопасности шахтеров. Под его непосредственным руководством были построены и сданы в эксплуатацию шахты «Садкинская», «Октябрьская-Южная», происходила модернизация действующих шахт Ростовугля. Красносулинское месторождение вскрывали тоже при А.Д. Мелькове.

Внедрение современных высокопроизводительных очистных механизированных комплексов со струговой

У юбиляра много званий, и должности он в угольной отрасли занимал ключевые, но главная – горный мастер, с которой когда-то начинал свой трудовой путь шахтер Алексей Мельков.

выемкой угля (КД-80, КД-90, «Дон-Фалия и др.) и проходческого оборудования обеспечивало рекордные тонны добычи угля и темпы проведения горных выработок.

Алексей Дмитриевич внес большой вклад не только в развитие угольной отрасли, но и в развитие инфраструктуры и развитие инфраструктуры шахтерских городов и поселков Восточного Донбасса.

Он всегда проявлял заботу о ветеранах труда, старался максимально им помочь.

В 1995 г. Алексея Дмитриевича избрали президентом Южно-Российского отделения Академии горных наук. Он руководил отделением 20 лет и очень многое сделал для горной науки, что способствовало улучшению технологии добычи угля и безопасности труда шахтеров. А.Д. Мельков всегда видел перспективу, находил нетривиальные решения.

К мнению Алексея Дмитриевича прислушиваются и теоретики, и практики, и министры, и рядовые шахтеры. Он воспитал целую плеяду талантливых руководителей,

специалистов угольного производства и ученых горного дела.

Алексей Дмитриевич всегда уделял большое внимание общественной работе, взаимодействию с бизнес-сообществом, с Торгово-промышленной палатой города Шахты, а также улучшению экологии и безопасности проживания населения на подработанных горными работами территориях ликвидированных угольных шахт Восточного Донбасса.

В родном городе с именем А.Д. Мелькова связывают становление Большого тенниса (с 1989 г.) и международного теннисного турнира «Шахтер Дона», который проводится ежегод-





Алексей Дмитриевич Мельков обладает принципиальной гражданской позицией, которая хорошо известна в России, всегда поддерживал и поддерживает решения руководства страны.

но к профессиональному празднику День Шахтера. Алексей Дмитриевич – вдохновитель, организатор и участник мероприятия. Ежегодно в турнире участвуют более 200 молодых спортсменов и ветеранов тенниса из многих городов России, а также стран ближнего зарубежья.

Список наград Алексея Дмитриевича может занять не одну страницу, он награжден медалью «За освоение целинных и залежных земель», двумя орденами Трудового Красного знамени, почетным знаком «Шахтерская Слава» всех трех степеней, знаком «Горняцкая Слава» I степени за большие заслуги в возрождении угольной промышленности Восточного Донбасса. Он имеет звания «Заслуженный шахтер Российской Федерации», «Почетный работник угольной промышленности».

В настоящее время он занимает должность вице-президента ООО НПО «Дон-Текс».



Поздравляя Алексея Дмитриевича Мелькова с замечательным юбилеем, хочется от всех его друзей и соратников, от горной общественности и от редколлегии и редакции журнала «Уголь» пожелать ему дальнейшего творческого долголетия, крепкого здоровья, благополучия, тепла и любви близких!

Оценка формата угольной промышленности в Таиланде с использованием информации дистанционного мониторинга Земли из космоса*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-24-27>

ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
профессор Сибирского государственного университета
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
ведущий научный сотрудник
Федерального исследовательского центра
информационных и вычислительных технологий,
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического университета
им. Ле Куи Дон,
000084, г. Ханой, Вьетнам

АНИЩЕНКО Ю.А.

Канд. экон. наук,
доцент Сибирского государственного университета науки
и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ЛОГИНОВА Е.В.

Канд. экон. наук,
доцент Сибирского государственного университета науки
и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ВОКИН В.Н.

Канд. техн. наук,
профессор Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Е.В.

Канд. техн. наук,
доцент Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

РАЕВИЧ К.В.

Канд. техн. наук,
доцент Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ЛАТЫНЦЕВ А.А.

Канд. техн. наук,
доцент Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

В статье представлены результаты исследования деятельности угледобывающего предприятия в топливно-энергетическом комплексе Таиланда. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в угольном карьере. По результатам спутниковой съемки в течение многолетнего периода выявлен стабильный тренд в добыче и потреблении угля.

Ключевые слова: Королевство Таиланд, топливно-энергетический комплекс, месторождения угля, угольные карьеры, горные и транспортные машины, тепловые станции, дистанционное зондирование Земли.

Для цитирования: Оценка формата угольной промышленности в Таиланде с использованием информации дистанционного мониторинга Земли из космоса / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.А. Анищенко и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 24-27. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-24-27.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, несмотря на мировые призывы к сокращению количества вырабатываемой электрической энергии на основе сжигания угля, доля последней в структуре вырабатываемой энергии остается на высоком уровне. Планируемый тренд в развитии глобальной энергетики полностью игнорирует ситуацию, в которой при тотальном переходе на «зеленую энергетику» с использованием кремниевых батарей, ветрогенераторов, биотоплива без необходимых мощностей останутся крупные металлургические, машиностроительные и химические концерны. Отметим, что с 1950-х годов энергоемкие производства начинают массово создаваться в развитых странах, а с 1970-х годов наблюдается их перенос в государства с дешевой рабочей силой, в том числе и в Юго-Восточную Азию. Как известно, в этом макрорегионе доля электрической энергии,

* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли.

вырабатываемой при сжигании угля, до сих пор остается высокой. Климатические условия и теплые воды морей позволяют масштабно развивать здесь пляжный отдых. Вместе с тем здесь работают крупные предприятия с большим потреблением электроэнергии. На очередном этапе многолетних исследований размещения производительных сил в мировом масштабе с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса изучена деятельность угледобывающего сектора экономики Королевства Таиланд. Этим информационным ресурсом в основном пользуются специалисты при исследовании биосферной оболочки Земли, что отражено в специальной научной литературе [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (УГОЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ) НА ТЕРРИТОРИИ ТАИЛАНДА

По данным дистанционного зондирования добыча угля открытым способом осуществляется в единственном карьере в центральной части провинции Лампанг исключительно для сжигания на тепловой электростанции. По-

следняя имеет одиннадцать энергоблоков общей мощностью 2500 МВт и расположена «на борту карьера» [9]. Территория промышленной площадки занимает участок тропического леса в виде овала с размерами осей 9 и 12 км (см. рисунок).

Открытые горные работы на этом месторождении масштабно производят с середины 1970-х годов. Два объекта топливно-энергетического комплекса находятся в крупной межгорной впадине. Запуск в эксплуатацию крупного угольного карьера и тепловой станции позволил решить проблему снабжения электрической энергией северных и центральных провинций королевства. Также было создано более 3000 высококвалифицированных рабочих мест, что частично решило проблему занятости местного населения. Площадь промышленной площадки с 1984 г. увеличилась с 2780 до 8800 га исключительно за счет расширения границ горного отвала на месторождении и контуров внешних породных отвалов [9].

По данным спутниковой съемки установлено горно-геологическое строение разрабатываемого месторождения угля. На угленасыщенных участках в разработке находятся четыре сближенных угольных пласта мар-



Фрагмент космоснимка с расположением объектов угольной генерации электроэнергии в районе Мае Мо на территории Таиланда: 1 – действующий угольный карьер; 2 – внешний породный отвал; 3 – внешний породный отвал после производства работ по переводу в категорию «природный ландшафт»; 4 – угольный склад; 5 – тепловая электростанция

ки Б2, по российской классификации, общей мощностью до 30 м. В углевмещающей толще пласты имеют пологое залегание, близкое к горизонтальному. Покрывающие породы сверху вниз представлены рыхлыми горными породами четвертичного возраста мощностью 5-6 м, крепкими алевритами мощностью до 30 м и крепкими песчаниками мощностью до 30 м. Породные прослои, разделяющие угольные пласты, состоят на 100% из песчаников мощностью до 10 м. Отметим, что все горные породы, кроме слоя горных пород четвертичного возраста и угля, перед экскавацией рыхлят с использованием буровзрывного способа [9].

Логистику горных пород после выемки гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 2,5-8 куб. м обеспечивает комбинированный циклично-поточный транспорт. Экскаваторы работают в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 30-60 т. Транспортное внутрикарьерное плечо не превышает 1,2 км. Вскрышные породы выгружают в приемные бункеры передвижных дробильных установок, в конструкции которых предусмотрен выпуск измельченных горных пород на магистральные конвейеры. Расстояние транспортировки вскрышных пород на внешние отвалы по конвейерным галереям составляет 7-9 км. Вскрышу на отвалах принимают пять отвалообразователей, каждый производительностью 3000 т/ч. В архитектуре отвалов отчетливо просматриваются восемь ярусов, разделенных между собой по вертикали горизонтальными площадками шириной 8-9 м с обустройством на них автомобильных дорог. Добытый уголь внутри карьера также транспортируют в аналогичных автосамосвалах до приемных бункеров полустационарных дробильных установок с выпуском измельченного угля на конвейер. По конвейерным линиям уголь направляется на стационарный склад размером 360х830 м. Со склада уголь подают на электростанцию.

По данным спутниковой съемки установлено, что собственники угольного карьера в максимальной степени несут социальную ответственность перед обществом за выполнение работ, входящих в комплекс природоохранных мероприятий. Подтверждением этому является внешний отвал (3) (см. рисунок). Отсыпка его верхнего яруса была закончена в 2002 г. Параллельно с завершением его отсыпки проводились восстановительные работы на протяжении семи лет последовательно по принципу «снизу вверх». Итогом работ явился перевод отвала из категории «земли промышленного назначения» в категорию «земли лесного фонда» по российской классификации. В данном случае возврат объекта горнопромышленного ландшафта в окружающую природную среду, по нашему мнению, можно считать примером-эталоном для многочисленных предприятий угледобывающей промышленности, на которых отношение к природоохранным мероприятиям находится на весьма низком уровне [9].

Всего, по данным спутниковой съемки, в исследуемом карьере на бурении взрывных скважин работают восемь буровых станков, на выемке вскрышных по-

род и угля используют 42 гидравлических экскаватора (в основном «обратная лопата») с вместимостью ковша 2,5 куб. м и тридцать гидравлических экскаваторов с преобладанием типа «прямая лопата» и вместимостью ковша 8 куб. м. Вскрышные породы и уголь транспортируются внутри карьера 126 автосамосвалами грузоподъемностью 30 т и 122 автосамосвалами грузоподъемностью 60 т. Примерно 30% горных и транспортных машин находятся в резерве. Коэффициент вскрыши в этом карьере находится на уровне 4 т/т. Объем перерабатываемой горной массы, по нашей оценке, составляет 75 млн т в год. Из этого объема добыча угля находится на уровне 15 млн т в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки определен состав горнотранспортного оборудования, работающего в угольном карьере и являющегося поставщиком топлива на крупную тепловую электростанцию «Мае Мо». По нашей оценке, добыча угля открытым способом на территории Таиланда составляет 15 млн т в год. За счет работы тепловой электростанции закрывается потребность в электроэнергии не только северных, но и южных территорий. В целом, по данным дистанционного мониторинга, в последние два десятилетия на территории Таиланда наблюдается стабильный тренд в добыче угля открытым способом.

Список литературы

1. Оценка изменчивости характеристик Стоковой фронтальной зоны Карского моря на основе комплексирования данных спутникового дистанционного зондирования / А.А. Коник, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 241-250.
2. Автоматическое распознавание используемых пахотных земель на основе сезонных временных серий восстановленных изображений Landsat / Д.Е. Плотников, П.А. Колбудаев, С.А. Барталев и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 112-127.
3. Ложкин Д.М., Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Особенности температурных условий и распределения концентрации хлорофилла в Охотском море в период нереста минтая по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 230-240.
4. Терехин Э.А. Оценка пространственно-временных изменений в зеленой фитомассе аграрной растительности с использованием спектрально-отражательных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 138-148.
5. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks / Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 79-92.
6. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes / Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 4. P. 332-345.

7. Peter T. Fretwell, Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 139-153.
8. Engaging 'the crowd' in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica / Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 70-78.
9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.03.2022).

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.A. Anischenko, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 24-27
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-24-27>

Title

ASSESSMENT OF COAL INDUSTRY FORMAT IN THAILAND USING SATELLITE REMOTE SENSING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Trinh Le Hung⁴, Anischenko Yu.A.², Loginova E.V.², Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹, Raevich K.V.¹, Latyntsev A.A.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

³ Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

⁴ Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

Authors Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior Researcher, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Anischenko Yu.A., PhD (Economic), Associate Professor

Loginova E.V., PhD (Economic), Associate Professor

Vokin V.N., PhD (Engineering), Professor

Kiryushina E.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Raevich K.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Latyntsev A.A., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The article presents the results of studying the activities of a coal mining enterprise in the fuel and energy sector of Thailand. The remote monitoring and analytical calculations revealed the number of mining and transport machines operating in the coal strip mine.

Satellite observations over a multi-year period reveal a stable trend in the extraction and consumption of the mined coal.

Keywords

Kingdom of Thailand, Fuel and energy sector, Coal deposits, Surface coal mines, Mining and transport vehicles, Thermal power plants, Earth remote sensing.

References

1. Konik A.A., Zimin A.V., Atadzhanova O.A. & Pedchenko A.P. Estimation of variability in characteristics of the frontal drain zone of the Kara Sea based on integration of satellite remote sensing data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 241-250. (In Russ.).
2. Plotnikov D.E., Kolbudaev P.A., Bartalev S.A. & Lupyan E.A. Automatic recognition of utilized arable lands based on Landsat reconstructed images of seasonal time series. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, Vol. 15, (2), pp. 112-127. (In Russ.).
3. Lozhkin D.M., Tskhai Zh.R. & Shevchenko G.V. Specific features of temperature conditions and distribution of chlorophyll concentrations in the Okhotsk Sea during pollack breeding season based on satellite data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 230-240. (In Russ.).

4. Terekhin E.A. Assessment of spatial and temporal changes in green phyto-mass of agricultural vegetation using spectral reflex signatures. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 138-148. (In Russ.).

5. Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac, Bharath K. Padmaraju & Christopher M. Sullivan. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 79-92.

6. Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot, Helge Balk, Anne Lebourges-Dhaussy, Malgorzata Godlewska & Jean Guillard. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, (4), pp. 332-345.

7. Peter T. Fretwell & Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (2), pp. 139-153.

8. Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook, Kostas Stamatou, Leo Salas, Nadav Nur, Sharon Stammerjohn & Luke Barrington. Engaging 'the crowd' in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 70-78.

9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.03.2022).

Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in expanding the use of remote sensing technologies.

For citation

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Anischenko Yu.A., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Raevich K.V., & Latyntsev A.A. Assessment of coal industry format in Thailand using satellite remote sensing data. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 24-27. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-24-27.

Paper info

Received February 3, 2022

Reviewed February 18, 2022

Accepted March 22, 2022

Перспективы жизни и работы в Арктике: мнения работников горного предприятия*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-28-33>

САМАРИНА В.П.

Старший научный сотрудник
Института экономических проблем им. Г.П. Лузина
Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»,
184209, г. Апатиты, Россия,
e-mail: samarina_vp@mail.ru

СКУФЬИНА Т.П.

Главный научный сотрудник
Института экономических проблем им. Г.П. Лузина,
Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
184209, г. Апатиты, Россия,
e-mail: skufina@gmail.com

САМАРИН А.В.

Доцент педагогического факультета
Старооскольского филиала Белгородского
государственного национального
исследовательского университета
309502, г. Старый Оскол, Россия,
e-mail: alvic_samarin@mail.ru

В этой работе мы изучили настоящие и перспективные проблемы работников горного предприятия, действующего в суровых условиях Арктики, рассмотрев их в разрезе влияния одной из важнейших общероссийских социальных реформ последних лет – пенсионной реформы. В основу исследования легли материалы опросов работников Кировского филиала АО «Апатит» – горно-обогатительного комплекса в составе холдинговой Группы «ФосАгро». Была проведена репрезентативная выборка респондентов по полу, возрасту, категориям промышленно-производственного персонала, условиям труда. Исследование показало, что реакция работников АО «Апатит» на изменения, вызванные пенсионной реформой, во многом отличается от реакции других опрошенных групп населения российской Арктики. Полученные результаты свидетельствуют о существенной стабилизирующей роли в социально-демографических процессах градообразующих предприятий, закрепляющих квалифицированные трудовые ресурсы в промышленных арктических регионах, что особенно важно в условиях кризиса.

Ключевые слова: горные предприятия, трудовые ресурсы, пенсионная реформа, статистические исследования, градообразующие предприятия, российская Арктика.

Для цитирования: Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Самарин А.В. Перспективы жизни и работы в Арктике: мнения работников горного предприятия // Уголь. 2022. № 4. С. 28-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-28-33.

ВВЕДЕНИЕ

Трудовые ресурсы являются одним из важнейших факторов развития любого промышленного региона. Особенно важны квалифицированные, обученные кадры в период решения важных социально-экономических задач, связанных с функционированием и развитием производства в условиях кризиса. Именно такие задачи решаются сейчас в Арктике, которая по многим причинам может стать новым драйвером национальной экономики. Все это актуализирует тему представленного исследования.

Исследователи проблем работников промышленных предприятий, расположенных на арктических территориях, особое внимание уделяли следующим аспектам. Во-первых, это особые условия жизни и работы в Арктике, связанные с географическими, климатическими особенностями, действием экологических факторов и пр. [1, 2, 3]. Во-вторых,

* Исследование включает результаты, полученные за счет гранта Российского научного фонда, проект № РНФ 22-28-0138.

это особенности корпоративного управления в социальной сфере предприятий в составе крупнейших, в том числе транснациональных, компаний [4, 5, 6]. В-третьих, это влияние предприятий, многие из которых являются градообразующими (и это важнейшая особенность Арктического территориально-производственного комплекса) на регионы присутствия [7, 8, 9]. В-четвертых, это повышенная роль государства в арктических проектах, в том числе в развитии горнодобывающих и перерабатывающих предприятий [10, 11, 12]. В-пятых, это законодательно закрепленные повышенные требования к обеспечению устойчивого развития, вызванные необходимостью защиты чрезвычайно уязвимых арктических экосистем [13, 14, 15]. В-шестых, это управление горными предприятиями, расположенными в Арктике, которые не имеют особых «арктических» особенностей, за исключением вышеупомянутых [16, 17, 18].

Наши исследования свидетельствуют о высокой роли градообразующих предприятий в составе холдингов не только в хозяйственно-экономических, но и социально-демографических процессах, усиливающихся в периоды кризиса [9, 19]. Это актуализирует нашу работу в аспекте выбора объекта изучения – работников градообразующего горного предприятия, функционирующего в условиях Арктики. Исследование проводилось на материалах Кировского филиала АО «Апатит» – горно-обогательного комплекса в составе холдинговой Группы «ФосАгро». Предприятие, меняя собственников, форму организации бизнеса, внедряя новые технологии и оборудование, почти сто лет занимается добычей апатито-нефелиновой руды, ее обогащением и производством фосфатных удобрений. Поскольку предприятие является градообразующим для города Кировска, Мурманской области, мнение его работников относительно будущих перспектив жизни и работы в Арктике представляет особый интерес.

Цель работы – изучить и проанализировать результаты влияния пенсионной реформы на мнения работников горного предприятия о перспективах жизни и работы в Арктике.

Специфика поставленной цели предопределила использование комплексного подхода, сочетающего методы социологических опросов на основе репрезентативной выборки респондентов, обработки и аналитической интерпретации полученных результатов.

В проведенном нами анкетировании, результаты которого легли в основу исследования, приняли участие более 70 человек. Была проведена репрезентативная выборка респондентов по полу, возрасту, категориям

промышленно-производственного персонала, условиям труда; в том числе были проведены опросы среди работников с тяжелыми условиями труда, что сокращает период их трудоспособности и дает право на льготное пенсионное обеспечение.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Холодный климат, короткое северное лето, территориальная удаленность объективно всегда сдерживали процессы закрепления трудовых ресурсов в арктических регионах. На это накладываются субъективные причины: недостаточно развитая социальная инфраструктура и высокая стоимость жизни [20, 21, 22, 23]. При этом спрос на трудовые ресурсы обеспечивается производственными нуждами – территория Арктики богата полезными ископаемыми, добыча и первичная переработка которых активно осуществляется. Горные предприятия, как в секторе добычи, так и в секторе переработки, остро нуждаются в квалифицированных кадрах.

Наши предшествующие работы выявили спад численности населения Мурманской области – наиболее развитом в социально-экономическом плане регионе Арктики, на территории которого расположены важнейшие для экономики России промышленные предприятия. Если в советский период «северные» льготы и преференции способствовали привлечению трудовых ресурсов в регион, то в последние годы, несмотря на высокую заработную плату, люди увольняются с предприятий и вместе с семьями уезжают из Арктики. Проведенные ранее наши исследования показали, что пенсионная реформа, связанная с увеличением пенсионного возраста, усилила миграционные процессы [24]. Как было отмечено, влияние градообразующих предприятий в составе холдингов на социально-демографические процессы в регионах присутствия очень велико. Поэтому изучение мнения работников одного из крупнейших горных предприятий Мурманской области о пенсионной реформе, жизни и работе в Арктике представляет не только научно-познавательный, но и практический интерес.

Для большей части населения России ключевым негативным моментом пенсионной реформы стало увеличение возраста выхода на пенсию. Работники горного предприятия АО «Апатит» здесь не стали исключением – 71,43% опрошенных отнесли отрицательно к увеличению пенсионного возраста, еще 14,29% – скорее отрицательно (рис. 1).

При этом наиболее негативно к пенсионной реформе и, особенно, к увеличению пенсионного возраста отнесли работники в возрасте от 41 до 50 лет, которым, с учетом



Рис. 1. Отношение работников горного предприятия АО «Апатит» к увеличению пенсионного возраста

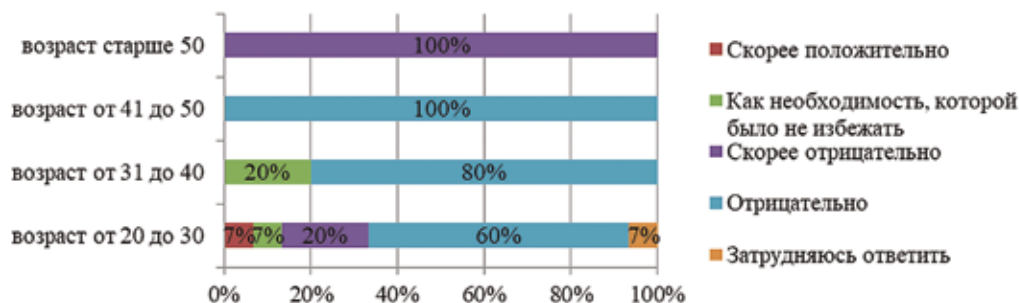


Рис. 2. Распределение мнений о пенсионной реформе работников горного предприятия АО «Апатит» по возрасту

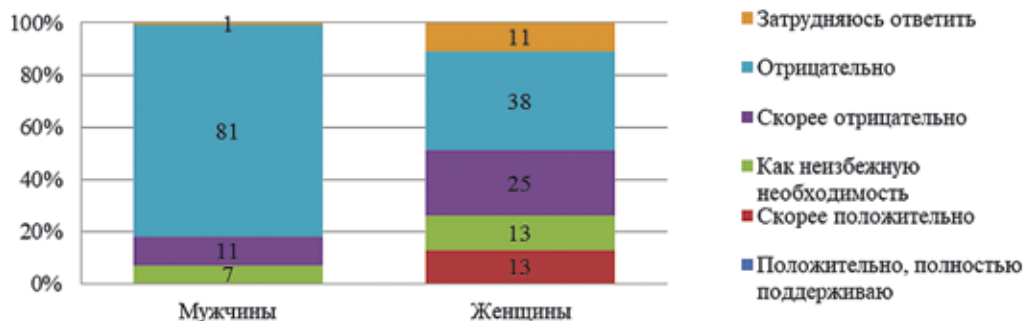


Рис. 3. Распределение мнений о пенсионной реформе работников горного предприятия АО «Апатит» по полу

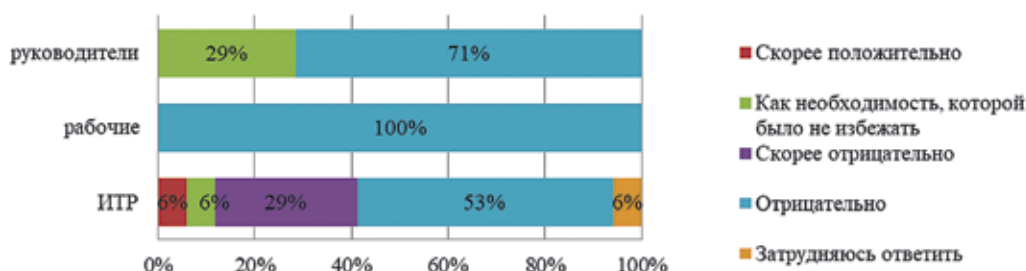


Рис. 4. Распределение мнений о пенсионной реформе работников горного предприятия АО «Апатит» в разрезе категорий персонала

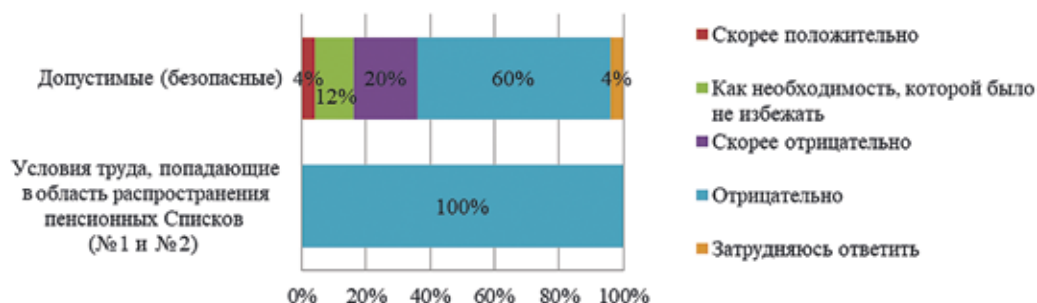


Рис. 5. Распределение мнений о пенсионной реформе работников горного предприятия АО «Апатит» в разрезе условий труда

северных льгот, до выхода на пенсию оставалось несколько лет (рис. 2), а по гендерному распределению – мужчины (рис. 3). Скорее положительно к реформе отнеслись только 7% молодежи в возрасте до 30 лет и никто, старше этого возраста; только 13% респондентов среди женщин и никто из мужчин. Полностью поддерживающих пенсионную реформу среди работников горного предприятия АО «Апатит» не нашлось.

Однозначно негативнее отношение к пенсионной реформе высказали работники АО «Апатит» из категории рабочих (рис. 4). Такое же мнение у работников, трудящихся в тяжелых и опасных условиях труда, которые, согласно пенсионным Спискам № 1 и № 2 [24], имеют право досрочного выхода на пенсию и другие льготы (рис. 5).

Отметим, что пенсионную реформу как необходимость, которую было не избежать, восприняли 29% руководителей и 6% ИТР. Подобные результаты были получены нами в процессе опросов в 2019 г. в Мурманской области и в 2020 г. во всех регионах российской Арктики [25]. Таким образом, выявляется связь между уровнем занимаемой должности и лояльностью восприятия социальных реформ.

После выявления преимущественно негативного мнения работников горного предприятия АО «Апатит» о пенсионной реформе мы предприняли попытку выяснить, как это повлияет на их желание изменить вид трудовой деятельности. Полученные результаты были во многом для нас неожиданными – большинство респондентов не



Рис. 6. Распределение мнения работников горного предприятия АО «Апатит» об изменениях условий труда в связи с пенсионной реформой

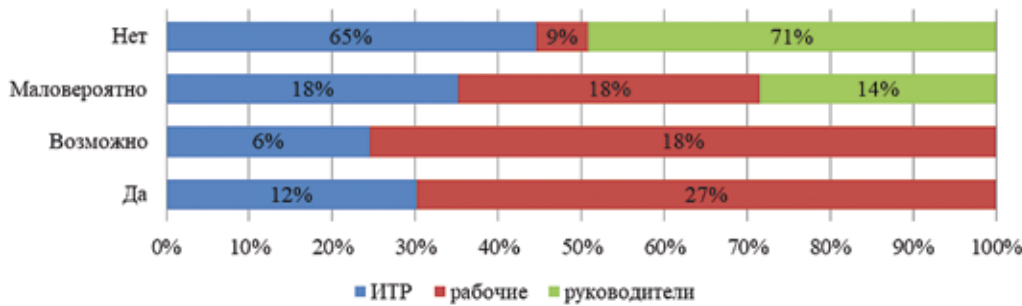


Рис. 7. Распределение мнения работников горного предприятия АО «Апатит» о смене места жительства в связи с пенсионной реформой

хотят ничего менять (рис. 6). То есть пенсионная реформа, несмотря на негативное к ней отношение, не оказала существенного влияния на планы работников АО «Апатит».

Наиболее радикальными изменениями условий труда можно считать смену места жительства и переезд из зоны Арктики в более комфортный для жизнедеятельности регион – на юг или в среднюю полосу России. Для полноты картины мы проводили опрос среди разных категорий работников горного предприятия АО «Апатит» (рис. 7).

Проведенные исследования показали, что готовы уехать 27% рабочих и 12% ИТР. При этом реформа однозначно не вызвала мысли о переезде у 9% рабочих, 65% ИТР и 71% руководителей. Маловероятным назвали отъезд 18% рабочих, 18% ИТР и 14% руководителей. Эти результаты во многом находятся в противоречии с результатами проведенных нами ранее опросов населения. Так, на вопрос об отъезде из Мурманской области (на территории которой расположен Кировский филиал АО «Апатит») в связи с увеличением пенсионного возраста положительно ответили более 33% респондентов, из них 7,5% ответили, что их планы «точно изменились, уже подыскали другое место жительства и работу» [25]. Таким образом, закрепляя квалифицированные трудовые ресурсы, горные градообразующие предприятия стабилизируют социально-демографические процессы в промышленных арктических регионах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в этой работе мы изучили настоящие и перспективные проблемы работников арктического предприятия, рассмотрев их в разрезе влияния одной из важнейших общероссийских социальных реформ последних лет – пенсионной реформы. Наше исследование подтвердило, что работники горного предприятия АО «Апатит», как и большая часть населения страны, негативно отнеслись к увеличению пенсионного возраста. Для работников горного предприятия в Арктике вопрос увеличения пенсионного возраста особенно важен в силу следующих факторов:

- во-первых, более высокая заработная плата, в том числе за счет северных повышающих коэффициентов, позволяла скопить определенную сумму для приобретения жилья и обеспечения жизни на пенсии за счет пассивного дохода;

- во-вторых, трудовая деятельность в районе Крайнего Севера позволяла выйти на пенсию на пять лет раньше по сравнению с жителями большинства других регионов.

То есть у большинства работников АО «Апатит», как и у других жителей Арктики, были возможности и средства обеспечить себе после выхода на пенсию комфортное дожитие. Многие работники горного предприятия после выхода на пенсию планировали переехать со всей семьей в регионы с более теплым климатом. С увеличением пенсионного возраста для большинства эти планы стали не осуществимы. Это подтверждается результатами наших исследований, согласно которым среди основных рисков пенсионной реформы респонденты, особенно в возрасте от 40 лет, в первую очередь отметили риск «недожития до пенсионного возраста» [25].

При этом высокие заработки и другие факторы удерживают работников градообразующего предприятия в Арктике. Особенно сильны эти тенденции у руководящего состава – никто из опрошенных руководителей предприятия не высказал желания поменять место жительства из-за увеличения пенсионного возраста. Более того, многие из респондентов из числа руководителей планируют в перспективе открыть собственный бизнес, обосновывая это необходимостью получения дополнительного дохода после выхода на пенсию. Такая точка зрения свидетельствует, во-первых, о материальной возможности, во-вторых, о потенциальных предпринимательских способностях, а в-третьих, о недостаточной вере в высокие пенсионные выплаты.

Среди рабочих влияние пенсионной реформы сильнее – лишь 9% из них однозначно планируют работу в АО «Апатит», невзирая на увеличение возраста выхода

на пенсию. У 27% рабочих пенсионная реформа вызвала желание покинуть северные территории. Рабочие, особенно молодые, рассчитывают переселиться и найти работу в более комфортных для жизнедеятельности регионах. Такие тенденции могут негативно сказаться на обеспечении Арктики трудовыми ресурсами по рабочим специальностям. При этом влияние пенсионной реформы на действия работников горного градообразующего предприятия АО «Апатит», связанные с изменениями условий труда и места жительства, меньше, чем у других жителей арктических территорий. Полученные результаты свидетельствуют о существенной стабилизирующей роли в социально-демографических процессах градообразующих предприятий, закрепляющих квалифицированные трудовые ресурсы в промышленных арктических регионах. Это подтверждает высокую степень влияния горных предприятий на рынок труда, на миграционные процессы, а в итоге – на социально-экономическое развитие российской Арктики, что особенно важно в условиях кризиса.

Список литературы

1. Волков А.Д., Тишков С.В., Каргинова-Губинова В.В., Щербак А.П. Экологические проблемы Арктического региона: состояние и динамика в восприятии населения (результаты социологического опроса на территории Карельской Арктики) // Регион: экономика и социология. 2021. № 3. С. 203-239.
2. Volkov A. Human capital of the Karelian Arctic in the implementation of the special economic regime of the region // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 217. 07028.
3. Demographic and economic disparities among Arctic regions / J. Schmidt, M. Aanesen, K. Klokov et al. // Polar Geography. 2015. No. 38. P. 251-270.
4. Дрегалло А.А., Ульяновский В.И. Арктика и Север: риски социального управления // Управленческие аспекты развития северных территорий России / Материалы всероссийской научной конференции, 2015. С. 49-54.
5. Хайнинен Л. Обзор арктической политики и стратегий // Арктика и Север. 2020. № 39. С. 195-202.
6. Тищенко Т.В. Особенности деятельности транснациональных корпораций в Арктике на примере ПАО «Газпром» и ПАО «НК Роснефть» // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 39. С. 712-720.
7. Human Capital of the Arctic: Problems and Development Prospects / E.A. Korchak, N.A. Serova, E.E. Emelyanova et al. / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. Vol. 302. 012078.
8. Новиков А.В. Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития прибрежных территорий // Уголь. 2022. № 2. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
9. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Савон Д.Ю. Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения // Уголь. 2021. № 7. С. 20-24. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.
10. Арктический путь / Ю.В. Разовский, Я.Д. Вишняков, Е.Ю. Савельева и др. // Уголь. 2019. № 4. С. 36-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-36-38.
11. Крюков В.А., Крюков Я.В. Экономика Арктики в современной системе координат // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2019. № 5. С. 25-52.
12. Гагиев Н.Н., Гончаренко Л.П., Сыбачин С.А., Шестакова А.А. Национальные проекты в Арктической зоне Российской Федерации // Арктика и Север. 2020. № 41. С. 113-129.
13. Поварич И.П., Харченко А.П. Развитие механизма управления воспроизводством рабочей силы при реализации стратегий развития российского Севера и Арктики // Russian Journal of Management. 2015. Т. 3. № 2. С. 123-132.
14. Larchenko L.V., Gladkiy Yu.N., Sukhorukov V.D. Resources for sustainable development of Russian Arctic territories of raw orientation / 4th International Scientific Conference "Arctic: History and Modernity", 2019. Vol. 302. 012121.
15. Социально-экономическое развитие северо-арктических территорий России: Монография. Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 2019. 119 с. DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.408.2.
16. Королев А.С. CASE-IN 2018: Курс на Арктику // Уголь. 2018. № 7. С. 90-94.
17. Социально-экономическая динамика и перспективы развития российской Арктики с учетом геополитических, макроэкономических, экологических и минерально-сырьевых факторов: монография. Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 2021. 209 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.458.7.
18. Угольный арктический доход: классификация и методология оценки / Ю.В. Разовский, Е.Ю. Горенкова, С.П. Киселева и др. // Уголь. 2018. № 7. С. 42-44. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-42-44.
19. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками: монография. Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 2020. 245 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.416.7.
20. Торопушина Е.Е. Влияние повышения пенсионного возраста на изменение медико-демографических резервов регионов Арктической зоны Российской Федерации // Экономика труда. 2020. Т. 7. № 7. С. 617-630.
21. Маркин В.В., Силин А.Н. Человеческий и социальный потенциал неоиндустриального освоения Арктики: социологический анализ, моделирование, регулирование // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2017. № 6. С. 75-88.
22. Фаузер В.В., Смирнов А.В. Миграции населения российской Арктики: модели, маршруты, результаты // Арктика: экология и экономика. 2020. № 4. С. 4-18.
23. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's North Regions as Frontier Territories: Demographic Indicators and Management Features // European Research Studies Journal. 2018. Vol. XXI. pp. 705-716.
24. Об утверждении Списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение: Постановление Кабинета Министров СССР от 26.01.1991 № 10 (ред. от 02.10.1991 г.) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136448/d98490134af413394c50a22ccb18e2784afb6a1/ (дата обращения: 15.03.2022).
25. Социально-демографические процессы в российской Арктике в статистических оценках и опросах населения / Т.П. Скуфьина, В.П. Самарина, С.В. Баранов и др. // Арктика и Север. 2021. № 45. С. 127-149.

Original Paper

UDC 65.011.14:331.44 © V.P. Samarina, T.P. Skufina, A.V. Samarin, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 28-33
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-28-33>

Title**PROSPECTS FOR LIFE AND WORK IN THE ARCTIC: MINING EMPLOYEES' OPINIONS****Authors**

Samarina V.P.¹, Skufina T.P.¹, Samarin A.V.²

¹ Luzin Institute for Economic Studies, Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, 184209, Russian Federation

² Starooskolsky Branch of Belgorod State National Research University, Stary Oskol, 309502, Russian Federation

Authors Information

Samarina V.P., Senior Researcher, e-mail: samarina_vp@mail.ru

Skufina T.P., Chief Researcher, e-mail: skufina@gmail.com

Samarin A.V., Associate Professor of the Faculty of Education, e-mail: aivic_samarin@mail.ru

Abstract

In this paper, the authors have studied current and future problems of the employees of a mining enterprise operating in harsh conditions of the Arctic, considering them in the context of the impact of one of the most important all-Russian social reforms of recent years i.e. a pension reform. The research has been based on the materials of employees' surveys at the Kirov branch of JSC Apatit, a mining and processing complex as part of the PhosAgro holding Group. A representative sample of respondents has been carried out in accordance with gender, age, categories of industrial and production personnel and working conditions as well. The research has shown that the JSC Apatit employees' reaction to the changes caused by the pension reform in many respects differs from other surveyed population groups' reaction in the Russian Arctic. The obtained results bear witness to the significant stabilizing role in the socio-demographic processes of the city-forming enterprises that consolidate qualified labor resources in the industrial Arctic regions, what is especially important in a crisis.

Keywords

Mining enterprises, Labor resources, Pension reform, Statistical research, City-forming enterprises, Russian Arctic.

References

1. Volkov A.D., Tishkov S.V., Karginova-Gubnova V.V. & Shcherbak A.P. Ecological problems of the Arctic region: state and dynamics in the perception of the population (results of a sociological survey in the territory of the Karelian Arctic). Region: ekonomika i sociologiya, 2021, (3), pp. 203-239. (In Russ.).
2. Volkov A. Human capital of the Karelian Arctic in the implementation of the special economic regime of the region. E3S Web of Conferences, 2020, (217), 07028.
3. Schmidt J., Aanesen M., Klokov K., Khrutshev S. & Hausner V. Demographic and economic disparities among Arctic regions. Polar Geography, 2015, (38), pp. 251-270.
4. Dregalo A.A. & Ulyanovsky V.I. The Arctic and the North: Risks of Social Management. Upravlencheskie aspekty razvitiya severnykh territorij Rossii, 2015, pp. 49-54. (In Russ.).
5. Khaininen L. Review of Arctic Policies and Strategies. Arktika i Sever, 2020, (39), pp. 195-202. (In Russ.).
6. Tishchenko T.V. Features of the activities of transnational corporations in the Arctic on the example of PJSC "Gazprom" and PJSC "NK Rosneft". Innovacii. Nauka. Obrazovanie. 2021, (39), pp. 712-720. (In Russ.).
7. Korchak E.A., Serova N.A., Emelyanova E.E. & Yakovchuk A.A. Human Capital of the Arctic: Problems and Development Prospects. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, (302), 012078.
8. Novikov A.V. Arctic vector of coal policy in the context of spatial development of coastal territories. Ugol', 2022, (2), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
9. Samarina V.P., Skufina T.P. & Savon D.Y. Integrated assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: problems and mechanisms for their resolution. Ugol', 2021, (7), pp. 20-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.
10. Razovsky Yu.V., Vishnyakov Ya.D., Savelyeva E.Yu., Kiseleva S.P. & Makolova L.V. Arctic Route. Ugol', 2019, (4), pp. 36-38. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-36-38.

11. Kryukov V.A. & Kryukov Y.V. Economics of the Arctic in a modern coordinate system. Kontury global'nykh transformacij: politika, ekonomika, pravo, 2019, (5), pp. 25-52. (In Russ.).

12. Gagiev N.N., Goncharenko L.P., Sybachin S.A. & Shestakova A.A. National projects in the Arctic zone of the Russian Federation. Arktika i Sever, 2020, (41), pp. 113-129. (In Russ.).

13. Povarich I.P. & Kharchenko A.P. Development of the mechanism for managing the reproduction of labor in the implementation of development strategies of the Russian North and Arctic. Russian Journal of Management, 2015, (3), pp. 123-132. (In Russ.).

14. Larchenko L.V., Gladkiy Yu.N. & Sukhorukov V.D. Resources for sustainable development of Russian Arctic territories of raw orientation / 4th International Scientific Conference "Arctic: History and Modernity", 2019. Vol. 302. 012121.

15. Socio-economic development of the north-arctic territories of Russia. Russia, Apatity, 2019. (In Russ.). DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.408.2.

16. Korolev A.S. CASE-IN 2018: Course on the Arctic. Ugol', 2018, (7), pp. 90-94. (In Russ.).

17. Socio-economic dynamics and prospects for the development of the Russian Arctic, taking into account geopolitical, macroeconomic, environmental and mineral resource factors. Russia, Apatity, 2021. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.458.7.

18. Razovsky Yu.V., Gorenkova E.Yu., Kiseleva S.P., Kosyakova I.V. & Makolova L.V. Coal Arctic Income: Classification and Methodology of Evaluation. Ugol', 2018, (7), pp. 42-44. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-42-44.

19. The Economy of the Modern Arctic: Effective Interaction and Management of Integral Risks at the Heart of Success. Russia, Apatity, 2020. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.416.7.

20. Toropushina E.E. The influence of raising the retirement age on the change in the medical and demographic reserves of the regions of the Arctic zone of the Russian Federation. Ekonomika truda, 2020, (7), pp. 617-630. (In Russ.).

21. Markin V.V. & Silin A.N. Human and social potential of neo-industrial development of the Arctic: sociological analysis, modeling, regulation. Ekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz, 2017, (6), pp. 75-88. (In Russ.).

22. Fauser V.V. & Smirnov A.V. Migrations of the population of the Russian Arctic: models, routes, results. Arktika: ekologiya i ekonomika, 2020, (4), pp. 4-18. (In Russ.).

23. Samarina V.P., Skufina T.P. & Samarin A.V. Russia's North Regions as Frontier Territories: Demographic Indicators and Management Features. European Research Studies Journal, 2018, (XXI), pp. 705-716.

24. On approval of the Lists of productions, works, professions, positions and indicators giving the right to preferential pension provision: Resolution of the Cabinet of Ministers of the USSR of 26.01.1991 No. 10 (as amended on 02.10.1991) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136448/d98490134af413394c50a22ccba18e2784afb6a1/ (In Russ.).

25. Skufina T.P., Samarina V.P., Baranov S.V. & Bazhutova E.A. Socio-demographic processes in the Russian Arctic in statistical estimates and population surveys. Arktika i Sever, 2021, (45), pp. 127-149. (In Russ.).

Acknowledgements

The study includes the results obtained at the expense of a grant from the Russian Science Foundation, project No. RNF 22-28-01385.

For citation

Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Prospects for life and work in the Arctic: mining employees' opinions. Ugol', 2022, (4), pp. 28-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-28-33.

Paper info

Received March 3, 2022

Reviewed March 18, 2022

Accepted March 22, 2022

Экономическая целесообразность использования золошлакового материала и исследование регрессионным методом анализа влияния его на физико-механические показатели стенового материала

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-34-38>

ИВАЕВ М.И.

Старший преподаватель ФГБОУ
ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»,
443010, г. Самара, Россия,
e-mail: ivaevmarat@ya.ru

ГАЙДУК А.Е.

Старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный университет
телекоммуникаций и информатики»,
443010, г. Самара, Россия,
e-mail: gaiduk@63.ru

САФРОНОВ Е.Г.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
443100, г. Самара, Россия,
e-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

АБДРАХИМОВ В.З.

Доктор техн. наук,
профессор ФГБОУ ВО «Самарский государственный
экономический университет»,
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: 3375892@mail.ru

В современных экономических условиях при отсутствии государственного финансирования геологоразведочных работ, связанных с определением запасов традиционного природного сырья, оптимальным решением является замена его на золошлаковые материалы. Использование золошлакового материала в составах керамических масс как отощителя способствует получению стенового материала на основе легкоплавкой глины. Исследования показали, что оптимальное количество золошлакового материала (золы) в составах для получения стенового материала марки 125 (М125) – 25%. Дальнейшее увеличение содержания золы в керамических составах приводит к снижению прочности изделия. Очевидно, это связано с тем, что исследуемая зола является не только отощителем, но еще и выгорающей добавкой, которая способствует появлению пористости. Установлено, что физико-механические свойства керамического стенового материала (кирпича) нелинейно зависят от содержания в составе золошлакового материала. Для описания физико-механических зависимостей от содержания золошлакового материала рекомендуется использовать полином второй степени.
Ключевые слова: золошлаковый материал, легкоплавкая глина, стеновой материал, регрессионный анализ.

Для цитирования: Экономическая целесообразность использования золошлакового материала и исследование регрессионным методом анализа влияния его на физико-механические показатели стенового материала / М.И. Иваев, А.Е. Гайдук, Е.Г. Сафронов и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 34-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-34-38.

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая ситуация. В Российской Федерации в 21 веке около двух третей общего количества электрической и тепловой энергии поставляют теплоэлектростанции (ТЭЦ), работающие в основном на органическом топливе, например угле. А в регионах, бедных гидроэнергетическими ресурсами, теплоэлектростанции до сих пор являются основным источником энергии. Накопленные отходы от теплоэлектростанций называют золошлаковыми отвалами (ЗШО). Суммарное количество ЗШО зависит от вида топлива и составляет при сжигании: бурого угля – 10-15%; каменного угля – 15-40%; антрацита – 10-30%; торфа – 20-30%; дров -0,5-1,5%; мазута – 0,15-0,2%; сланцев – 50-80% [1, 2, 3]. Такие отвалы являются источниками повышенной экологической опасности и оказы-

вают негативное влияние не только на здоровье человека, но и на атмосферу, подземные и поверхностные воды, растительный и животный мир. ЗШО – это одна из причин отчуждения земель, которые безвозвратно изымаются из полезного пользования, например в сельском хозяйстве. Кроме того, многие золоотвалы находятся рядом с городами или даже в городской черте.

Из директивы ЕС 2008/98/ЕС следует, что для защиты окружающей среды требуется не утилизация промышленных отходов, а переработка их с целью повторного использования в каком-то новом продукте, необходимом для общества [3, 4].

Эффективная утилизация многотоннажных золошлаковых материалов – одна из актуальных экологических проблем [4, 5, 6, 7, 8]. Неограниченными возможностями использования многотоннажных отходов обладает отрасль, производящая строительные материалы [3, 4]. Это объясняется крупными масштабами строительного комплекса, его материалоемкостью и номенклатурой изделий.

Экономическая целесообразность. К основным направлениям в настоящее время можно отнести два метода: первый – извлечение металлов из золошлаковых материалов, второй – использование их в строительных материалах. Применение первого метода – извлечение металлов – неэффективно и нерационально, потому что проблема уменьшения территории золоотвала не решится, а вот второе направление с эколого-экономической точки зрения вполне разумное. В современных экономических условиях при отсутствии государственного финансирования геологоразведочных работ, связанных с определением запасов традиционного природного сырья, оптимальным решением является замена его на золошлаковые материалы [3, 4]. В настоящее время природные сырьевые материалы либо истощены, либо находятся от предприятия, производящего строительные материалы, на расстоянии более чем 500-1000 км, в таких случаях необходимо вовлекать в производственный оборот отходы производств, особенно для изготовления керамических материалов массового потребления. Стоимость природных традиционных сырьевых материалов для производства керамического кирпича, как известно, достигает от 30 до 45% [3, 4].

При использовании золошлаковых материалов в строительных изделиях исключаются затраты на геологоразведочные работы, строительство и эксплуатацию карьеров, освобождаются значительные земельные участки от воздействия негативных антропогенных факторов.

Постановка задачи. С учетом сокращения запасов традиционных отощителей и выгорающих добавок необходимо найти новые способы их замещения различными видами отходов. Опыт передовых зарубежных стран пока-

зал техническую осуществимость этого направления и применения еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения.

Цель работы: получение экономически выгодного стенового материала (кирпича) на основе легкоплавкой глины и золошлакового материала.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для получения стенового материала (рис. 1) в качестве связующего использовалась легкоплавкая глина, а в качестве отощителя и выгорающей добавки – золошлаковый материал (зола).

В группу стеновых керамических материалов, наряду с керамическим обыкновенным кирпичом, входят различные виды эффективных керамических материалов (кирпич пустотелый, пористо-пустотелый, легковесный, пустотелые камни). Химические составы сырьевых компонентов представлены в табл. 1, а минералогические на рис. 2.

Бейделлитовая глина. Бейделлитовая глина Образцовского месторождения Самарской области характеризуется как среднедисперсная, преимущественно с низким содержанием мелких и средних включений.

Основным пороодообразующим минералом глины является бейделлит. Среднее содержание его в глине составляет до 80%. Бейделлит $(Al_2[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O)$ относится к минералам группы монтмориллонита и назван по местности Бейделл в Колорадо (США). Глина Образцовского месторождения относится к группе среднедисперсного сырья, высокочувствительного к сушке и характеризуется высокой усадкой образцов, а по пластичности относится к среднепластичной (число пластичности колеблется в пределах 19-23). Используемая в настоящей работе бейделлитовая глина считается некондиционным сырьем, так как непригодна для производства керамического кирпича как самостоятельное сырье без добавок и отощителей (см. рис. 2, в).

Золошлаковый материал Тольяттинской ТЭС. Для производства кирпича в качестве отощителя и выгорающей добавки использовался золошлаковый материал Тольяттинской ТЭС. Зола – рыхлый материал черного или серого цвета. Кроме минеральных веществ в ней присутствует органическая составляющая. Основная фаза в золе – это стеклофаза (55%).



Рис. 1. Керамические стеновые материалы: а – камень; б – кирпич

Таблица 1

Химический состав исследуемых сырьевых компонентов

Компонент	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	П.п.п.
Легкоплавкая глина	54,38	19,46	8,32	1,75	1,82	2,73	8,42
Золошлаковый материал Тольяттинской ТЭС	48-49	16-17	7-8	3-4	2-3	0,1-0,3	20-21

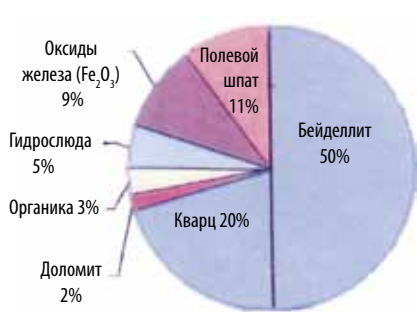


Рис. 2. Минералогические составы сырьевых компонентов и обожженный образец:

а – бейделлитовая глина; б – золошлаковый материал (зола); в – образец из бейделлитовой глины, обожженный при 1000°C

Составы керамических масс

Компонент	Содержание компонентов, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Бейделлитовая глина	100	95	90	85	80	75	70	65
Золошлаковый материал	0	5	10	15	20	25	30	35

Таблица 2

Физико-механические показатели образцов

Показатель	Состав							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Водопоглощение, % (Y_1)	29	26	23	21	20	18	21	27
Прочность на сжатие, МПа (Y_2)	8,7	9,5	10	11,7	12,1	12,8	11,9	11
Морозостойкость, циклы (Y_3)	15	18	20	23	25	28	27	25

Таблица 3

Стекловидная фаза исследуемого золошлака неоднородна и под микроскопом – желто-бурого цвета, обусловленного наличием оксида железа. Поэтому ее светопропускание более высокое $N = 1,6-1,63$.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

При исследовании зависимости между содержанием золошлакового материала (зола) и основными физико-механическими характеристиками образцов (водопоглощение, прочность на сжатие и морозостойкость) использовался достаточно распространенный метод линейной регрессии. Этот метод позволяет выявить, как изменения одной переменной влияют на другие [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Модель строится на основании результатов фактического эксперимента и аналитически описывает зависимость результатов опытов.

Определяющим фактором качества керамического материала является единственный показатель – процентное содержание золошлакового материала в массе. Эксперимент состоял из восьми опытов. В первом опыте независимая переменная X принимала минимальное значение, равное 0%. В каждом последующем опыте содержание золошлакового материала увеличивали, а в конечном опыте X приняла максимальное значение, равное 35% (табл. 2).

Составы керамических масс готовили пластическим способом формования при влажности шихты 22-28% (в зависимости от содержания золошлакового материала). Сформованные образцы, высушенные до остаточной влажности не более 8%, обжигались при температуре 1050 °С. Физико-механические показатели образцов приведены в табл. 3.

В представленной работе определяющим фактором качества кирпича является показатель – «процентное содержание золошлакового материала в массе». Вид экспериментальных графиков зависимостей показателей: Y_1, Y_2, Y_3 от X представлен на рис. 3 и определялся по формуле:

$$Y = a + b \cdot X. \quad (1)$$

Анализ экспериментальных данных показывает, что зависимость параметров Y_1, Y_2, Y_3 от X носит явно нелинейный характер.

В результате анализа различных функциональных зависимостей для показателей Y_1, Y_2, Y_3 была выбрана следующая модель (полином второй степени):

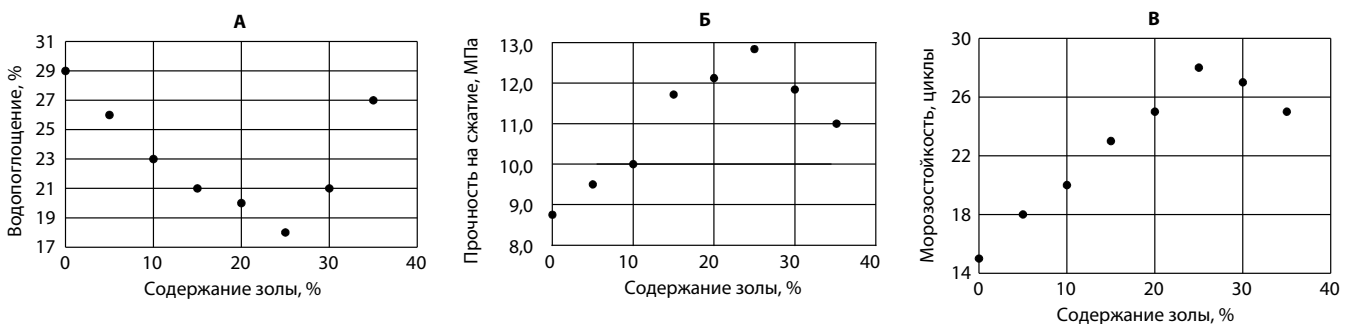


Рис. 3. Вид экспериментальных зависимостей показателей от содержания золы: А – водопоглощение; Б – прочность на сжатие; В – морозостойкость

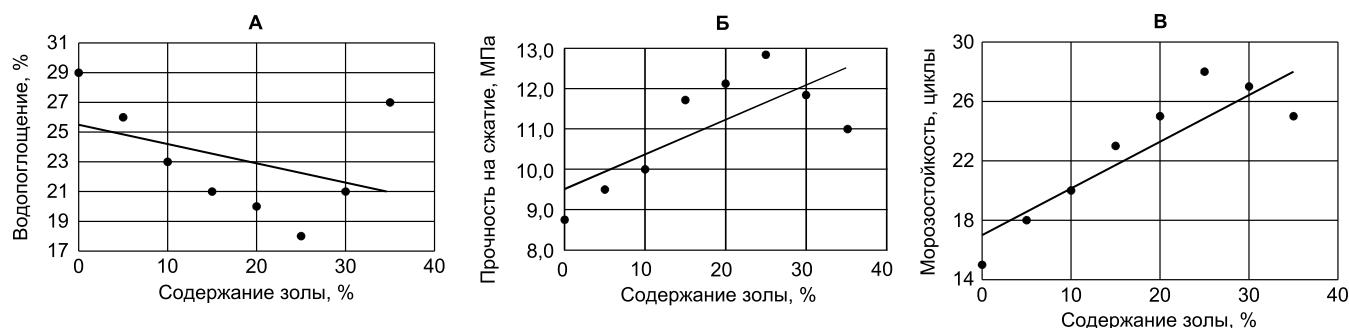


Рис. 4. Линейная аппроксимация экспериментальных данных: А – водопоглощение; Б – прочность на сжатие; В – морозостойкость

Таблица 4
Значения параметров и R^2
при аппроксимации линейной моделью

Коэффициенты	$Y_1(X)$	$Y_2(X)$	$Y_3(X)$
a	25,417	9,425	16,750
b	-0,131	0,088	0,336
R^2	0,18	0,57	0,81

$$Y(X) = \frac{a + cX + eX^2}{1 + bX + dX^2}. \quad (2)$$

Оценим степень нелинейности рассматриваемых зависимостей, для чего определим значения коэффициента детерминации R^2 при аппроксимации параметров Y_1 , Y_2 , Y . Результаты аппроксимации представлены в табл. 4 и на рис. 4.

Анализ модельных графиков полезен как при уточнении диапазонов состояния между опытами, так и для прогнозирования результатов, не вошедших в эксперимент.

ВЫВОДЫ

1. Использование золошлакового материала в производстве керамического кирпича на основе некондиционной легкоплавкой глины позволяет получить прочные изделия марки М125.

2. Получение керамических материалов с применением крупнотоннажных отходов производств способствует утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды и расширению сырьевой базы для строительных материалов.

3. Для описания физико-механических зависимостей от содержания золошлакового материала рекомендуется использовать полином второй степени. Анализ модельных графиков полезен как при уточнении диапазонов состояния между опытами, так и для прогнозирования результатов, не вошедших в эксперимент.

4. Безусловным достоинством использования многотоннажных отходов топливно-энергетического комплекса является разгрузка экологической обстановки.

Список литературы

1. Экономическая и практическая целесообразность использования золошлакового материала в производстве легкоплавкого кирпича / Е.Г. Сафронов, Е.З. Глазунова, М.И. Иваев и др. // Уголь. 2021. № 9. С. 58-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-58-62.
2. Экологическая целесообразность рециклинга золошлака в производстве стеновых материалов и оптимизация керамических масс по техническим показателям / Е.Г. Сафронов, С.М. Си-линская, Н.Ю. Нарыжная и др. // Уголь. 2021. № 6 С. 44-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-44-49.
3. Экономическая и практическая целесообразность использования золошлака и ферропудры Актыбинской области в производстве сейсмостойкого кирпича / Н.Ю. Нарыжная, Е.Г. Сафронов, Е.М. Силинская и др. // Уголь. 2021. № 10. С. 33-37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-33-37.
4. Экологический менеджмент и рециклинг железосодержащего шлака ТЭЦ в производстве жаростойких композитов / Ю.Ю. Коробкова, Е.Г. Сафронов, Н.И. Краскова и др. // Уголь. 2020. № 12. С. 49-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-49-52.
5. Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. 2019. № 9. С. 67-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.
6. Абдрахимова Е.С. Образование золы легкой фракции и использование ее в производстве плиток для полов // Уголь. 2019. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.
7. Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золошлакового материала в производстве легковесного кирпича и пористого заполнителя // Уголь. 2018. № 10. С. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.
8. Абдрахимова Е.С. Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве кирпича // Уголь. 2021. № 7. С. 52-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-52-55.
9. Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Исследование регрессивным методом влияния содержания отходов при нефтедобыче и нефтехими на физико-механические показатели керамического кирпича // Материаловедение. 2017. № 6. С. 31-35.
10. Оптимизация состава керамических масс по механическим свойствам кирпича / В.З. Абдрахимов, Н.С. Агафонова, Е.С. Абдрахимова и др. // Известия вузов. Строительство. 2005. № 5 С. 53-58.
11. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Оптимизация состава керамических масс с учетом совместного влияния компонентов на физико-механические показатели кислотоупоров. // Материаловедение. 2006, № 11. С. 42-45.
12. Ковков И.В., Абдрахимов В.З. Исследование регрессивным методом анализа влияния шлака от выплавки ферросплава на физико-механические показатели кирпича // Известия вузов. Строительство. 2006. № 9. С. 105-110.

13. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Исследование регрессивным методом зависимости отходов топливно-энергетической промышленности на сушильные свойства стеновой керамики // Экология промышленного производства. 2015. № 1. С. 6-10.
14. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Исследование регрессивным методом влияния содержания кальцийсодержащих отходов: доломитовых высевок и известняковой муки на физико-механические показатели керамического кирпича // Экологические системы и приборы. 2015. № 5. С. 34-41.
15. Абдрахимов А.В., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Аналитический анализ влияния пиритных огарков на технические свойства черепицы из техногенного сырья // Известия вузов. Строительство. 2006. № 9. С. 12-16.

MINERALS RESOURCES

Original Paper

UDC 691.3:666.72.05 © M.I. Ivaev, A.E. Gaiduk, E.G. Safronov, V.Z. Abdrakhimov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 34-38
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-34-38>

Title

THE ECONOMIC FEASIBILITY OF USING ASH AND SLAG MATERIAL AND THE STUDY OF THE REGRESSION METHOD OF ANALYZING ITS EFFECT ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE WALL MATERIAL

Authors

Ivaev M.I.¹, Gaiduk A.E.¹, Safronov E.G.², Abdrakhimov V.Z.³

¹ Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara, 443010, Russian Federation

² Samara State Technical University, Samara, 443100, Russian Federation

³ Samara State Economic University, Samara, 443090, Russian Federation

Authors Information

Ivaev M.I., Senior Lecturer, e-mail: ivaevmarat@ya.ru

Gaiduk A.E., Senior Lecturer, e-mail: gaiduk@63.ru

Safronov E.G., PhD (Economic), Associate Professor, e-mail: ewgenijsafronov@yandex.ru

Abdrakhimov V.Z., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: 3375892@mail.ru

Abstract

In modern economic conditions, in the absence of state funding for geological exploration related to the determination of reserves of traditional natural raw materials, the optimal solution is to replace it with ash and slag materials. The use of ash and slag material in the compositions of ceramic masses, as a thinning agent, contributes to the production of wall material based on fusible clay. Studies have shown that the optimal amount of ash and slag material (ash) in the compositions for the production of 125 (M125) grade wall material is 25%. A further increase in the ash content in ceramic compositions leads to a decrease in the strength of the product. Obviously, this is due to the fact that the ash under study is not only a thinning agent, but also a burning additive that contributes to the appearance of porosity. It is established that the physical and mechanical properties of ceramic wall material (brick) depend non-linearly on the content of ash and slag material in the composition. To describe the physico-mechanical dependencies on the content of ash and slag material, it is recommended to use a polynomial of the second degree.

Keywords

Ash-slag material, Fusible clay, Wall material, Regression analysis.

References

1. Safronov E.G., Glazunova E.Z., Ivaev M.I. & Abdrakhimov V.Z. Economic and practical expediency of using ash and slag material in the production of lightweight bricks. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 58-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-58-62.
2. Safronov E.G., Silinskaya S.M., Narizhnaya N.Yu. & Abdrakhimov V.Z. Ecological expediency of ash slag recycling in the production of wall materials and optimization of ceramic masses according to technical indicators. *Ugol'*, 2021, (6), pp. 44-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-44-49.
3. Narizhnaya N.Yu., Safronov E.G., Silinskaya E.M. & Abdrakhimov V.Z. Economic and practical expediency of using ash slag and ferropyl of Aktobe region in the production of earthquake-resistant bricks. *Ugol'*, 2021, (10), pp. 33-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-33-37.
4. Korobkova Yu.Yu., Safronov E.G., Kraskova N.I. & Abdrakhimov V.Z. Environmental management and recycling of iron-containing slag of CHP in the production of heat-resistant composites. *Ugol'*, 2020, (12), pp. 49-52. (In Russ.). DOI: /10.18796/0041-5790-2020-12-49-52.
5. Abdrakhimova E.S. The study of drying properties of ceramic materials based on waste of fuel and energy complex. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 67-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.

6. Abdrakhimova E.S. Formation of ash of light fraction and its use in the production of tiles for floors. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

7. Abdrakhimov V.Z. Reduction of ecological damage to ecosystems due to the use of shale clay and ash-slag material in the production of lightweight bricks and porous aggregate. *Ugol'*, 2018, (10), pp. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.

8. Abdrakhimova E.S. The use of coal enrichment waste and inter-shale clay in the production of bricks. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 52-55. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-52-55.

9. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Study regression method, the influence of the content of waste during oil production and petrochemical company on the physico-mechanical parameters of ceramic bricks. *Materialovedenie*, 2017, (6), pp. 31-35. (In Russ.).

10. Agafonova N.C., Abdrakhimova E.S., Dolgij V.P. & Abdrakhimov V.Z. Optimization of the composition of ceramic masses on the mechanical properties of bricks. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*, 2005, (5), pp. 53-58. (In Russ.).

11. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Optimization of the composition of ceramic masses considering the combined effect of components on the physical and mechanical properties of acid-resistant materials. *Materialovedenie*, 2006, (11), pp. 42-45. (In Russ.).

12. Kovkov I.V. & Abdrakhimov V.Z. Investigation by the regressive method of analysis of the effect of slag from ferroalloy smelting on the physico-mechanical parameters of bricks. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*, 2006, (9), pp. 105-110. (In Russ.).

13. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. A regressive method study of the dependence of waste from the fuel and energy industry on the drying properties of wall ceramics. *Ecologiya promyshlennogo proizvodstva*, 2015, (1), pp. 6-10. (In Russ.).

14. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. A regressive study of the effect of the content of calcium-containing waste: dolomite seeding and limestone flour on the physical and mechanical parameters of ceramic bricks. *Ecologicheskie systemy i pribory*, 2015, (5), pp. 34-41. (In Russ.).

15. Abdrakhimov A.V., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Analytical analysis of the effect of pyrite stubs on the technical properties of tiles from technogenic raw materials. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*, 2006, (9), pp. 12-16. (In Russ.).

For citation

Ivaev M.I., Gaiduk A.E., Safronov E.G. & Abdrakhimov V.Z. The economic feasibility of using ash and slag material and the study of the regression method of analyzing its effect on the physical and mechanical characteristics of the wall material. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 34-38. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-34-38.

Paper info

Received January 30, 2022

Reviewed February 16, 2022

Accepted March 22, 2022

К вопросу о влиянии водородной дегазации на формирование газовых, газогидратных и угольных месторождений метана

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-39-45>

В работе показано, что водородно-метановая дегазация Земли – источник газовых, газогидратных и угольных месторождений метана, которые в нетронutom разработкой и добычей состоянии являются единственной защитой атмосферы Земли от парниковых газов. При этом метан газовых месторождений поступает в их пространство от внешних источников, лежащих в глубинах земной мантии. В угольных пластах большая часть метана сорбируется блоковыми сорбционными частицами, а большая часть водорода, взаимодействуя с веществом угля, уменьшает его прочность на сдвиг. В свою очередь водородная дегазация приводит к образованию газогидратных залежей, которые, обладая очень низкой проницаемостью, предохраняют атмосферу Земли от выбросов парниковых газов. Для уменьшения выброса метана в атмосферу предложена эффективная технология одновременной добычи угля и метана с использованием горных проходческих комбайнов гироскопического типа.

Ключевые слова: глобальная водородная дегазация, атмосфера Земли, газовые, газогидратные и угольные месторождения, метан.

Для цитирования: Бобин В.А., Грабский А.А., Грабская Е.П. К вопросу о влиянии водородной дегазации на формирование газовых, газогидратных и угольных месторождений метана // Уголь. 2022. № 4. С. 39-45. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-39-45.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время научное сообщество с большим интересом обсуждает гипотезу так называемой водородной дегазации, которую более 40 лет назад обосновал в своих трудах В.Н. Ларин, но которая долгое время не находила поддержки в научных кругах, так как она пересматривала устоявшиеся постулаты науки о Земле [1].

Необходимо отметить, что когда говорят о водородной дегазации Земли, то имеют в виду дегазацию не чистого водорода, а смеси газов, в состав которой входят, как правило, метан и другие легкие углеводородные газы, а также незначительные количества гелия, радона, сероводорода и углекислого газа. При этом в смеси содержание самого водорода не является преобладающим. Поэтому этот природный процесс было бы правильнее называть водородно-метановой дегазацией Земли.

Из всех газов, входящих в водородную смесь, только метан признан и узаконен как полезное ископаемое. Поэтому все, что так или иначе связано с развитием и уточнением взглядов на вопросы образования, транспортировки и физико-химического преобразования самого метана, а также среды, в которой он распространяется, имеет первостепен-

БОБИН В.А.

Доктор техн. наук,
заведующий отделом
Института проблем
комплексного освоения недр
им. академика Н.В. Мельникова РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: bobin_va@mail.ru

ГРАБСКИЙ А.А.

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой горного дела
ФГБОУ ВО «Российский государственный
геолого-разведочный университет»
им. Серго Орджоникидзе (МГРИ),
117997, г. Москва, Россия,
e-mail: grabskyaа@mgri.ru

ГРАБСКАЯ Е.П.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры
«Индустриальная стратегия»
НИТУ «МИСис»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: pgmtk@mail.ru

ное значение как для научных, так для практических целей. Понимание и дальнейшее развитие этой гипотезы в перспективе позволят решить целый комплекс геоэкологических проблем, связанных как с последствиями масштабного техногенного изменения недр в процессе освоения минеральных ресурсов литосферы [2], так и с созданием новых критериев и методов экологической оценки раздельного депонирования в атмосфере и литосфере сложных газовых смесей, поступающих из мантии Земли [3].

УЧАСТИЕ ВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТАНА

Известно, что метан в природе может находиться в свободном, растворенном в воде, газогидратном и сорбированном состоянии.

В свободном состоянии метан присутствует в так называемых газовых месторождениях, среди которых наиболее известными в России являются Уренгойское, Ямбургское и Бованенковское (табл. 1). В табл. 1 приведены расчетные данные об объеме, занимаемом свободным метаном в массиве горных пород при следующих термодинамических условиях: давление ($p = 100 \text{ атм} = 10 \text{ МПа}$), температура ($T = 300^\circ\text{K}$), плотность метана ($\rho = 0,71 \text{ кг/м}^3$). В ней через наклонную черту представлены для наглядности расчетные данные о значении ребра куба, который по своему объему эквивалентен объему, занимаемому свободным газом в газовом месторождении.

Конечно, объем, занимаемый свободным газом на газовом месторождении, не имеет такую правильную форму, а состоит из громадного количества каналов фильтрационного и молекулярного типа, которые имеют произвольную пространственную ориентацию в массиве горных пород, формируя их проницаемость. Протяженность таких транспортных каналов при условном радиусе 1 см составляет порядка 10-15 тыс. км.

Оставляя за скобками сложное геологическое строение горных пород, в которых формируется газовое месторождение, обратим внимание на то, что под термином «газовое месторождение» понимается не место рождения газа, а место залегания ловушки, в которую попал метан в результате перемещения в земной коре.

Хотя по вопросу образования метана нет единого мнения, однако гипотезы биогенного и абиогенного метана пока мирно сосуществуют. При этом в зависимости от источника образования выделяют метан газовых месторождений, то ли образовавшийся в толщах вмещающих пород на разных этапах формирования, то ли поступающий по различным каналам из глубин земной мантии, то ли образованный в результате химических реакций.

Однако, в этот вопрос можно внести некоторую ясность, если проанализировать динамику падения давления в газовом месторождении в зависимости от количества добываемого метана, то есть исследовать зависимость $p(t) = f(Q(t))$, где $p(t)$ – давление свободного метана в газовом месторождении, а $Q(t)$ – количество метана, добываемого из его недр.

Формула, которая используется для описания этой зависимости, имеет вид:

$$p = (\rho q - Q)RT/Vm, \quad (1)$$

где $(\rho q - Q)$ – масса метана в газовом месторождении ($\rho = 0,71 \text{ кг/м}^3$ – плотность метана, q – утвержденные запасы метана на месторождении) на текущий момент времени его исчерпания, $R = 8,314 \text{ Дж/моль}^\circ\text{K}$ – газовая постоянная, V – объем свободного пространства газового месторождения, $m = 16 \text{ г/моль}$ – молекулярный вес метана.

Из анализа формулы (1) следует, что если свободный объем газового месторождения не имеет фильтрационной связи с внешними источниками метана, а сам метан по своему происхождению является биогенным и сосредоточен исключительно в породах самого газового месторождения, то зависимость падения давления от количества извлекаемого метана должна представлять собой убывающую линейную функцию с коэффициентом наклона, выражаемым соотношением:

$$k_{\text{теор}} = RT/Vm. \quad (2)$$

Проверку справедливости этого вывода проводим, используя экспериментальные данные по измерению давления метана и количества извлекаемого метана на Шебелинском газовом месторождении (рис. 1) [4].

Известно, что запасы газа на Шебелинском месторождении оценивались по объему в 600 млрд м³. Расчеты показывают, что этот объем газа весил $4,26 \cdot 10^{11} \text{ кг}$, которые при давлении 28 МПа занимали свободный объем в массиве горных пород, равный $2,23 \cdot 10^9 \text{ м}^3$. Подставляя известные и рассчитанные величины в формулу (2), получаем, что $k_{\text{теор}} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2\text{кг}$.

В свою очередь, учитывая фактические данные, приведенные на рис. 1 (сплошная наклонная прямая), получаем реальное значение коэффициента пропорциональности, равное $k_{\text{факт}} = 9,2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2\text{кг}$, которое всего на 39% отличается от значения $k_{\text{теор}}$. Это различие связано главным образом с оценочными, а не точными значениями запасов метана на месторождении.

Таким образом, фактические данные о зависимости между давлением метана и величиной его добычи на газовом месторождении (пунктирная кривая) показывают, что эта зависимость только на начальном этапе (сплошная на-

Таблица 1

Расчетные данные об объеме, занимаемом свободным метаном в массиве горных пород ряда месторождений

Месторождение	Год открытия	Запасы метана (трлн м ³)	Объем, занимаемый газом в массиве горных пород (трлн м ³ /км)	Газовый бассейн
Уренгойское	1966	10,2	0,11/4,6	Западная Сибирь
Ямбургское	1969	5,2	0,052/3,7	Западная Сибирь
Бованенковское	2008	7	0,07/4,1	Ямал

клонная прямая) разработки газового месторождения является линейной и описывается уравнением (1). В дальнейшем расхождение между предполагаемой линейной зависимостью и фактическими данными только увеличивается.

Это различие свидетельствует о том, что свободный объем газового месторождения подпитывается за счет фильтрационной связи с нижележащими источниками метана, в которых этот газ находится при высоком давлении, превышающем давление метана на разрабатываемом месторождении.

Кроме того, с большой долей вероятности можно утверждать, что как метан газовых месторождений, так и подпитывающий его в процессе добычи, по своему происхождению не является биогенным, так как он не сосредоточен в горных породах самого месторождения, а поступает в его трещиновато-поровое пространство по различным фильтрационным каналам от внешних источников, лежащих в глубинах земной мантии.

Подтверждением глубинного происхождения метана в газовых месторождениях является и факт наличия в нем водорода и сероводорода, правда, в незначительных количествах. Это связано с тем, что, во-первых, имея высокую геохимическую активность и способность транспортировки в слабопроницаемых горных породах, водород редко встречается в природных газах в значительных концентрациях (всего первые числа процентов), а во-вторых, ощутимое содержание водорода возможно только тогда, когда месторождение метана прикрыто сверху слабопроницаемой крышкой из таких пород, как соли или очень плотные интрузивные и метаморфические породы.

Так, например, значительные концентрации водорода (до 30-50%) были установлены в газах карналитовой зоны Верхнекамского месторождения калийных солей, что также может служить подтверждением реальности процесса водородно-метановой дегазации в формировании газовых месторождений [5].

УЧАСТИЕ ВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ

Если в газовых месторождениях водород не задерживается, то в угольных месторождениях водород обнаружен в повышенных концентрациях. Причем содержание водорода в некоторых из них может достигать 15-20%. И такое содержание водорода на месторождениях определяется главным образом коллекторскими свойствами горных пород, глубиной их залегания, тектонической нарушенностью, а также экранирующими свойствами покровных отложений, наличием многолетней мерзлоты и др.

По данным работы [6], в углях Донбасса и Кузбасса концентрация водорода достигала 7,5% в Донбассе и 18,4% в Кузбассе. В Карагандинском бассейне водород был обнаружен в 40% образцов, а его концентрация достигала 10%.

В отличие от газовых месторождений метан угольных пластов находится не в свободном состоянии, а или в сорбированном состоянии, или в состоянии так называемого твердого газоугольного раствора в плотно упакованных блоках (сорбционных частицах), а между блоками – в транспортных каналах в подвижном состоянии [7].

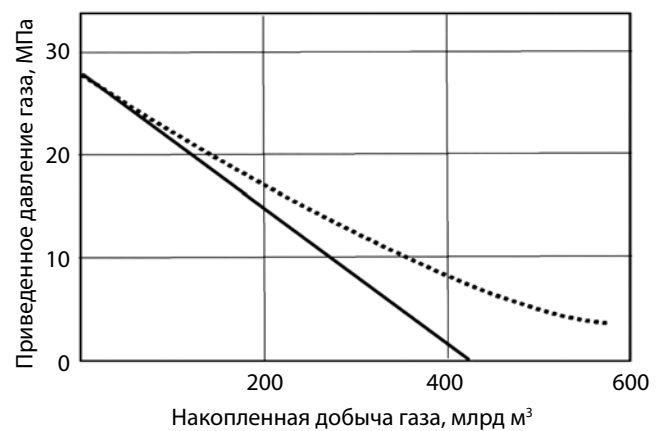


Рис. 1. Зависимость пластового давления газа от добычи газа (наклонная прямая – расчет, пунктирная линия – фактические данные)

Вопрос о том, каким образом метан попадает в угольный пласт и в каком состоянии он находится, до сих пор остается в большей мере дискуссионным. Кроме известных гипотез образования метана в угольных пластах в последние годы появилась гипотеза его генерации из бахромы угольного вещества при разгрузке угольного пласта путем высвобождения активного избыточного водорода и его соединения с атомами углерода [8].

Естественно, что все эти гипотезы не допускают никакого вертикального метано-водородного переноса энергии из самих земных глубин.

Впервые идею о влиянии на состояние сложных геологических сред высказали в 1950-х годах академик Григорий Гамбургцев [9] и член-корреспондент Академии наук СССР Юрий Ризниченко [10], а в начале 1980-х годов академик Михаил Садовский [11] и профессор Виктор Николаевский [12] развили эти идеи, дополнив эти представления.

Согласно им, конкретно для угольных пластов следует вывод о том, что метано-водородный поток неоднородный и непостоянный как в пространстве, так и во времени, благодаря этим своим характеристикам непрерывно изменяет напряженно-деформированное состояние пластов за счет набухания угольного вещества в результате сорбции им метана, диффундирующего через угольный массив, включая и вмещающие породы типа аргиллитов и песчаников.

В результате метано-водородный поток может совершенно непредсказуемым образом изменить состояние угольного вещества в пласте за счет перестройки структуры его порового и фильтрационного пространства, формирования газовой пористости и изменения физико-механических свойств. При этом формирующееся внутреннее напряженно-деформированное состояние за счет набухания углей может проявляться в ползучести и изменении объема.

Что касается сорбционных свойств углей в отношении водорода, метана и углекислого газа, то следует заметить, что водород сорбируется значительно хуже, чем остальные газы, а его доля по сравнению с метаном и углекислым газом не превышает 10-18%, что по порядку величины соответствует его доли в составе рудничных газов.

Этот факт, кроме того, свидетельствует о большей диффузионной и фильтрационной подвижности водорода в транзитном пространстве вещества угольного пласта со сложным блоковым строением. Поэтому если незначительная доля водорода задерживается в сорбционном пространстве, то большая транспортируется сквозь межблоковое пространство, активно взаимодействует с твердой фазой сорбционных блоковых частиц, находящихся как в теле самого угольного пласта, так и на контактах угольного пласта с вмещающими пласт породами. При этом водород изменяет их и делает более рыхлыми, что, в конце концов, может привести к потере прочности вещества угольного пласта на сдвиг.

Таким образом, можно утверждать, что метан и водород диффундируют сквозь пласты, но если большая часть метана сорбируется блоковыми сорбционными частицами и задерживается в них, то большая часть водорода взаимодействует с их твердой фазой и в целом уменьшает прочность вещества угольного пласта на сдвиг как в теле угольного пласта, так и на контактах с вмещающими породами.

О постоянном притоке метано-водородных потоков из земных глубин свидетельствует устойчивое значение термического градиента, величины которого приведены в табл. 2. Из данных табл. 2 следует, что в Кузнецком угольном бассейне термический градиент не превышает 3,5 °C/100 м. Наличие температурного градиента свидетельствует о том, что приток энергии осуществляется в непрерывном стационарном режиме за счет притока метана и водорода, которые сорбируются углем с выделением тепла.

При этом, если бы весь метан имел биогенное происхождение, то за миллионы лет без притока метана из земных глубин в угольных пластах и окружающих их горных породах установилось бы термическое равновесие, а термический градиент по своему значению был бы незначительным или близок к нулю.

Вполне убедительным подтверждением этому выводу служат результаты лабораторного эксперимента по исследованию

и моделированию процесса установления термодинамического равновесия при сорбции метана в герметичных колбах, заполненных газоносным углем [13]. Четыре датчика температуры, установленные по длине колбы на расстоянии 0,095 м друг от друга, зафиксировали, что процесс установления сорбционного равновесия в замкнутой системе сорбат-сорбент, то есть метан-уголь, хотя и не сразу, но все-таки постепенно в режиме колебаний приходит к равновесному состоянию, при котором градиент температуры по длине колбы отсутствует, что отражено количественно в табл. 3.

Несмотря на то, что глубинный метан сорбируется углем и задерживается в нем, разработка угольных месторождений приводит к значительному выбросу в атмосферу этого парникового газа. Поэтому создание новых экологически чистых технологий добычи метана из угольных пластов, обеспечивающих близкое к 100% его извлечение с минимальным выбросом в атмосферу Земли, является насущной потребностью практики.

Примером такой технологии может служить технология комплексной добычи угля и шахтного метана роботизированными проходческими комплексами гироскопического типа (РПКгиро) [14].

Сущность этой технологии представлена на рис. 2 и заключается в следующем:

- лава изолируется от выработанного пространства шахты и создается изолированная добычная зона;
- РПКгиро размещается в изолированной добычной зоне и начинает работать тогда, когда концентрация метана в добычной зоне достигнет взрывобезопасного значения;
- РПКгиро углубляется на заданное расстояние, обеспечивая гранулометрический состав стираемых частиц угля размером не более 0,1 мм, что обеспечит практически мгновенную и полную их дегазацию;
- дегазированный уголь через трубопровод транспортируется в откаточный штрек;
- в результате проходки формируется первый дегазационный штрек;

Таблица 2

Значение термического градиента земных глубин различных областей России

Область	Геотермическая ступень, м/°C	Геотермический градиент, °C/100м
Карпаты, Крым, Кавказ	20-50	2-6
Камчатка и Курильские острова	5-33	3-20
Урал, Саяны, Алтай	30-70	1,5-3,5
Русская, Западно-Сибирская и Восточно-Сибирская платформы	30-100	1-3,5
Балтийский и Украинский щиты	100-167	0,07-0,1

Таблица 3

Динамика процесса установления термодинамического равновесия при сорбции метана в герметичных колбах

Номер датчика	Температура			
	$T_1 = 5$ мин	$T_2 = 100$ мин	$T_3 = 200$ мин	$T_4 = 2200$ мин
1	19,2	19,8	20,4	20,05
2	19,7	20,4	20,9	19,95
3	21,3	21	21	19,75
4	21,8	23,6	20,4	19,8
Термический градиент, °C/100 м	0,09	0,13	0,03	0,01

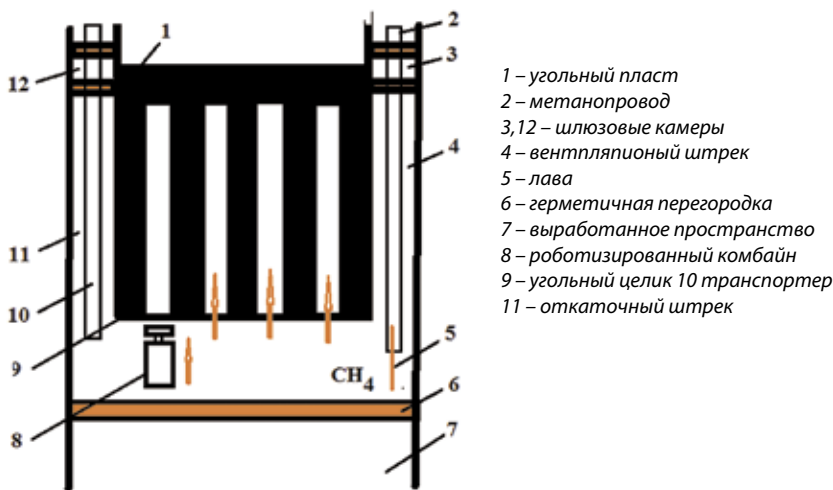


Рис. 2. Схема экологически чистой технологии комплексной добычи угля и метана

тивность принципиально новой геотехнологии добычи угля за счет повышения степени извлечения метана, ликвидации аварий, связанных с опасными газодинамическими явлениями, взрывами метана и пожарами, а также устранения выбросов этого парникового газа в атмосферу при значительном увеличении экономики электроэнергии и металла за счет использования комбайна гироскопического типа.

УЧАСТИЕ ВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТАНА

Не менее сложные физико-химические процессы происходят в массиве месторождений газогидратов, а их образование главным образом зависит от источников природных газов, в число которых входят CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , CO_2 , N_2 , H_2S , изобутан и т.п. При этом большая часть природных газогидратных месторождений состоит из гидратов метана и диоксида углерода.

– РПКгиро возвращается на первоначальную линию лавы, а потом начинает проходку второго дегазационного штрека;

– одновременно с этим происходит закладка выработанного пространства первого дегазационного штрека;

– процесс образования следующего вентиляционного штрека и закладка предыдущего продолжают до тех пор, пока РПКгиро не дойдет до противоположного края подготовленной лавы;

– затем РПКгиро возвращается к первому защитному угольному целику и проходит его с выемкой угля и метана;

– процесс продолжается до тех пор, пока не будут вынуты все сформированные защитные угольные целики;

– на всех этапах выделяющийся из угля и угольных целиков метан по специальному трубопроводу перемещается на поверхность и далее к потребителю.

Сформированные закладочным материалом целики обеспечат безопасность проводимых работ по добыче угля и метана, а также устойчивость выработанного пространства и земной поверхности над выработками.

Таким образом, в результате осуществления технологии комплексной добычи угля и содержащегося в нем метана будет обеспечена безопасная во всех отношениях добыча угля и метана с высокой степенью извлечения (порядка 95-98%), что и обеспечит минимальную утечку метана в атмосферу Земли.

Использование электрифицированного РПКгиро позволит значительно повысить экономическую эффек-

тивность природных газов, в число которых входят CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , CO_2 , N_2 , H_2S , изобутан и т.п. При этом большая часть природных газогидратных месторождений состоит из гидратов метана и диоксида углерода.

Однако природных гидратных образований, содержащих водород, найдено не было. И этот факт связан не только с определенными термобарическими условиями образования гидратов в морских донных осадках и в областях многолетнемерзлых пород, но со структурой полостей, в которых одновременно фиксируются молекулы свободного газа, гидратообразователя и воды.

Известно, что эти полости образуются молекулами воды. Они представляют собой 12-, 14-, 16- и 20-гранники, внутри которых молекулы свободного газа связаны с поверхностью полости ван-дер-ваальсовскими связями. Среднее значение размера этих полостей изменяется в пределах от 1,2 до 2,35 нм, что позволяет захватывать и содержать в стабильном сорбированном состоянии исключительно метан, его гомологи и аргон, но не водород.

Это свойство газогидратных полостей аналогично свойству нанопор природных углей, в которых, как показывают опыты, в разной степени сорбируются метан, углекислый газ, аргон, азот и, наконец, водород [7]. В табл. 4 представлены результаты экспериментальных работ по сорбции вышеперечисленных газов природными углями, позволившие классифицировать нанопоры в природном угле.

Из данных табл. 5 следует, что только в микронанопорах размером 0,55 нм водород может находиться в сор-

Таблица 4

Классификация нанопор в природной системе «уголь-метан»

Группы нанопор	Состояние газа в нанопорах	Характерный размер нанопор, нм				
		Для разных видов газов				
		H_2	N_2	Ar	CH_4	CO_2
Микронанопоры	Сорбированное	0,55	0,75	0,73	0,83	0,93
Субнанопоры	Сорбированное. Квазисвободное	1,64	2,25	2,2	2,5	3,2
Супернанопоры	Квазисвободное. Сорбированное	4,09	5,64	5,49	6,24	6,94

бироваанном состоянии, а в газогидратных многогранных полостях размером 1,2 нм и больше он эффективно не сорбируется.

Отсутствие водорода среди газов газогидратных месторождений свидетельствует также о том, что эти газы, в основном метан, появились там не за счет разгрузки глубинных газовых или нефтяных месторождений. Об этом свидетельствуют продукты разложения газогидратных залежей, которые не содержат соединений азота, а также водорода и кислорода в атомарной форме [15].

Что же касается природы происхождения метана, находящегося в газогидратных залежах, то существуют довольно веские подтверждения, что этот метан имеет неорганическое происхождение. Дело в том, что, например, если бы этот газ имел биохимическое происхождение, то примесь гомологов метана и их производных была бы пренебрежительно мала (тысячные и десятитысячные доли процентов). Однако в газогидратах кроме метана зафиксировано значимо высокое содержание его гомологов и производных [16].

Не помогает решить проблему происхождения метана в газогидратах и разновидность биогенной гипотезы, в которой предполагается, что метан поступает за счет его притока из глубин, где он образуется в результате разложения и миграции углеводов из древних отложений, но не из глубин мантии. Измерения изотопного состава газов этих глубин показывают, что содержание метана в них не превышает 1 мкг/кг [17], и этот факт противоречит указанной гипотезе.

При этом существующий газогидратный слой из-за своей очень низкой проницаемости по отношению к воде и газам может рассматриваться как слой, изолирующий нижележащие газы, не позволяя им участвовать в образовании газогидратов [18] и тем более прорываться этим свободным газам в просторы океана и далее в атмосферу Земли в виде парниковых газов.

Все это позволяет утверждать, что в образовании газогидратных залежей существенную роль играет процесс водородно-метановой дегазации глубоких частей мантии Земли, с помощью которой компоненты в газовой форме транспортируются в земную кору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований и представленных в них фактов и соображений можно сделать следующие выводы.

1. Метан газовых месторождений поступает в его трещиновато-поровое пространство по различным фильтрационным каналам от внешних источников, лежащих в глубинах земной мантии.

2. В результате водородно-метановой дегазации метан и водород транспортируются сквозь пласты, но если большая часть метана сорбируется блоковыми сорбционными частицами и задерживается в них, то большая часть водорода взаимодействует с их твердой фазой и в целом уменьшает прочность вещества уголя на сдвиг как в теле угольного пласта, так и на контактах с вмещающими породами.

3. Технология одновременной добычи угля и метана с использованием гироскопических проходческих комбай-

нов предохраняет от неконтролируемых выбросов парниковых газов.

4. В образовании газогидратных залежей существенную роль играет процесс водородно-метановой дегазации глубоких частей мантии Земли, с помощью которой компоненты в газовой форме транспортируются в земную кору.

5. Низкая проницаемость газогидратных залежей предохраняет атмосферу Земли от выбросов парниковых газов, которые, вероятно, содержатся под массивом газогидратов в виде месторождений свободных газов.

6. Водородно-метановая дегазация Земли – источник газовых, газогидратных и угольных месторождений метана, которые в нетронутом разработкой и добычей состоянии являются единственной защитой атмосферы Земли от парниковых газов.

Список литературы

1. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: Агар, 2005. 248 с.
2. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Геоэкология освоения недр Земли и экогеотехнологии разработки месторождений. М.: Научтехлитиздат, 2015. 360 с.
3. Galchenko Yu., Ozaryan Ju. Method of quantitative assessment of the regularities of natural restoration of biota in zones of technogenic disturbance // E3S Web of conferences Khabarovsk. 2018. Vol. 56. P. 2-7.
4. Методы добычи нефти и газа – нарастающий источник экологических катастроф / С. Закиров, Э. Закиров, И. Индрупский и др. REGNUM, 10 марта 2019.
5. Зорькин Л.М. Генезис газов подземной гидросферы в связи с разработкой методов поиска залежей углеводов. [Электронный ресурс]. URL: www.geosys.ru/images/articles/Zorkin_1_2008.pdf (дата обращения: 15.03.2022).
6. Зимаков Б.М., Подмарков А.В. Методика применения перфокарт в определениях газоносности угольных пластов. АН СССР. Сектор физ.-техн. горных проблем Ин-та физики Земли им. О.Ю. Шмидта. СФТГП ИФЗ АН СССР. М., 1972. 30 с.
7. Бобин В.А. Сорбционные процессы в природном угле и его структура. М.: АН СССР, Институт проблем комплексного освоения недр, 1987. 104 с.
8. Булат А.Ф., Скипочка С.И., Паламарчук Т.А. Физико-химическая модель генерации метана угольным пластом // Труды Национальной академии наук Украины. 2009. № 11. С. 53-58.
9. Гамбурцев Г.А.. Избранные труды. М.: Издательство АН СССР, 1960, 462 стр.
10. Ризниченко Ю.В., Косминская И.П. О природе слоистости земной коры и верхней мантии // Доклады АН СССР. 1963. Т. 153. № 2. С.323–325.
11. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука, 1987. 100 с.
12. Николаевский В.Н. Земная кора, дилатансия и землетрясения. М.: Мир, 1982 С. 133–215.
13. Полевщиков Г.Я., Козырева Е.Н., Бобин В.А. К вопросу о тепловых процессах при установлении сорбционного равновесия в герметичных колбах с газоносным углем // Кокс и химия. 2020. № 4. С. 2-9.
14. Взрывоопасность газа при подземной добыче угля в Кузбассе / Е.А. Козловский, Г.Н. Шаров, А.Э. Конторович и др. // Фун-

- даментальные и прикладные вопросы горных наук. 2018. Т. 5. № 1. С. 76-82.
15. Геворкьян В.Х., Сокур О.Н. Газогидраты – продукт мантийной дегазации // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2012. № 1. С. 52-65.
16. Попков В.И., Соловьев В.А., Соловьева Л.П. Газогидраты – продукт глубинной дегазации Земли // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 3. С. 56-67.
17. Лю Тяньлэ. Обоснование и разработка промысловых и тампонажных составов для бурения скважин в условиях льдо- и гидратообразования (на примере разведки газогидратов в провинции Цинхай – КНР): автореф. дис. канд. техн. наук. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб., 2013. 20 с.
18. Газогидраты: технологии добычи и перспективы разработки. Информационная справка. Дирекция по стратегическим исследованиям в энергетике. М., 2013. 22 с.

Original Paper

UDC 62-83:622.411.332. © V.A. Bobin, A.A. Grabskij, E.P. Grabskaya, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 39-45
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-39-45>

Title

ON THE INFLUENCE OF HYDROGEN DEGASSING ON THE FORMATION OF GAS, GAS HYDRATE AND COAL DEPOSITS OF METHANE

Author

Bobin V.A.¹, Grabskij A.A.², Grabskaya E.P.³

¹ Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources named after Academician N.V. Melnikov RAS, Moscow, 111020, Russian Federation

² Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, 117997, Russian Federation

³ National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

Authors Information

Bobin V.A., Doctor of Engineering Sciences, Head of the Department, bobin_va@mail.ru

Grabskij A.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Mining engineering, e-mail: grabskyaa@mgi.ru

Grabskaya E.P., PhD (Economic), Associate professor of the department "Industrial Strategy", e-mail: pgmk@mail.ru

Abstract

The paper shows that hydrogen-methane degassing of the Earth is a source of gas, gas hydrate and coal deposits of methane, which, in an untouched state of development and production, are the only protection of the Earth's atmosphere from greenhouse gases. At the same time, methane from gas fields enters their space from external sources lying in the depths of the earth's mantle. In coal seams, most of the methane is sorbed by block sorption particles, and most of the hydrogen, interacting with the substance of coal, reduces its shear strength. In turn, hydrogen degassing leads to the formation of gas hydrate deposits, which, having a very low permeability, protect the Earth's atmosphere from greenhouse gas emissions. To solve the same problem, an effective technology of simultaneous coal and methane extraction using gyroscopic mining combines is proposed.

Keywords

Global hydrogen degassing, Earth's atmosphere, Gas, Gas hydrate and coal-mining field, Methane.

References

- Larin V.N. Our Planet Earth: origin, composition, structure, and development of the originally hydridic Earth. Moscow, Agar Publ., 2005, 248 p. (In Russ.).
- Trubetskoy K.N. & Galchenko Yu.P. Geocology of the Earth's subsoil development and environmental geotechnologies in mining. Moscow, Nauchtekhlitizdat Publ., 2015, 360 p. (In Russ.).
- Galchenko Yu. & Ozaryan Ju. Method of quantitative assessment of the regularities of natural restoration of biota in zones of technogenic disturbance. *E3S Web of conferences Khabarovsk*, 2018, (56), pp. 2-7.
- Zakirov S., Zakirov E., Indrupsky I., Anikejev D., Lukmanov A. & Klimov D. Oil and gas recovery methods: a growing source of environmental disasters. *REGNUM Publ.*, 2019, March 10. (In Russ.).
- Zorkin L.M. Genesis of gases in the subsurface hydrosphere as related to the development of hydrocarbon prospecting methods. *Geoinformatika Publ.*, 1984, pp. 34-45. (In Russ.). Available at: <https://regnum.ru/news/2587855.html> (accessed: 15.03.2022).
- Zimakov B.M. & Podmarkov A.V. Methodology of using punch cards in determining the gas content of coal seams. Moscow, 1972, 30 p. (in Russ.).

- Bobin V.A. Sorption processes in natural coal and its structure. Academy of Sciences of the USSR, Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources, Moscow, 1987, 104 p. (In Russ.).
- Bulat A.F., Skipochka S.I. & Palamarchuk T.A. A physical and chemical model of methane generation in a coal seam. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2009, (11), pp. 53-58. (In Russ.).
- Gamburtsev G.A. Selected Works. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1960, 462 p. (In Russ.).
- Riznichenko Yu.V. & Kosminskaya I.P. On the nature of the Earth's crust and upper mantle stratification. *Doklady Akademii nauk SSSR*, 1963, Vol. 153, (2), pp. 323-325. (In Russ.).
- Sadovsky M.A., Bolkhovitinov L.G. & Pisarenko V.F. Deformation of geophysical environment and seismic processes. Moscow, Nauka Publ., 1987, 100 p. (In Russ.).
- Nikolaevsky V.N. Earth's crust, dilatancy and earthquakes. Moscow, Mir Publ., 1982, pp. 133-215. (In Russ.).
- Kozlovsky E.A., Sharov G.N., Kontorovich A.E. et al. Gas explosion hazards in underground coal mining in Kuzbass. *Fundamental'nye i prikladnye voprosy gornyh nauk*, 2018, Vol. 5, (1), pp. 76-82. (In Russ.).
- Polevshchikov G.Ya., Kozyreva E.N. & Bobin V.A. On thermal processes in establishing sorption equilibrium in sealed flasks with gas-bearing coal. *Koks i himiya*, 2020, (4), pp. 2-9. (In Russ.).
- Gevorkyan V.Kh. & Sokur O.N. Gas hydrates as a product of mantle degassing. *Geologiya i poleznye iskopaemye mirovogo okeana*, 2012, (1), pp. 52-65. (In Russ.).
- Popkov V.I., Solovyov V.A. & Solovyova L.P. Gas hydrates as a product of the deep-earth degassing. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya*, 2012, (3), pp. 56-67. (In Russ.).
- Tianle Liu. Justification and development of flushing and plugging compositions for well drilling in conditions of ice and hydrate formation (as exemplified by gas hydrate exploration in Qinghai province, China). Abstract of Ph.D. thesis. National Mineral Mining University. St. Petersburg, 2013, 20 p. (In Russ.).
- Gas hydrates: extraction methods and development prospects. Fact sheet. Directorate for Strategic Research in Power Engineering. Moscow, 2013, 22 p. (In Russ.).

For citation

Bobin V.A., Grabskij A.A. & Grabskaya E.P. On the influence of hydrogen degassing on the formation of gas, gas hydrate and coal deposits of methane. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 39-45. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-39-45.

Paper info

Received February 8, 2022
 Reviewed February 16, 2022
 Accepted March 22, 2022

COAL-MINING FIELD

Воздействие механических колебаний на газонасыщенный угольный массив как деформируемую систему

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-46-49>

ПАВЛЕНКО М.В.

Канд. техн. наук, доцент,
Горный институт НИТУ «МИСИС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: mihail_mggy@mail.ru

БАЗАРОВ Б.А.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Строительство»
Карагандинского индустриального
университета,
101400, г. Темиртау,
Республика Казахстан

КОНАКБАЕВА А.Н.

Канд. техн. наук,
профессор кафедры «Строительство»
Карагандинского
индустриального университета,
101400, г. Темиртау,
Республика Казахстан

МЕЗЕНЦЕВА А.В.

Старший преподаватель
кафедры «Строительство»,
Карагандинского индустриального
университета,
101400, г. Темиртау,
Республика Казахстан

Статья посвящена особенностям изменения свойств и состояния угольного пласта при воздействии механических колебаний в виде вибровоздействия на газонасыщенный угольный массив для формирования трещин в низкопроницаемом газонасыщенном угольном массиве как деформируемой системы. Способность угольного массива накапливать малые деформации в результате механических воздействий и при этом изменять свои свойства может успешно использоваться для активного вибрационного воздействия для создания газопроводящих трещин в массиве угля. При этом изменения газовыделения на участке воздействия будут не единичны и позволяют считать, что существует возможность использования механических колебаний для активного воздействия на угольный массив, для увеличения его проницаемости, что приведет к интенсивному увеличению метановыделения из угольного пласта. Это подтверждается результатами, полученными как в лабораторных условиях, так и в результате производственных экспериментов. Стоит отметить, что результаты, полученные с помощью каждого из приведенных методов, хорошо согласуются между собой.

Ключевые слова: механические колебания, трещиноватость, газоотдача, газовая проницаемость, угольный массив, вибровоздействие, деформации, система.

Для цитирования: Павленко М.В., Базаров Б.А., Конакбаева А.Н., Мезенцева А.В. Воздействие механических колебаний на газонасыщенный угольный массив как деформируемую систему // Уголь. 2022. № 4. С. 46-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-46-49.

ВВЕДЕНИЕ

Условия добычи угля на больших глубинах приводят к значительному увеличению количества выделяющегося метана в горные выработки, достигающему иногда сотни раз. Поэтому решение проблемы борьбы с газовыделением в выработки сводится к решению проблемы управления связью метана с углем, которое напрямую зависит от проницаемости угольного массива.

При сравнении природной пористости и проницаемости одного и того же пласта следует отметить, что пористость примерно сохраняется одинаковой в отличие от проницаемости, которая может изменяться в широких пределах. Обычно природная проницаемость составляет небольшие значения и изменяется от 0,001 до 0,1 мД. Однако для мощных угольных пластов, особенно в нарушенных зонах угольного массива, природная проницаемость может изменяться от 5 до 100 мД, что наблюдается в шахтах ООО УК «Прокопьевскуголь» и некоторых шахтах КНР, обрабатывающих мощные угольные пласты [1].

Основное количество метана находится в угле в сорбированном состоянии, при котором метан связан с углем под действием сил молекулярного

притяжения, и в случае возникновения резкого изменения напряжений в угольном массиве метан может переходить в свободное состояние. Резкие колебания напряжений в угольном массиве сопровождаются потерей углем однородности своей структуры, что неизбежно сопровождается образованием новых трещин [2]. Техногенные процессы, обусловленные добычей полезного ископаемого, в совокупности с направленным вибровоздействием на угольный массив позволяют создавать нужные изменения уровней механических напряжений в пласте для приведения его в нестабильное состояние с целью образования новых газопроводящих трещин [3].

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уголь содержит в себе все компоненты: твердые, жидкие и газообразные вещества, но по соотношению этих компонентов уголь представляет собой хрупкое вещество, способное разрушаться. Создавая в угольном массиве поочередные процессы сжатия и растяжения некоторых областей угольного массива, можно сформировать в нем системы трещин, то есть получить наиболее хрупкую форму разрушения угля [4]. И тогда для полного разрушения угольного вещества, находящегося в состоянии хрупкого разрушения, требуется лишь небольшое количество дополнительной энергии [5, 6]. Эту дополнительную энергию можно получать от источника вибровоздействия. Таким образом, целенаправленно изменяя уровни механических напряжений в угольном массиве, можно перевести массив из стабильного состояния в нестабильное [7]. Частоты вибровоздействия на массив согласуются с собственной частотой угольного массива и исходя из экспериментальных исследований не превышают 40 Гц.

Повышение трещиноватости и проницаемости угольного массива приводит к увеличению газовыделения на этом участке. Подобные эффекты изменения газовыделения на участке воздействия на угольный массив не единичны и позволяют считать, что существует возможность использования механических колебаний для активного воздействия на угольный массив для увеличения его проницаемости и интенсивности газовыделения.

В зависимости от количества приложенной дополнительной энергии к массиву, направления его воздействия, а также особенностей самого угля образовавшиеся трещины развиваются широким фронтом на участке воздействия. Полученная трещиноватость представлена множеством трещин, которые могут прорасти самостоятельно и на определенном этапе сливаться между собой. Механизмы образования макро- и микротрещин отличаются друг от друга, естественно, из-за наличия в пласте метана. Вся задача развития трещиноватости в угольном массиве имеет своей целью получение управления сорбционным микropоровым объемом угля, в котором находится в связанном состоянии основное количество метана угольных пластов.

Процессы вибровоздействия на угольный массив формируют в угле микротрещины разного размера [8, 9]. Проращение микротрещин создает определенные зоны с нарушенной структурой отдельных частей угольного массива. Размеры зон обработки зависят от количества и разме-

ров трещин, проницаемости пласта, пластового давления, наличия свободного метана и т.д.

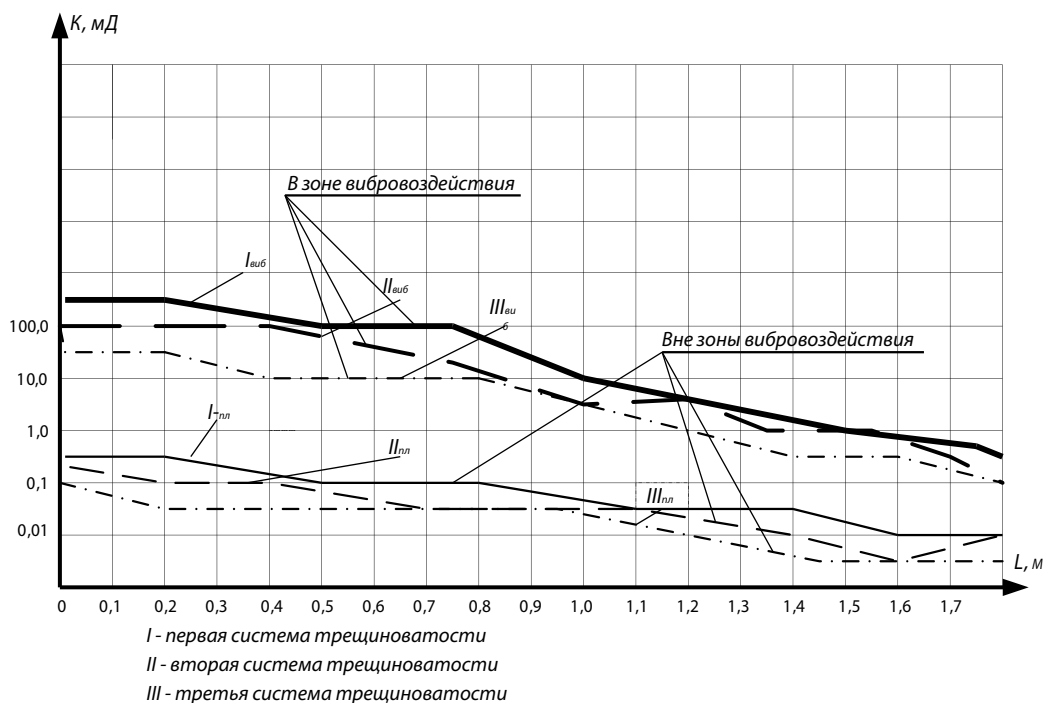
Способность угольного массива накапливать малые деформации в результате механических воздействий и при этом изменять свои свойства может использоваться для активного воздействия при вибрационном воздействии. Опытные данные подтверждают такую возможность. Особенно убедительными являются результаты исследований, проведенных на поле ГОАО «Шахтоуправление им. 17 Партсъезда» ГХК «Шахтерскантрацит» при изучении изменений характера метаноотдачи из пласта К-2 при вибровоздействии из подземных выработок (см. рисунок).

Результаты показали, что вибровоздействие в пласте вызывает заметное увеличение числа новых трещин в массиве угля. Установлено, что даже при слабых вибрационных колебаниях на участке воздействия образуется повышенная трещиноватость с последующим увеличением метаноотдачи. Все это вселяет надежду на то, что путем воздействия на угольный массив механическими колебаниями, производимыми мощными вибраторами, размещенными в глубине массива, есть возможность провоцировать высвобождение накопленной упругой энергии на отдельных участках пласта с образованием трещин как каналов для выделения метана из глубины массива.

Проблема извлечения угольного метана напрямую связана с проблемой обеспечения безопасности угольных шахт, предупреждением возможных катастроф на шахтах, вызванных взрывами газа и угольной пыли [10]. Вопросы безопасности горных работ, а также обеспечения эффективности угледобычи приобрели свою значимость в последнее время в связи с ухудшением горно-геологических условий и осложнением горных работ на шахтах, обрабатывающих высокогазоносные угольные пласты, опасные по взрывам пыли [11, 12]. Этот фактор является сдерживающим по причине ограничения работ при превышении концентрации метана в рабочей атмосфере шахты [13]. Вибрационное воздействие на угольный массив является новым способом, создающим значительную систему трещин, способствующих повышению эффективности последующей дегазации массива, которая обеспечивает снижение риска газификации выработок и повышение аэрологической безопасности угольных шахт [14].

В лаве № 2-2 и 18-м восточном вентиляционном уклоне ГОАО «Шахтоуправление им. 17 Партсъезда» были проведены испытания технологии вибровоздействия на угольный пласт К-2. Горно-геологические условия лавы и уклона были одинаковыми. Наблюдения были проведены на добычном участке с одинаковыми горно-геологическими условиями – в лаве № 2-2 и 18-м восточном вентиляционном уклоне пласта К-2 ГОАО «Шахтоуправление им. 17 Партсъезда». В верхней, средней и нижней частях лавы проводились измерения, которые включали количественные замеры параметров трещин, описание их происхождения и минерального заполнения.

Анализ полученных данных показал, что в нарушенном вибровоздействием массиве угля сформировались три системы трещин. Наиболее выражены трещины основной системы, которые состоят из двух взаимно перпендикулярных систем естественных нормально секущих внутрислойных



Основные системы трещин в нарушенном вибровоздействием массиве угля

трещин. Вторая система трещин менее многочисленна, чем первая; трещины второй системы имеют ломаную поверхность вследствие большей густоты трещин первой системы. Третья система трещин еще менее многочисленна, чем вторая, и обладала явно выраженной густотой лишь на отдельных обработанных блоках угля.

Механизм развития трещинообразования при вибрационном воздействии на пласт следующий: если естественные нормально секущие трещины имеют выдержанную ориентировку, то, сливаясь в искусственную внутрипластовую, такие трещины имеют извилистую форму, зияние таких трещин изменяется от 0,1 до 5 мм. Зияние наиболее крупных искусственных трещин составляет 10 мм и более.

Анализ результатов исследований показал, что системы трещин, создаваемых в пласте К-2, принадлежат к одному генетическому типу; существенно отличаются от трещин, находящихся за пределом вибровоздействия. Установлено, что трещиноватость краевой части угольного пласта после вибровоздействия увеличилась в 2-4 раза, по сравнению с первоначальной до вибровоздействия, при этом и газовая проницаемость краевой части пласта также стала выше на 2-4 порядка (см. рисунок).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных шахтных испытаний по оценке изменения трещиноватости пласта в зоне вибрационного воздействия установлено, что искусственные трещины, образованные вибровоздействием, находятся как в вертикальных, так и в горизонтальных направлениях пласта. В угольном массиве, в результате деформации структуры угольного массива под влиянием внешних воздействий, возникают условия для образования нескольких систем трещин [15]. При этом можно управлять особенностями изменения свойств угольного массива, создавая нужное направление систем трещин. Наиболее сильные деформации испытывает краевая часть угольного пласта, трещи-

новатость и газовая проницаемость которой увеличивается до четырех раз, что влечет за собой существенную газоотдачу обработанного вибровоздействием участка угольного пласта.

Список литературы

1. Сластунов С.В. Заблаговременная дегазация и добыча метана из угольных месторождений. М.: МГГУ, 1996. 442 с.
2. Dawe R.A., Mahers E.G., Williams J.K. Pore scale physical modeling of transport phenomena in porous media. In «Advances in transport phenomena in porous media». Martinus Nijhoff, 1987. P. 48-76.
3. Вибрационное воздействие через скважины и технология дегазационной подготовки низкопроницаемого угольного пласта / М.В. Павленко, Н.Г. Барнов, Д.А. Кузиев и др. // Уголь. 2020. № 1. С. 36-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-36-40.
4. Садовский М.А. Автомодельность геодинамических процессов // Вестник АН СССР. 1986. № 8. С. 3-11.
5. Лопухов Г.П. О механизме вибросейсмического воздействия на нефтяной пласт, представленный иерархической блочной средой // Ежегодник ВНИИнефть. 1996. С. 63-90.
6. Об эффективности вибросейсмического воздействия с дневной поверхности на нефтепродуктивные пласты / М.В. Курленя, Б.Ф. Симонов, С.В. Сердюков и др. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1998. № 1. С. 14-17.
7. Pavlenko M.V. The Formation of zones of the coal fray volumetric impregnation as a result of the vibration impact / 23th International Conference Engineering Mechanics 2017. Czech Republik. Svratka, 2017. P. 758-761.
8. Rock burst monitoring by integrated microseismic and electromagnetic radiation methods / X.L. Li, E.Y. Wang, Z.H. Li et al. // Rock Mechanics & Rock Engineering. 2016. Vol. 49(11). P. 4393-4406.
9. Павленко М.В., Скопинцева О.В. О роли капиллярных сил при вибровоздействии на гидравлически обработанный газонасыщенный угольный массив // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 3. С. 43-50.

10. Скопинцева О.В., Баловцев С.В. Управление аэрологическими рисками угольных шахт на основе статистических данных системы аэрогазового контроля // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 1. С. 78-89.
11. Influencing factors on permeability of loaded gas-bearing coal mass / Wei Jianping, Li Bo, Wang Kai et al. // Journal of Mining and Safety Engineering. 2014. No 31. P. 322-327.
12. Wang Dengke, Wei Jianping, Yin Guangzhi. Investigation on change of permeability of coal containing gas under complex stress paths // Chinese Journal of rock Mechanics and Engineering. 2012. No 31. P. 303-310.
13. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries / A.E. Filin, O.M. Zinovieva, L.A. Kolesnikova et al. // Eurasian Mining. 2018. No. 1. P. 31-34.
14. Selection of an effective technology for the degasification of coal beds / S.V. Slastunov, K.S. Kolikov, A.A. Zakharova et al. // Solid Fuel Chemistry. 2015. Vol. 49. No 6. P. 381-386.
15. Pavlenko M.V. Operational control of efficient and effective treatment of coal bed using complex action taking into account resonant natural frequencies of the block / 24rd International Conference Engineering Mechanics 2018. Czech Republic. Svratka, 15–18 may 2018. P. 645-648.

Original Paper

UDC 622.831.325.3(043.3) © M.V. Pavlenko, B.A. Bazarov, A.N. Konakbaeva, A.V. Mezentsseva, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 46-49
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-46-49>

Title

THE EFFECT OF MECHANICAL VIBRATIONS IN A GAS-SATURATED COAL MASSIF AS A DEFORMABLE SYSTEM

Author

Pavlenko M.V.¹, Bazarov B.A.², Konakbaeva A.N.², Mezentsseva A.V.²

¹ National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

² Karaganda Industrial University, Temirtau, 101400, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Pavlenko M.V., PhD (Engineering), Associate Professor,
 e-mail mihail_mggy@mail.ru

Bazarov B.A., Doctor of Engineering Sciences,
 Professor of the Department of Construction

Konakbaeva A.N., PhD (Engineering),

Professor of the Department of Construction

Mezentsseva A.V., Senior Lecturer of the Department of Construction

Abstract

The article is devoted to the peculiarities of changes in the properties and state of a coal seam under the influence of mechanical vibrations in the form of vibration on a gas-saturated coal mass for the formation of cracks in a low-permeability gas-saturated coal mass as a deformable system. The ability of a coal mass to accumulate small deformations as a result of mechanical influences and at the same time change its properties can be successfully used for active exposure to vibration to create gas-conducting cracks in the coal mass. Similar effects occur during coal mining, while changes in gas release at the impact site are not isolated and suggest that there is a possibility of using mechanical vibrations to actively influence the coal mass, to increase its permeability, which leads to an intensive increase in methane release from the coal seam. This is confirmed by the results obtained both in laboratory conditions and as a result of industrial experiments. It is worth noting that the results obtained using each of the above methods are in good agreement.

Keywords

Mechanical vibrations, Fracturing, Gas recovery, Gas permeability, Coal mass, Vibration action, Deformations, System.

References

1. Slastunov S.V. Advance degassing and extraction of methane from coal deposits. Moscow, MGGU Publ., 1996, 442 p. (In Russ).
2. Dawe R.A., Mahers E.G. & Williams J.K. Pore scale physical modeling of transport phenomena in porous media / in "Advances in transport phenomena in porous media". Bear J. and Corapcioglu M.Y. eds. Martinus Nijhoff Publ. 1987, pp. 48-76.
3. Pavlenko M.V., Barnov N.G., Kuziev D.A., Kenzhabaev K.N. & Monzoev M.V. Vibration impact through wells and the technology of degassing of the preparation of low-permeability coal seam. Ugol', 2020, (1), pp. 36-40. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-36-40.
4. Sadovsky M.A. Self-similarity of geodynamic processes. Vestnik of the USSR Academy of Science, 1986, (8), pp. 3-11. (In Russ).
5. Lopukhov G.P. On the mechanism of vibroseismic impact on an oil reservoir represented by a hierarchical block medium. Yearbook of VNIIneft, 1996, pp. 63-90. (In Russ).

6. Kurlenya M.V., Simonov B.F., Serdyukov S.V., Cherednikov E.H. & Kolodyazhny S.A. On the effectiveness of vibroseismic impact from the daytime surface on oil-producing formations. Physical-technical problems of mining minerals. 1998, (1), pp. 14-17. (In Russ).

7. Pavlenko M.V. The Formation of zones of the coal fray volumetric impregnation as a result of the vibration impact / 23rd International Conference Engineering Mechanics 2017. Czech Republic. Svratka, 2017, pp. 758-761.

8. Li X.L., Wang E.Y., Li Z.H., Liu Z.T., Song D.Z. & Qiu L.M. Rock burst monitoring by integrated microseismic and electromagnetic radiation methods. Rock Mechanics & Rock Engineering, 2016, (49), pp. 4393-4406.

9. Pavlenko M.V. & Skopintseva O.V. Role of capillary forces in vibratory action on hydraulically treated gas-saturated coal. Mining information and analytical bulletin, 2019, (30), pp. 3-50. (In Russ).

10. Skopintseva O.V. & Balovtsev S.V. Air quality control in coal mines based on gas monitoring statistics. MIAB. Mining information and analytical bulletin, 2021, (1), pp. 78-89. (In Russ).

11. Wei Jianping, Li Bo, Wang Kai et al. Influencing factors on permeability of loaded gas-bearing coal mass. Journal of Mining and Safety Engineering, 2014, (31), pp. 322-327.

12. Wang Dengke, Wei Jianping, Yin Guangzhi. Investigation on change of permeability of coal containing gas under complex stress paths. Chinese Journal of rock Mechanics and Engineering, 2012, (31), pp. 303-310.

13. Filin A.E., Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A. & Merkulova A.M. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries. Eurasian Mining, 2018, (1), pp. 31-34.

14. Slastunov S.V., Kolikov K.S., Zakharova A.A. & Mazanik E.V. Selection of an effective technology for the degasification of coal beds. Solid Fuel Chemistry, 2015, Vol. 49, (6), pp. 381-386.

15. Pavlenko M.V. Operational control of efficient and effective treatment of coal bed using complex action taking into account resonant natural frequencies of the block / 24rd International Conference Engineering Mechanics 2018. Czech Republic. Svratka, 15–18 may 2018, pp. 645-648.

For citation

Pavlenko M.V., Bazarov B.A., Konakbaeva A.N. & Mezentsseva A.V. The effect of mechanical vibrations in a gas-saturated coal massif as a deformable system. Ugol', 2022, (4), pp. 46-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-46-49.

Paper info

Received January 18, 2022

Reviewed February 3, 2022

Accepted March 22, 2022

UNDERGROUND MINING

Автоматизированная система мониторинга состояния транспортных берм на предмет оползневой опасности в виде проседания

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-50-52>

ХАЛКЕЧЕВА Л.К.

Научный сотрудник
Академии фундаментальных наук,
355007, г. Ставрополь, Россия,
e-mail: kyzu@bk.ru

ХАЛКЕЧЕВ Р.К.

Доктор техн. наук, доцент,
профессор кафедры
инфокоммуникационных технологий
НИТУ «МИСИС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: syrus@list.ru

В представленной статье описана автоматизированная система, позволяющая в режиме реального времени осуществлять мониторинг состояния транспортной бермы на предмет реализации оползня проседания. Прогноз оползневой опасности в предложенной системе осуществляется на основе разработанной математической модели, рассматривающей транспортную берму как трехмерную перколяционную решетку. Такая решетка состоит из элементов, соответствующих текстурным неоднородностям участка транспортной бермы. В рамках компьютерного моделирования она исследуется на предмет реализации кластеров, соответствующих магистральным трещинам, формирующим оползневое тело. При этом перколяция осуществляется по критерию разрушения, учитывающему одновременно элементарный объем, неоднородное поле напряжений, прочностные свойства текстурных неоднородностей, деформационные свойства горных пород, а также динамическую нагрузку от движения транспортного средства по берме угольного разреза.

Ключевые слова: берма, поле напряжений, угольный разрез, математическая модель, перколяционная решетка, оползень проседания, кластер, элементарный объем.

Для цитирования: Халкечева Л.К., Халкечев Р.К. Автоматизированная система мониторинга состояния транспортных берм на предмет оползневой опасности в виде проседания // Уголь. 2022. № 4. С. 50-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-50-52.

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация транспортных берм на угольных разрезах часто сопровождается возникновением динамических явлений в виде оползней проседания (просадок), которые приводят к травматизму людей и наносят существенный технико-экономический ущерб горным предприятиям. На данный момент существует большое количество методов прогнозирования состояния транспортных берм на предмет реализации оползней, которые можно разделить на два класса. В основе первого из них лежит экспериментальный подход [1, 2, 3], основанный на исследовании процессов смещения оползневого тела. Однако в процессе такого смещения оползень достаточно часто принимает новое устойчивое положение, что в существующих методах никак не учитывается.

Методы другого класса основаны на применении компьютерных моделей напряженно-деформированного состояния породных массивов, использующих метод конечных элементов и его вариации [4, 5, 6]. Установлено, что степень адекватности таких моделей зависит от размера выбранных элементов – чем они меньше, тем выше точность полученных результатов прогноза схода оползня. В то же время, как указано в

работах [7, 8, 9, 10, 11, 12], при моделировании процессов разрушения необходимо учитывать существование элементарного объема, то есть объема, начиная с которого проявляются механические свойства объекта. Таким образом, для достижения адекватных результатов моделирования необходимо, чтобы объем каждого конечного элемента был выше или равен величине элементарного объема породы, слагающей оползнеопасный участок. Так как для горных пород величина такого объема достаточно велика (может достигать 5 м³), то используемые в настоящее время модели обладают малой степенью точности.

Таким образом, существующие экспериментальные методы и модели не могут быть основой для решения проблемы оперативного прогнозирования оползней проседания на транспортных бермах угольных разрезов.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ БЕРМ

Для решения поставленной проблемы была разработана автоматизированная система, позволяющая осуществлять анализ состояния транспортных берм на угольных разрезах. Функционирование данной системы осуществляется согласно следующему алгоритму, выполняемому в режиме реального времени.

1. На основе геологических и геофизических данных осуществляется построение трехмерной перколяционной решетки для исследуемого участка транспортной бермы, представляющей собой трехмерную фигуру, разделенную на совокупность элементов объемом V (величина которого соответствует максимальному элементарному объему неоднородности на текстурном уровне в составе горных пород). Каждому такому элементу, соответствующему определенной текстурной неоднородности (углю или минералу) в составе исследуемого участка, сопоставляются

определенное значение тензора модуля упругости \mathbf{C} и предел прочности σ_p на растяжение.

2. Посредством математической модели неоднородного поля напряжений в минералах, разработанной в рамках метода аналогий с работой [7], для каждого элемента осуществляется расчет тензора напряжений:

$$\begin{aligned} \sigma^{(nm)} = & \mathbf{C}^{(mv)} \left(\mathbf{I} + \mathbf{H} \cdot \mathbf{C}^{(gp)} \right)^{-1} \cdot \left[\mathbf{I} + \frac{1}{r} \int \mathbf{K}^{(gp)}(x-x') \cdot \mathbf{\Phi}^{(gp)}(x-x') dx' \right]^{-1} \times \\ & \times \left(\mathbf{I} + \mathbf{H} \cdot \mathbf{C}^{(pm)} \right)^{-1} \cdot \left[\mathbf{I} + \frac{1}{n} \int \mathbf{K}^{(pm)}(x-x') \cdot \mathbf{\Phi}^{(pm)}(x-x') dx' \right]^{-1} \times \\ & \times \left(\mathbf{C}^{(efpm)} \right)^{-1} \sigma^{(0pm)} + \sigma^{(dn)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\mathbf{C}^{(1gp)} = \mathbf{C}^{(mv)} - \left\langle \mathbf{C}^{(efgp)} \right\rangle$; $\mathbf{C}^{(1pm)} = \mathbf{C}^{(gp)} - \left\langle \mathbf{C}^{(efpm)} \right\rangle$; \mathbf{C} – тензор модулей упругости горной породы с включениями в виде трещин, заполненных жидкостью; $\mathbf{C}^{(efgp)}$, $\mathbf{C}^{(efpm)}$ – эффективные тензоры модулей упругости горно-породной и массивной сред; r и n – соответственно концентрации неоднородностей в горной породе и массиве; \mathbf{I} – единичный четырехвалентный тензор; $\mathbf{\Phi}^{(gp)}(x-x')$ и $\mathbf{\Phi}^{(pm)}(x-x')$ – части средне-

го по ансамблю полей неоднородностей, связанные с попаданием точек в разные неоднородности (соответствующие горной породе и массиву); $\mathbf{H} = \frac{1}{4\pi} \int_{S_i}^{(gp)} \mathbf{K}^{(gp)}(Ak) dS$ и

$$\mathbf{H}^{(pm)} = \frac{1}{4\pi} \int_{S_i}^{(pm)} \mathbf{K}^{(pm)}(Ak) dS,$$

соответствующие средним значениям единичной поверхности в Фурье-пространстве; $\sigma^{(0pm)}$ – естественное поле напряжений в нетронутом массиве; $\sigma^{(dn)} = \frac{P}{2S}$ – поле напряжений, индуцированное динамической нагрузкой от движения самосвала по транспортной берме; P и S – вес и площадь контактной поверхности груженого транспортного средства.

3. С учетом полученных значений осуществляется процедура компьютерного моделирования, заключающаяся в следующем. Для каждого элемента из решетки осуществляется проверка значений нормальных компонентов тензора σ на предмет равенства или превышения величины σ_p . В случае истинности данного условия элемент закрашивается черным цветом, в противном случае – белым.

В результате этого в перколяционной решетке будут образовываться кластеры – группы закрасенных квадратов, связанных между собой по одной из своих сторон и соответствующих трещинам в транспортной берме. Если в полученной решетке будут образовываться кластеры, то в транспортной берме будут реализовываться оползни проседания. При этом размеры оползневого тела будут зависеть от вида и размеров кластеров, получаемых в трехмерной решетке в результате моделирования.

Процедура компьютерного моделирования, заключающаяся в следующем. Для каждого элемента из решетки осуществляется проверка значений нормальных компонентов тензора σ на предмет равенства или превышения величины σ_p . В случае истинности данного условия элемент закрашивается черным цветом, в противном случае – белым.

В результате этого в перколяционной решетке будут образовываться кластеры – группы закрасенных квадратов, связанных между собой по одной из своих сторон и соответствующих трещинам в транспортной берме. Если в полученной решетке будут образовываться кластеры, то в транспортной берме будут реализовываться оползни проседания. При этом размеры оползневого тела будут зависеть от вида и размеров кластеров, получаемых в трехмерной решетке в результате моделирования.

В результате этого в перколяционной решетке будут образовываться кластеры – группы закрасенных квадратов, связанных между собой по одной из своих сторон и соответствующих трещинам в транспортной берме. Если в полученной решетке будут образовываться кластеры, то в транспортной берме будут реализовываться оползни проседания. При этом размеры оползневого тела будут зависеть от вида и размеров кластеров, получаемых в трехмерной решетке в результате моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что имея значения размеров наблюдаемого участка транспортной бермы и получая в режиме реального времени входные данные в виде деформационных свойств и пределов прочности на растяжение углей, минералов и горных пород из анализируемого участка, а также величин естественного и индуцированного динамической нагрузкой полей напряжений, разработанная автоматизированная система, в отличие от своих аналогов, способна с учетом элементарного объема исследуемых объектов осуществлять прогноз состояния транспортной бермы на предмет реализации оползней проседания.

Список литературы

1. Quantitative assessment for the rockfall hazard in a post-earthquake high rock slope using terrestrial laser scanning / Li H.-b., Li X.-w., Li W.-z. et al. // Engineering Geology. 2019. Vol. 248. P. 1-13.
2. Zhou X.-P., Liu L.-J., Xu C. A modified inverse-velocity method for predicting the failure time of landslides // Engineering Geology. 2020. Vol. 268. 105521.
3. Integration of ground-based radar and satellite In SAR data for the analysis of an unexpected slope failure in an open-pit mine / T. Carlà, P. Farina, E. Intrieri et al. // Engineering Geology. 2018. Vol. 235. P. 39-52.

4. A three-dimensional mesoscale model for progressive time-dependent deformation and fracturing of brittle rock with application to slope stability / Y. Yuan, T. Xu, M.J. Heap et al. // *Computers and Geotechnics*. 2021. Vol. 135. 104160.
5. Fleurisson J.-A. Slope Design and Implementation in Open Pit Mines: Geological and Geomechanical Approach // *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 46. P. 27-38.
6. Feng J.L., Tao Z.G., Li D.J. Evaluation of Slope Stability by the In Situ Monitoring Data Combined with the Finite-Discrete Element Method // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 191. P. 568-574.
7. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Математическое моделирование неоднородного упругого поля напряжений породного массива кристаллической блочной структуры // *Горный журнал*. 2016. № 3. С. 200-205.
8. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Управление селективностью разрушения при дроблении и измельчении геоматериалов на основе методов подобия и размерности в динамике трещин // *Горный журнал*. 2016. № 6. С. 64-66.
9. Халкечев К.В. Системный подход к разработке математического обеспечения ГИС лавинного районирования по напряженно-деформированному состоянию снега на склонах горных территорий // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2020. Т. 12. № 1. С. 88-93.
10. Халкечев К.В. Нелинейная математическая модель динамической системы трещиноватости в минералах углевмещающих горных пород // *Уголь*. 2019. № 10. С. 92-94. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-92-94.
11. Кузин Е.А., Халкечев К.В. Математическая модель определения формы устойчивого целика поликристаллической структуры в углевмещающих породах // *Уголь*. 2020. № 2. С. 22-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.
12. Кузин Е.А., Халкечев К.В. Определение управляющих пространственно-геометрических параметров устойчивых горных выработок // *Уголь*. 2020. № 9. С. 65-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-65-67.

AUTOMATED SYSTEMS
Original Paper

UDC 681.5 © L.K. Khalkecheva, R.K. Khalkechev, 2022

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 50-52

 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-50-52>
Title
AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF TRANSPORT BERMS CONDITION FOR LANDSLIDE DANGER IN THE FORM OF SUBSIDENCE
Authors

 Khalkecheva L.K.¹, Khalkechev R.K.²
¹ Academy of Fundamental Sciences, Stavropol, 355007, Russian Federation

² National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

Authors Information
Khalkecheva L.K., Research Associate, e-mail: kyzy@bk.ru
Khalkechev R.K., Doctor Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of "Infocommunication technologies" department, e-mail: syrus@list.ru
Abstract

The presented article describes an automated system that allows real-time monitoring of the transport berm condition for landslide forecasting in the form of subsidence. The forecast of the landslide hazard in the proposed automated system is carried out on the basis of the developed mathematical model that presents the transport berm as a three-dimensional percolation lattice. That sort of lattice consists of elements corresponding to the textural inhomogeneities of the transport berm section. Within the framework of computer modeling, it is investigated for the clusters detection that corresponds to the main cracks forming the landslide body. In this case, percolation is carried out according to the fracture criterion that simultaneously takes into account: the elementary volume, inhomogeneous stress field, strength properties of textural inhomogeneities, deformation properties of rocks, as well as the dynamic load from the movement of the transport vehicle along the berm of coal pit.

Keywords

Berm, Stress field, Coal pit, Mathematical model, Percolation lattice, Subsidence, Cluster, Elementary volume.

References

1. Li H.-b., Li X.-w., Li W.-z., Zhang S.-l. & Zhou J.-w. Quantitative assessment for the rockfall hazard in a post-earthquake high rock slope using terrestrial laser scanning. *Engineering Geology*, 2019, (248), pp. 1-13.
2. Zhou X.-P., Liu L.-J. & Xu C. A modified inverse-velocity method for predicting the failure time of landslides. *Engineering Geology*, 2020, (268), 105521.
3. Carlà T., Farina P., Intrieri E., Ketizmen H. & Casagli N. Integration of ground-based radar and satellite InSAR data for the analysis of an unexpected slope failure in an open-pit mine. *Engineering Geology*, 2018, (235), pp. 39-52.
4. Yuan Y., Xu T., Heap M.J., Meredith P.G., Yang T. & Zhou G. A three-dimensional mesoscale model for progressive time-dependent deformation and

 fracturing of brittle rock with application to slope stability. *Computers and Geotechnics*, 2021, (135), 104160.

 5. Fleurisson J.-A. Slope Design and Implementation in Open Pit Mines: Geological and Geomechanical Approach. *Procedia Engineering*, 2012, (46), pp. 27-38.

 6. Feng J.L., Tao Z.G. & Li D.J. Evaluation of Slope Stability by the In Situ Monitoring Data Combined with the Finite-Discrete Element Method. *Procedia Engineering*, 2017, (191), pp. 568-574.

 7. Khalkechev R.K. & Khalkechev K.V. Mathematical modeling of non-uniform elastic stress field of a rock mass with crystalline block structure. *Gornyj Zhurnal*, 2016, (3), pp. 200-205. (In Russ.).

 8. Khalkechev R.K. & Khalkechev K.V. Management of fracture selectivity in crushing and milling of geomaterials based on similarity and dimensional methods in fracture dynamics. *Gornyj Zhurnal*, 2016, (6), pp. 64-66. (In Russ.).

 9. Khalkechev K.V. A system approach to development of mathematical support for GIS avalanche zoning based on the stress-and-strain state of snow on the slopes of mountainous areas. *Ustoichivoe razvitie gornyx territoriy*, 2020, Vol. 12, (1), pp. 88-93. (In Russ.).

 10. Khalkechev K.V. Nonlinear mathematical model of the fracturing dynamic system in minerals of coal-bearing rocks. *Ugol*, 2019, (10), pp. 92-94. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-92-94.

 11. Kuzin E.A., Khalkechev K.V. Mathematical model for determining the shape of a stable pillar of a polycrystalline structure in carbon-bearing rocks. *Ugol*, 2020, (2), pp. 22-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.

 12. Kuzin E.A., Khalkechev K.V. Determination of control spatial and geometric parameters of stable mine workings. *Ugol*, 2020, (9), pp. 65-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-65-67.

For citation

 Khalkecheva L.K. & Khalkechev R.K. Automated monitoring system of transport berms condition for landslide danger in the form of subsidence. *Ugol*, 2022, (4), pp. 50-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-50-52.

Paper info

Received January 17, 2022

Reviewed January 31, 2022

Accepted March 22, 2022

Эффективность использования расширяющейся заиловочной пульпы для изоляции пожаров в шахтах Республики Казахстан

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-53-57>

В статье выявлены факторы, влияющие на эффективность изолирующих сооружений в шахтах. Для предотвращения усадок пульпы в ее традиционный состав, состоящий из глины, песка и воды, предлагается добавить негашеную известь. Установлено, что присутствие в пульпе примерно 5-7% негашеной извести позволяет предотвратить ее усадку, а наличие в пульпе 20-25% негашеной извести позволяет вспучивать пульпу примерно на 20% по объему. Проведены экспериментальные исследования по выявлению аэродинамического сопротивления пористых слоев материалов. Определены воздухопроницаемость пульпы и влияние негашеной извести на расширение смеси пульпы, воздухопроницаемость различных составов заиловочной пульпы, включая составы, используемые для возведения фильтрующих перемычек. Установлено, что наименьшей воздухопроницаемостью обладает пульпа, имеющая в своем составе негашеную известь.

Ключевые слова: изолирующее сооружение, воздухопроницаемость, двойная перемычка, состав пульпы, герметичность, эндогенный пожар.

Для цитирования: Эффективность использования расширяющейся заиловочной пульпы для изоляции пожаров в шахтах Республики Казахстан / З.С. Гельманова, Л.В. Горшкова, Л.Д. Рудник и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 53-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-53-57.

ВВЕДЕНИЕ

В практике эксплуатации угольных шахт широкое применение получили изолирующие перемычки как для решения задач регулирования воздухораспределения в шахтных вентиляционных сетях [1], так и для недопущения поступления воздуха в выработанные пространства с целью предотвращения эндогенных пожаров [2]. Однако в сложных геологических и горнотехнических условиях применение изолирующих перемычек не всегда устраняет под-

ГЕЛЬМАНОВА З.С.

Канд. экон. наук,
профессор кафедры «Строительство, экономика и бизнес»
Карагандинского индустриального университета,
101400, г. Тимиртау, Республика Казахстан,
e-mail: zoyakgiu@mail.ru

ГОРШКОВА Л.В.

Канд. техн. наук,
профессор кафедры «ПГТС»,
Торайгыров университет,
140008, г. Павлодар, Республика Казахстан

РУДНИК Л.Д.

Старший преподаватель
кафедры «Строительство»
Карагандинского индустриального университета,
101400, г. Тимиртау, Республика Казахстан

МЕЗЕНЦЕВА А.В.

Старший преподаватель
кафедры «Строительство»
Карагандинского индустриального университета,
101400, г. Тимиртау, Республика Казахстан

сосы воздуха в выработанное пространство, более того, изолирующие сооружения могут подвергаться статическим и динамическим нагрузкам [3, 4], вызванным воздействиями напорных вод, сейсмическим и ударным волнам от взрывов большого количества взрывчатых веществ и горючих газов [5, 6].

На пластах угля, склонного к самовозгоранию, применяют двойные перемычки с заиливанием, чтобы изолировать отработанные участки [7]. Использование двойных перемычек с заилкой пульпы позволяет значительно сократить поток воздуха, увеличить герметичность подземного сооружения и снизить его материалоемкость, стоимость и трудоемкость.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Множество работ посвящено применению различных типов перемычек для изоляции отработанных участков [8, 9, 10]. Анализ литературных источников показывает, что основные прососы воздуха через двойные перемычки, заполненные пульпой, происходят из-за постоянной усадки пульпы, даже в месте возведения перемычки, где они не подвергаются интенсивным нагрузкам.

Основным недостатком двойных перемычек с заиливанием является усадка пульпы с течением времени (до 20% за четыре недели). Через 1-3 месяца после заполнения пульпы усадки могут быть значительными, что снижает эффективность изоляции отработанных участков.

Для изоляции подземных сооружений широкое распространение получили временные двойные перемычки с заилкой пульпы (глины и суглинков). Перемычки этой конструкции состоят из двух стен, возводимых на расстоянии 5 м друг от друга. Пространство, заполненное между двумя стенками, не всегда обеспечивает надежную защиту от потока воздуха и его прососов.

С целью уменьшения воздухопроницаемости двойной перемычки и ускорения работ по ее устройству некоторое распространение получили конструкции с уплотнением состава пульпы взрывчатыми веществами. По трудоемкости изготовления и расходу основных материалов эти конструкции являются эффективными по воздухопроницаемости [8, 11]. Однако используемые взрывчатые вещества затрудняют внедрение этих конструкций, что вызывает необходимость поиска новых, более эффективных материалов и средств изоляции. Статья посвящена совершенствованию способов изоляции горизонтальных выработок и исследованию воздухопроницаемости разных видов заилочного материала с последующим определением эффективности их использования в конструкциях шахтных перемычек, предназначенных для изоляции отработанных участков.

Для предотвращения усадок пульпы в ее традиционный состав, состоящий из глины, песка и воды, предлагается добавить негашеную известь, имеющую способность расширяться после взаимодействия с водой. В первой серии экспериментов выявилось влияние количества негашеной извести на вспучиваемость (увеличение пульпы в объеме) при одинаковом количестве глины, песка и воды. В экспериментах использовалась глина с раз-

личными числами пластичности (7-9) и (10-11). При проведении опытов формировался состав: глина фракции 0,01-2 мм с числом пластичности 7-9, сухой песок фракции 0,01-0,2 мм, негашеная известь фракции 0,02-2 мм, шахтная вода $pH = 7$ с примесями.

Сыпучие материалы высыпались в металлический цилиндр высотой 75 мм, диаметром 70 мм. Все тщательно перемешивалось, а затем добавлялась вода. В первых двух опытах (*табл. 1*) гашеная известь не добавлялась в состав пульпы. Через двое суток наблюдалась усадка. В опытах 3, 4 вода из цилиндра снизу протекала, происходили быстрая реакция и фильтрация воды (цвет воды был светлый) с выделением теплоты. Опыт 5 проходил по времени чуть больше, но наблюдалась фильтрация воды (цвет белый) с увеличением выделения тепла от металлического цилиндра. В опыте 6 не наблюдалась фильтрация воды, происходило заметное вспучивание по сравнению с первыми тремя опытами, также происходило выделение теплоты. Опыт 7 был проведен сначала с добавлением 200 мм воды, но ее оказалось недостаточно, чтобы заилить весь состав исследуемого материала, затем было добавлено еще 50 мм воды. Опыт 7 был проведен повторно, но уже с добавлением 250 мм воды, реакция гашения извести проходила бурно, по сравнению с опытами 1-5, тоже с выделением теплоты. В опыте 8 происходило максимальное по весу гашение извести, реакция протекала дольше по времени, с большим выделением теплоты, на поверхности образовывалась пористость в крупинках гашеной извести.

С увеличением содержания извести в составе пульпы увеличивается объем пульпы, и при этом увеличивается объем воды для гашения извести, а также увеличивается время коагуляции исследуемого состава. При отсутствии извести наблюдается усадка пульпы (опыты 1, 2). В процессе проведения опытов установлено, что добавление негашеной извести (примерно 5% от веса пульпы) предотвращает ее усадку.

Для проведения дальнейшей серии исследований были взяты глина фракции 0,01-2 мм, но с числом пластичности 10-11, сухой песок фракции 0,01-0,2 мм, негашеная известь фракции 0,02-2 мм, шахтная вода $pH = 7$ с примесями. Результаты эксперимента приведены в *табл. 2*.

Из анализа данных *табл. 2* следует, что фильтрация пульпы происходит медленнее, чем в предыдущих опытах, увеличиваются масса грунта и вспучивание пульпы. Можно сделать вывод, что при большем числе пластичности глины с добавлением сыпучих материалов изменяется время коагуляции, что уменьшает пропускную способность воздуха в изолированное пространство.

На основании данных *табл. 1* и *2* построен график (*см. рисунок*), характеризующий вспучиваемость объема пульпы ($\Delta V, \%$) в зависимости от количества негашеной извести в ней (при использовании глины с различным числом пластичности).

Из анализа данных графика следует, что присутствие в пульпе примерно 5-7% негашеной извести позволит предотвратить ее усадку, а при наличии в пульпе 20-25% негашеной извести позволит вспучивать пульпу примерно на 20% по объему.

Таблица 1

Влияние содержания извести на объем вспучивания пульпы с числом пластичности глины 7-9

Номер опыта	Глина, г	Песок, г	Известь, г	Вода, мл	Время реакции, мин	Вес, г	Вес грунта после смешивания материалов, г	Вспучивание по высоте, мм
1	100	30	-	200	5	130	330	-4
2	100	30	-	200	6,2	130	330	-5
3	100	30	70	200	6,6	200	375	2,6
4	100	30	80	200	7	210	382	4
5	100	30	90	200	7,4	220	398	6,4
6	100	30	100	200	7,9	230	410	10
7	100	30	110	250	8,3	240	423	12
8	100	30	120	250	8,9	250	457	12,5

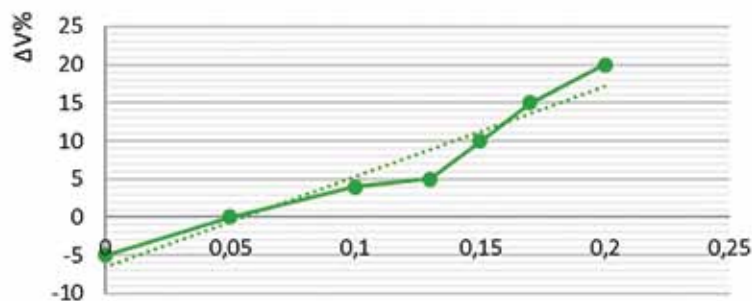
Таблица 2

Влияние содержания извести на объем вспучивания пульпы с числом пластичности глины 10-11

Номер опыта	Глина, г	Песок, г	Известь, г	Вода, мл	Время реакции, мин	Вес, г	Вес грунта после взаимодействия материалов, г	Вспучивание по высоте, мм
1	100	30	50	200	5,3	180	338	2,1
2	100	30	60	200	6,5	190	349	2,4
3	100	30	70	200	6,9	200	377	2,8
4	100	30	80	200	7,3	210	391	4,3
5	100	30	90	200	7,7	220	396	7,2
6	100	30	100	200	8,4	230	412	10,2
7	100	30	110	250	8,8	240	426	12,4
8	100	30	120	250	9,3	250	452	12,9

В последней серии экспериментов в заиловочную пульпу добавлялись зола фракции 0,01-0,2 мм, глина фракции 0,01-2 мм с числом пластичности 10-11, сухой песок фракции 0,01-0,2 мм, негашеная известь фракции 0,02-2 мм, шахтная вода pH = 7 с примесями. Результаты опытов (табл. 3) свидетельствуют, что добавка золы способствует увеличению объема пульпы, ее вспучиванию и увеличению поглощения воды. При увеличении содержания извести на 30 г (опыт 2) наблюдается недостаточно воды, поэтому в дальнейших опытах (опыты 3, 4) добавляем воду. Реакция взаимодействия сыпучих материалов протекает с выделением теплоты [12], и на поверхности происходит налет золы.

Эффективность использования существующей и предложенной вспучивающейся заиловочной пульпы была проверена на шахте Карагандинской области Республики Казахстан. Двойная перемычка состояла из двух эф-



отношение веса извести к общему весу пульпы

Зависимость увеличения объема пульпы от отношения массы извести к общей массе пульпы

фективных стенок опалубки, расстояние между которыми было равно 0,4 м. Пространство между стенами перемычки заполнялось двумя видами пульпы: обычной и вспучивающейся. В результате эксперимента опреде-

Таблица 3

Влияние содержания извести и золы на увеличение объема пульпы с числом пластичности глины 10-11

Номер опыта	Глина, г	Зола, г	Песок, г	Известь, г	Вода, мл	Время реакции, мин	Вес, г	Вес грунта после взаимодействия материалов, г	Вспучивание по высоте, мм
1	100	20	30	30	200	5,5	180	358	2,2
2	100	30	30	60	200	6,7	220	359	2,4
3	100	50	30	80	250	7,2	280	392	3
4	100	100	30	100	250	8,5	330	423	4,7

Результаты экспериментов по исследованию коэффициентов воздухопроницаемости

Тип перемычки в горизонтальной выработке	Коэффициент воздухопроницаемости, кг/(м·Па·ч)	Примечание
Две перемычки (без заилочки)	0,00360	Отстой 1 день
Заполнение пространства между стенами перемычки сыпучим материалом	0,0029	Отстой 3 дня
Заполнение пространства между стенами перемычки традиционной пульпой	0,0018	Отстой 3 дня (появился просвет сверху перемычки за счет оседания пульпы)
Заполнение пространства между стенами перемычки вспучивающейся пульпой	0,008	Отстой 6 дней (просветов по периметру перемычки нет)

лялся коэффициент воздухопроницаемости этих сооружений (табл. 4). Представленные характеристики процесса фильтрации воздуха целесообразно использовать при прогнозе утечек воздуха в выработанное пространство и выявления эндогенной пожароопасности горных выработок [13].

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования выявили значительную усадку традиционной пульпы с течением времени. Установлено, что усадка пульпы, расположенная между ограждающими конструкциями двойной перемычки, является основным источником прососов воздуха в изолированное пространство. Трещиноватость горных пород в месте возведения перемычек является другим источником прососов воздуха.

Рассмотрены конструкции перемычек, применяемых для изоляции горных выработок. В процессе экспериментальных исследований получена эффективность использования расширяющейся заилочной пульпы с наличием в ней негашеной извести. Традиционная по компонентам заилочная пульпа, имеющая в своем составе негашеную известь в количестве 5-7%, практически не обладает усадкой при высыхании. Наличие в составе пульпы более 20% негашеной извести способствует вспучиванию пульпы.

Выявлена воздухопроницаемость различных составов заилочной пульпы, включая составы, используемые для возведения фильтрующих перемычек. Установлено, что наименьшей воздухопроницаемостью обладает пульпа, имеющая в своем составе негашеную известь. В работе использован прибор АГАМА-2Р для экспресс-метода определения воздухопроницаемости материалов. Полученные результаты можно применять на практике. В частности, данные по воздухопроницаемости различных составов, используемых в фильтрующих перемычках, можно использовать для расчета поступления воздуха для людей, оказавшихся в горных выработках, отрезанных от вентиляции вследствие завалов выработок.

Список литературы

1. Баловцев С.В. Оценка схем вентиляции с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий отработки угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 6. С. 173-183.
2. Trinh L.H., Nguyen V.N. Mapping coal fires using Normalized Difference Coal Fire Index (NDCFI): case study at Khanh Hoa coal mine, Vietnam // Mining Science and Technology (Russia). 2021. No 6(4). P. 233–240. URL: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-233-240> (дата обращения: 15.03.2022).
3. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries / A.E. Filin, O.M. Zinovieva, L.A. Kolesnikova et al. // Eurasian Mining. 2018. No. 1. P. 31-34.
4. Prediction of ground subsidence due to underground mining through time using multilayer feed-forward artificial neural networks and back-propagation algorithm – case study at Mong Du-ong underground coal mine (Vietnam) / Q.L. Nguyen, Q.M. Nguyen, D.T. Tran et al. // Mining Science and Technology (Russia). 2021. No 6(4). P. 241–251. URL: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-241-251> (дата обращения: 15.03.2022).
5. Гасанова Н.Ю., Саямова К.Д., Меликулов А.Д. Анализ изменчивости деформационных свойств массива горных пород и возможность управления ими при различных геотехнологических процессах // Вопросы науки и образования. 2018. № 10. С. 35-39.
6. Ганова С.Д., Скопинцева О.В., Исаев О.Н. К вопросу исследования состава углеводородных газов угольных пластов и пыли с целью возможного прогнозирования их потенциальной опасности // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 6. С. 109-115.
7. Coal Degas Group, Murray American Energy Inc., Morgantown, West Virginia, USA Available online 11 July 2014. Chapter 8 – Coal Seam Degasification, P. 155-175. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800880-5.00008-5> (дата обращения: 15.03.2022).
8. Рыльникова М.В., Олизаренко В.В., Михальчук А.П. Формирование и сооружение изолирующих перемычек в горных выработках подземных рудников под заполняемым хвостовой пульпой карьером // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 51–1. С.124-137.
9. Куликова А.А., Ковалева А.М. Применение хвостов обогащения в качестве закладки выработанного пространства рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2–1. С. 144–154.
10. Решетняк С.Н., Максименко Ю.М. Анализ материалов упрочнения нарушенных участков углепородного массива при ведении выемочных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 11. С. 39-45.
11. Hashemi S.S., Melkounian N., Taheri A. A borehole stability study by newly designed laboratory tests on thick-walled hollow cylinders // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2015. No. 7(5). P. 519-531.

12. Ovchinnikov V.V. Thermochemistry of Heteroatomic Compounds: Calculation of the heat of Combustion and the heat of Formation of some Bioorganic Molecules with Different Hydrophenanthrene Rows // *Open Journal of Physical Chemistry*. 2011. No.1. P. 1-5.
13. Kordos J. Tests of new method of monitoring endogenous fire hazard in hard coal mines // *Journal of Sustainable Mining*. 2019. No. 18(3). P. 134-141.

Original Paper

UDC 622.82 © Z.S. Gelmanova, L.V. Gorshkova, L.D. Rudnik, A.V. Mezentseva, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 53-57
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-53-57>

Title

EFFICIENCY OF USING EXPANDING SILTING PULP FOR ISOLATING FIRES IN MINES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Authors

Gelmanova Z.S.¹, Gorshkova L.V.², Rudnik L.D.¹, Mezentseva, A.V.¹

¹ Karaganda Industrial University, Temirtau, 101400, Republic of Kazakhstan

² Toraigrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Gelmanova Z.S., Phd (Economic), Professor of the Department of Construction, Economics and Business, e-mail: zoyakgiu@mail.ru

Gorshkova L.V., Phd (Engineering), Professor of the Department "PGTS"

Rudnik L.D., Senior Lecturer, Department of Construction

Mezentseva, A.V., Senior Lecturer of the Department of Construction

Abstract

The article identifies factors affecting the efficiency of insulating structures in mines. To prevent shrinkage of the pulp, it is proposed to add quicklime to its traditional composition, consisting of clay, sand and water. It was found that the presence of about 5-7% quicklime in the pulp prevents its shrinkage, and the presence of 20-25% quicklime in the pulp allows the pulp to swell by about 20% by volume. Experimental studies have been carried out to identify the aerodynamic resistance of porous layers of materials. The air permeability of the pulp and the effect of quicklime on the expansion of the pulp mixture, the air permeability of various compositions of the silting pulp, including the compositions used for the construction of filter bridges, have been determined. It has been established that the least air permeability is possessed by the pulp, which has quicklime in its composition.

Keywords

Insulating structure, Air permeability, Double dam, Pulp composition, Tightness, Endogenous fire.

References

1. Balovtsev S.V. Assessment of ventilation circuits with regard to geological and geotechnical conditions of coal seam mining. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2019, (6), pp. 173-183. (In Russ).
2. Trinh L.H. & Nguyen V.N. Mapping coal fires using Normalized Difference Coal Fire Index (NDCF): case study at Khanh Hoa coal mine, Vietnam. *Mining Science and Technology (Russia)*, 2021, (6), pp. 233-240. Available at: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-233-240> (accessed 15.03.2022).
3. Filin A.E., Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A. & Merkulova A.M. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries. *Eurasian Mining*, 2018, (1), pp. 31-34.
4. Nguyen Q.L., Nguyen Q.M., Tran D.T. & Bui X.N. Prediction of ground subsidence due to underground mining through time using multilayer feed-forward artificial neural networks and back-propagation algorithm – case study at Mong Duong underground coal mine (Vietnam). *Mining Science and Technology (Russia)*, 2021, (6), pp. 241-251. Available at: <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-241-251> (accessed 15.03.2022).
5. Hasanova N.Yu., Salyamova K.D. & Melikulov A.D. Analysis of the variability of the deformation properties of the rock mass and the possibility of managing them in various geotechnological processes. *Voprosy nauki i obrazovaniya*. 2018, (10), pp. 35-39. (In Russ).

6. Ganova S.D., Skopintseva O.V. & Isaev O.N. On the issue of studying the composition of hydrocarbon gases of coals and dust to predict their potential hazard. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 2019, Vol. 330, (6), pp. 109-115. (In Russ).

7. Coal Degas Group, Murray American Energy Inc., Morgantown, West Virginia, USA Available online 11 July 2014. Chapter 8 – Coal Seam Degasification, pp. 155-175. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800880-5.00008-5> (accessed 15.03.2022).

8. Rilnikova M.V., Olizarenko V.V. & Mikhalechuk A.P. Formation and construction of bulkheads in openings of underground mines under the career filled with tailings. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2014, (S1-1), pp. 124-137. (In Russ).

9. Kulikova A.A. & Kovaleva A.M. Use of tailings of enrichment for laying of the developed space of mines. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2021, (2-1), pp. 144-154. (In Russ).

10. Reshetnyak S.N. & Maksimenko Yu.M. Analysis of the materials of hardening of damaged areas of the coal-bearing massif in the course of excavation work. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018, (11), pp. 39-45. (In Russ).

11. Hashemi S.S., Melkounian N. & Taheri A. A borehole stability study by newly designed laboratory tests on thick-walled hollow cylinders. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2015, (7), pp. 519-531.

12. Ovchinnikov V.V. Thermochemistry of Heteroatomic Compounds: Calculation of the heat of Combustion and the heat of Formation of some Bioorganic Molecules with Different Hydrophenanthrene Rows. *Open Journal of Physical Chemistry*, 2011, (1), pp. 1-5.

13. Kordos J. Tests of new method of monitoring endogenous fire hazard in hard coal mines. *Journal of Sustainable Mining*, 2019, (18), pp. 134-141.

For citation

Gelmanova Z.S., Gorshkova L.V., Rudnik L.D. & Mezentseva A.V. Efficiency of using expanding silting pulp for isolating fires in mines of the Republic of Kazakhstan. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 53-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-53-57.

Paper info

Received January 13, 2022

Reviewed February 1, 2022

Accepted March 22, 2022

Три десятилетия управления рентными отношениями

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-58-61>

РАЗОВСКИЙ Ю.В.

Доктор экон. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Гжельский государственный
университет»,
140155, п. Электроизолятор,
Московская обл., Россия,
e-mail: renta11@yandex.ru

ВИШНЯКОВ Я.Д.

Доктор техн. наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
Государственный университет управления,
109542, г. Москва, Россия

КИСЕЛЕВА С.П.

Доктор экон. наук, профессор,
проректор по инновационному развитию
Международного независимого
эколого-политологического университета,
117105, г. Москва, Россия

АРТЕМЬЕВ Н.В.

Доктор экон. наук, доцент,
Московский университет МВД России
им. В.Я. Кикотя,
Московский университет им. С.Ю. Витте,
Институт международных
экономических связей,
115432, г. Москва, Россия

САВЕЛЬЕВА Е.Ю.

Канд. экон. наук, доцент,
Российский государственный
гуманитарный университет,
Московский университет им. С.Ю. Витте,
115432, г. Москва, Россия

Рассмотрена деятельность научной школы: «Стратегическое управление рентными отношениями». Она осуществляет научные исследования в области теории и методологии оценки ренты как сверхприбыли и др. Приводится краткий обзор основных научных, учебных, творческих результатов и публикаций. Обозначено взаимодействие с другими научными школами, в том числе по вопросам безопасности.

Ключевые слова: наука, школа, недра, рента, мировоззрение, управление, природа, ресурсы, творчество, стиль, риск, безопасность.

Для цитирования: Три десятилетия управления рентными отношениями / Ю.В. Разовский, Я.Д. Вишняков, С.П. Киселева и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 58-61. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-58-61.

ВВЕДЕНИЕ

В Московском государственном горном университете, в Московском гуманитарном университете, в Московском университете им. С.Ю. Витте, в Гжельском государственном университете сформировалась и активно развивается Международная научная школа: «Стратегическое управление рентными отношениями», сокращенно: «Управление сверхприбылью». В рамках школы, при активном участии ученых НАН Украины, ведутся фундаментальные и прикладные научные исследования по следующим основным направлениям:

1. Теория, методология формирования, оценка горной и других видов ренты (сверхприбыли), эффективности воспроизводства минерально-сырьевого и других видов капитала;

2. Теория, методология формирования инфраструктуры инновационного и социального развития на основе гражданской собственности на природные ресурсы, стратегическое управление природными и другими ресурсами в условиях высокого риска, экономическая и экологическая безопасность.

Основатель и научный руководитель школы – доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии естественных наук, член Союза писателей РФ Ю.В. Разовский. В состав научной школы входят известные ученые России и Украины, представители промышленных предприятий, образовательных учреждений, аспиранты и магистранты.

Основные научные достижения школы изложены в ряде монографий [1, 2, 3, 4]. Основные научно-методические разработки сосредоточены в ряде учебников [5, 6].

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РЕНТЫ

Первая публикация Ю.В. Разовского «Рентные отношения в горнодобывающей промышленности» вышла в сборнике «Экономическая

политика горных предприятий в условиях перехода к рынку», в Московском государственном горном университете в 1991 г. К этому времени рента не была классифицирована, не был разработан универсальный метод ее оценки для различных видов деятельности. Классификация источников формирования ренты стала базой развития современной фундаментальной экономической науки в области теории ренты. На ее основе был разработан алгоритмизированный метод расчета горной ренты, сформулированы основные положения теории гражданской собственности и гражданской ренты, обосновано понятие минерально-сырьевого капитала и типизированы уровни эффективности его использования.

В 2000-е годы академик Дмитрий Семенович Львов поддержал эти исследования. Начала формироваться научная школа «Управление сверхприбылью» (рентой), которая сложилась в основном к 2010 г. и продолжает развиваться.

Последующие годы были посвящены развитию теории природной (гражданской) ренты, гражданской собственности на природные ресурсы, эффективности формирования и воспроизводства минерально-сырьевого капитала. За этот период было опубликовано более 380 научных статей в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, более 120 докладов на международных конференциях, более 25 методических работ, 12 монографий и восемь учебников. Молодыми учеными были защищены кандидатские и докторские диссертации.

Многие политики и партии использовали идею природной (гражданской) ренты и включили ее в свои предвыборные программы. Президент РФ и Правительство РФ использовали их в практике своей работы для подготовки соответствующих нормативных документов.

Постепенно теория ренты стала реализовываться на практике. Новый век – это время ее практического воплощения, век минерально-сырьевого капитала и гражданской ренты. Например, так называемые «материнский капитал», «безусловный доход» – примеры практического применения теории ренты.

В дальнейшем исследования сконцентрировались на проблемах геоэкономики, научного мировоззрения, эффективности использования и воспроизводства минерально-сырьевого капитала, теории обменов, классификации арктической ренты и капитала. Была решена фундаментальная научная проблема: создание механизма адаптации социально-экономических систем к условиям революции природы на основе теории ренты, гражданской собственности и расширенного воспроизводства минерально-сырьевого капитала. Были решены фундаментальные научные задачи:

- сформулированы научные истины рентного ноосферного мировоззрения, систематизирована и развита теория ренты и капитала, классифицированы источники формирования ренты и капитала всех видов по единому критерию, выявлен закон природной ренты как частный случай всеобщего закона эквивалентного обмена;

- разработаны социально-экономические основы гражданского общества на основе гражданской ренты и гражданской собственности, создана методология оценки природной, горной и всех других видов ренты от арктической

и до космической, предложена эффективная системы регулирования рентных отношений на основе институтов гражданского общества;

- сформулированы понятия «минерально-сырьевой капитал», «арктический природный капитал», разработана последовательность определения его стоимости, типизированы уровни риска и эффективности использования в периоды кризиса экономики.

Существенная часть исследований научной школы посвящена арктической ренте и капиталу. Их результаты изложены в статьях и докладах, учебниках и монографиях. Кроме того, была разработана магистерская программа подготовки специалистов в области стратегического управления природными ресурсами прибрежных, арктических и других зон высокого риска. Основные результаты «арктических» исследований, изложены в публикациях [7, 8, 9].

Параллельно с основными направлениями исследований научной школы формировалось новое направление в науке об обменах: «Обменоведение». Была разработана классификация всех видов обменов в природе, обществе, экономике. Это позволило создать инновационные учебники по дисциплинам: маркетинг, управление маркетингом, стратегический маркетинг для рыночных, монопольных, олигопольных и других условий обменов товаров и услуг.

В настоящее время аспирантами и магистрантами проводятся исследования, позволяющие выявить закономерность капитализации промышленной, торговой, финансовой ренты в начале в образовательный и затем в человеческий капитал. Кроме того, изучаются процессы формирования цифровой ренты.

В рамках актуального направления исследования проблемы экономической безопасности изучаются процессы необоснованного присвоения горной и других видов ренты (нетрудового дохода) и формируется механизм регулирования использования сверхприбыли и природного капитала.

По проблемам экологической безопасности, ресурсосбережения, управления рисками в природно-техногенных системах научная школа «Управление сверхприбылью» взаимодействует с научной школой профессора Я.Д. Вишнякова «Управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природно-техногенных комплексов» [10].

На протяжении 30 лет формирования научной школы «Управление сверхприбылью» наука и творчество системно дополняли и усиливали результативность образовательного процесса.

Систему научных истин, отвечающих на вопрос о том, как устроено мироздание, называют научным мировоззрением. В основу поэтического и живописного творчества были положены истины учения о ноосфере и теория ренты. При непосредственном участии научного руководителя школы они были облечены в рифмованные строки стихов и визуальные формы живописных картин. Параллельно с развитием теории ренты формировался собственный стиль в поэзии: «Философский реализм». Были изданы сборники стихов и прозы: «Откровение», «Философия любви», «Предел возможного» и др. В них были осмыслены понятия научного мировоззрения: время, счастье, рента, любовь, бесконечность, цикличность, симметрия и др. Часть стихотворений

Ю.В. Разовского представлена в форме авторской песни и исполняется в сопровождении гитары, в их числе «Гимн горняков и шахтеров».

Началом научного осмысления и формирования нового стиля в живописи стала публикация в 2019 г. статьи [11]. Результатом синтеза науки, поэзии и живописи стало создание нового стиля – Serato romantik. Он характеризуется яркостью красок, четкостью линий, изображением символов красоты и совершенства живой и неживой природы. Философская визуализация базовых понятий научного мировоззрения, перспективная пространственная симметрия, использование сюжетов греческой мифологии и буддийской философии – все это характеризует оригинальный живописный стиль: Serato romantic – неустойчивый, неистовый, неугасимый романтизм.

ВЫВОДЫ

1. В результате 30 лет научной работы развита до современного мирового уровня теория ренты как сверхприбыли, разработана классификация всех видов ренты и капитала по единому научно обоснованному критерию – источнику их формирования. Разработаны методология оценки всех видов ренты и алгоритмизированная последовательность определения уровня экономической эффективности воспроизводства минерально-сырьевого капитала в условиях высокого риска.

2. Предложена эффективная система распределения природной ренты, основанная на гражданской собственности на природную среду и природные ресурсы. Международное сотрудничество, взаимодействие с другими научными школами, объединение науки и творчества систем-

но дополнили и существенно повысили качество результатов исследований и вывели на инновационный уровень образовательный процесс.

Список литературы

1. Разовский Ю.В. Горная рента. М.: Экономика, 2000. 250 с.
2. Разовский Ю.В. Сверхприбыль недр. М.: УРСС, 2001. 221 с.
3. Разовский Ю.В., Булат С.А., Савельева Е.Ю. Оценка горной ренты. М.: СГУ, 2009. 185 с.
4. Разовский Ю.В., Макаркин Ю.Н., Горенкова Е.Ю. Минерально-сырьевой капитал. М.: У Никитских ворот, 2013. 387 с.
5. Разовский Ю.В., Савельева Е.Ю. Управление маркетингом: учебник М.: Моск. Ун-т им. С.Ю. Витте, 2020. URL: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_012459445/ (дата обращения: 15.03 2022).
6. Разовский Ю.В. Природная рента: управление сверхприбылью. М.: ЛитРес, 2019. 440 с. URL: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylyu/> (дата обращения: 15.03 2022).
7. Стратегическое управление ресурсами прибрежных зон: монография / А.В. Семенов, Ю.С. Руденко, Ю.В. Разовский и др. М.: Издание ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. Т. 1. Арктическая рента. 176 с.
8. Эффективность использования минерально-сырьевого и человеческого капитала / А.В. Семенов, Ю.В. Разовский, М.С. Рубан и др. М.: Издательство ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2018. 249 с.
9. Разовский Ю.В., Савельева Е.Ю. Управление эффективностью использования природно-ресурсного капитала. М.: Издательство ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2019. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_012228739/ (дата обращения: 15.03 2022).
10. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Научная школа «Управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природно-техногенных комплексов». М.: Мир науки, 2021. 131 с. URL: <https://izd-mn.com/PDF/08MNNPM21.pdf> (дата обращения: 15.03 2022).
11. Разовский Ю.В. Визуальный ряд научных истин. Сетевой электронный научный журнал «Вестник ГГУ». 2019. № 6. С. 22-33. URL: http://ip009.flm.ru/vestnik_ggu (дата обращения: 15.03 2022).



Коллективы вышеназванных научных школ и организаций поздравляют Юрия Викторовича Разовского с 60-летием, 30-летием возглавляемой научной школы, 45-летием поэтического творчества и трехлетием формирования нового живописного стиля, желают ему здоровья и успехов в науке, образовании и творчестве.

Original Paper

UDC 332.68.338.14:552 © Yu.V. Razovsky, Ya.D. Vishnyakov, S.P. Kiseleva, N.V. Artemyev, E.Yu. Savelyeva, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 58-61
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-58-61>

Title
THREE DECADES OF RENT MANAGEMENT

Author
 Razovsky Yu.V.¹, Vishnyakov Ya.D.², Kiseleva S.P.³, Artemyev N.V.^{4,5,6}, Savelyeva E.Yu.^{5,7}

¹ Gzhel State University, village Elektroizolyator, Moscow region, 140155, Russian Federation

² State University of Management, Moscow, 109542, Russian Federation

³ International Independent Ecological and Political Science University, Moscow, 117105, Russian Federation

⁴ V.Ya. Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs, Moscow, 117997, Russian Federation

⁵ S.Yu. Witte Moscow University, Moscow, 115432, Russian Federation

⁶ Institute of International Economic Relations, Moscow, 119330, Russian Federation

⁷ Russian State University for the Humanities, Moscow, 125047, Russian Federation

ECONOMIC OF MINING

Authors Information

Razovsky Yu.V., Doctor of Economic Sciences, Professor,
e-mail: renta11@yandex.ru

Vishnyakov Ya.D., Doctor of Engineering Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation

Kiseleva S.P., Doctor of Economic Sciences, Professor,
Vice-Rector for Innovative Development

Artemyev N.V., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor

Savelyeva E.Yu., PhD (Economic), Associate Professor

Abstract

The activity of the scientific school: "Strategic management of rental relations" is considered. It carries out scientific research in the field of theory and methodology of rent assessment as superprofits, etc. A brief overview of the main scientific, educational, creative results and publications is provided. Interaction with other scientific schools, including on security issues, is also important.

Keywords

Science, School, Subsoil, Rent, Worldview, Management, Nature, Resources, Creativity, Style, Risk, Security.

References

1. Razovsky Yu.V. Mining rent. Moscow, Ekonomika Publ., 2000, 250 p. (In Russ.).
2. Razovsky Yu.V. Superprofits from subsoil resources. Moscow, URSS Publ., 2001, 221 p. (In Russ.).
3. Razovsky Yu.V., Bulat S.A. & Savelyeva E.Yu. Assessment of the mining rent. Moscow, SGU Publ., 2009, 185 p. (In Russ.).
4. Razovsky Yu.V., Makarkin Yu.N. & Gorenkova E.Yu. Mineral and raw material capital. Moscow, U Nikitskikh Vorot Publ., 2013, 387 p. (In Russ.).
5. Razovsky Yu.V. & Savelyeva E.Yu. Marketing management: a textbook. Moscow, Publishing House of CHOUVO "Moscow University named after S.Yu. Vitte", 2020. (In Russ.). Available at: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_012459445/ (accessed: 15.03 2022).

6. Razovsky Yu.V. Natural resource royalty: excess profits management. Moscow, LitRes Publ., 2019, 440 p. (In Russ.) Available at: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylu/> (accessed: 15.03 2022).

7. Semenov A.V., Rudenko Yu.S., Razovsky Yu.V. et al. Strategic management of coastal zones resources: monograph. Moscow, Publishing House of CHOUVO "Moscow University named after S.Yu. Vitte", 2016, Vol. 1. Arctic rent. 176 p. (In Russ.).

8. Semenov A.V., Razovsky Yu.V., Ruban M.S. et al. Efficiency of using mineral, raw material and human capitals. Moscow, Publishing House of CHOUVO "Moscow University named after S.Yu. Vitte", 2018, 249 p. (In Russ.).

9. Razovsky Yu.V. & Savelyeva E.Yu. Management of efficiency in the use of natural resource capital. Moscow, Publishing House of CHOUVO "Moscow University named after S.Yu. Vitte", 2019, https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_012228739/ (accessed: 15.03 2022).

10. Vishnyakov Ya.D. & Kiseleva S.P. Scientific School of risk management and security of socio-economic and socio-political systems and natural-technogenic complexes. Moscow, Mir Nauki Publ., 2021, 131 p. (In Russ.). Available at: <https://izd-mn.com/PDF/08MNNPM21.pdf> (accessed: 15.03 2022).

11. Razovsky Yu.V. A visual series of scientific truths. Vestnik GGU Online electronic scientific journal. 2019, (6), pp. 22-33. (In Russ.). Available at: http://lp009.flfm.ru/vestnik_ggu (accessed: 15.03 2022).

For citation

Razovsky Yu.V., Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P., Artemyev N.V. & Savelyeva E.Yu. Three decades of rent management. *Ugol*, 2022, (4), pp. 58-61. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-58-61.

Paper info

Received January 17, 2022

Reviewed February 2, 2022

Accepted March 22, 2022

Оригинальная статья

УДК 336.012.23 © В.Е. Понаморенко, Г.А. Насырова, Г.С. Кодашева, Т.В. Щукина, Н.Н. Коновалов, 2022

Актуальные вопросы влияния майнинга криптовалют на энергетическую безопасность государств евразийского региона (на примере Республики Казахстан и Российской Федерации)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-61-66>

В публикации рассмотрены проблемы влияния майнинга криптовалют на энергетическую безопасность Республики Казахстан и Российской Федерации – двух стран, входящих в тройку лидеров в мире по объемам майнинга криптовалют. В статье проанализированы данные статистики, отражающие динамику повышения уровня майнинга криптовалют в Республике Казахстан и Российской Федерации, дан обзор экспертных мнений на предмет плюсов и минусов резкого роста майнинговой активности в двух странах, рас-

ПОНАМОРЕНКО В.Е.

Доктор юрид. наук, доцент,
профессор кафедры прикладного права
ИТУ РТУ МИРЭА,
119454, г. Москва, Россия,
e-mail: vladpon@inbox.ru

НАСЫРОВА Г.А.

Доктор экон. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Финансы»
Евразийского национального
университета им. Л.Н. Гумилёва,
010008, г. Нур-Султан, Республика Казахстан,
e-mail: gnassyrova@yandex.ru

КОДАШЕВА Г.С.

Доктор PhD,
доцент кафедры «Финансы»
Евразийского национального
университета им. Л.Н. Гумилёва,
010008, г. Нур-Султан, Республика Казахстан,
e-mail: kodasheva@mai.ru

ЩУКИНА Т.В.

Доктор юрид. наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладного права
ИТУ РТУ МИРЭА,
119454, г. Москва, Россия,
e-mail: shukina-tv@mail.ru

КОНОВАЛОВ Н.Н.

Канд. юрид. наук, доцент,
доцент кафедры прикладного права
ИТУ РТУ МИРЭА,
119454, г. Москва, Россия,
e-mail: konowalownn@gmail.com

смотрены варианты регуляторных решений, предлагаемых регуляторами и экспертным сообществом в обоих государствах. Сделаны выводы относительно необходимости упорядочивания правового регулирования майнинга криптовалют в России и Казахстане, включая аспекты его налогообложения.

Ключевые слова: майнинг, криптовалюта, энергетика, безопасность, биткоин, налогообложение.

Для цитирования: Актуальные вопросы влияния майнинга криптовалют на энергетическую безопасность государств евразийского региона (на примере Республики Казахстан и Российской Федерации) / В.Е. Понаморенко, Г.А. Насырова, Г.С. Кодашева и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 61-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-61-66.

ВВЕДЕНИЕ

Активная цифровизация финансовой сферы охватила не только отдельные технологически развитые страны, но и практически всю мировую финансовую систему. Существенные преимущества цифровой валюты в снижении издержек, повышении скорости операций, снижении регуляторной нагрузки, повышении прозрачности транзакций обеспечили высокую скорость распространения технологии блокчейн.

Галопирующий рост майнинга биткоинов стимулировал резкий скачок потребности в необходимом для этого оборудовании, в производстве которого лидером традиционно является Китай. Однако введенные правительством этой страны ограничения вызваны в том числе ростом добычи полезных ископаемых и угля как источника энергии и следующим из растущего майнинга экологическим ущербом. Китай как одна из стран-лидеров была обеспокоена, среди прочего, пренебрежением принципами ESG-инвестирования: ущерб, наносимый окружающей среде вследствие тепловых выбросов, шел вразрез с социальной и экологической ответственностью. Из-за дефицита электроэнергии и веерных отключений запрет на майнинг ввел Иран. Временные ограничения ввела Турция по причине возникающих рисков в национальной платежной системе [1]. В 2020 г. Эстония из криптолояльной юрисдикции превратилась в страну-борца с криптовалютными компаниями.

Указанные процессы породили волну научных публикаций, экспертных мнений и проектов регуляторных решений, требующих адекватной научной рефлексии.

**ВЛИЯНИЕ МАЙНИНГА КРИПТОВАЛЮТ
НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВ**

Республика Казахстан. С 2019 по 2021 г. Казахстан вошел в тройку мировых лидеров по майнингу криптовалюты. Одной из причин стал постепенный уход с этого рынка Китая, произошедший вследствие вышеуказанных причин. В этот же период, по данным исследований, проведенных Кембриджским центром альтернативных финансов, доля Китая в мировом майнинге биткоинов упала с 75,5 до 46%. В то время как доля Казахстана увеличилась с 1,4 до 8,2%, США – с 4,1 до 16,8%, Россия и Иран заняли, соответственно, четвертое и пятое места [2].

Последовательные шаги руководства Китая в июне 2021 г., вызвавшие в законодательных мерах по запрету майнинга, привели к массовому перетоку майнеров в Казахстан, в результате которого он вышел на второе место в мировом лидерстве по распределению хешрейта сети Биткоин. По некоторым оцен-

кам, свое оборудование в Казахстан переместили порядка 50 китайских компаний. На Китай приходится 18,1% всех мощностей блокчейна первой криптовалюты [3]. К концу 2021 г. функционировало примерно 250000 майнинговых устройств, среди которых BIT Mining Bitmain. NBT5 запланировало строительство майнинговых ферм общей мощностью 200 МВт в год.

В Казахстане зарегистрированы и функционируют ассоциации представителей цифровой индустрии: Казахстанская ассоциация блокчейн-технологий, Ассоциация блокчейна и индустрии дата-центров и технологий, объединяющие легальных игроков рынка цифрового майнинга. В стране цифровой бизнес получает широкую поддержку у государства, в том числе в рамках Государственной программы «Цифровой Казахстан». Так, в Международном финансовом центре «Астана» была зарегистрирована криптобиржа Xignal. МФЦА привлекает представителей криптобизнеса применением на своей территории англосаксонского законодательства. Кроме того, заинтересованность в цифровой индустрии в определенной степени обоснована и тем, что ежегодно субъекты индустрии блокчейн-технологий в бюджет государства обеспечивают поступление более 127,5 млрд тенге, в связи с чем для технического переоснащения энергетической отрасли предполагается привлечение в течение предстоящих пяти лет инвестиций в размере 500 млрд тенге [4].

Вместе с тем так называемые «серые» майнеры, по данным Министра энергетики Казахстана, потребляют предположительно до 1200 МВт электроэнергии [5]. «Серые» майнеры не показывают свой цифровой бизнес, прикрывая потребление электроэнергии другим видом деятельности. В основном они расположены на юге страны, где рост потребления электроэнергии в силу густонаселенности непредсказуем.

Безусловно, рост потребления электроэнергии в Казахстане, особенно в южных регионах, близких к соседней стране, стало существенной нагрузкой на энергосистему, поскольку майнинг – энергозатратное производство. Нагрузка на энергосистему Казахстана майнинговых ферм не может не сказываться на ее функционировании. Для упорядочивания системы регулирования цифрового майнинга Законом Республики Казахстан от 24 июня 2021 г. «О внесении дополнений в Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс)» с 1 января 2022 г. глава 69 «Платы» Налогового кодекса дополнена параграфом 11 «Плата за цифровой майнинг», которая составила 1 тенге за 1 кВт·ч электрической энергии [6]. Плательщиками стали лица, осуществляющие цифровой майнинг, плата по которому вносится ежеквартально, исходя из фактического объема потребленной электроэнергии.

Согласно Прогнозному балансу электрической энергии и мощности на 2020-2026 годы, утвержденному Приказом министра энергетики Республики Казахстан от 15.01.2020 № 15, выработка и потребление электроэнергии в 2022 г. должны составлять 116,1 и 112,7 млрд кВт соответственно, и к 3036 г. эти показатели должны достичь 128,5 и 124,1 млрд кВт (табл. 1).

Электроэнергетические объекты Казахстана входят в созданную еще в период СССР Объединенную энергосистему Центральной Азии, в которую включены 83 электростанции Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Туркменистана. Интеграция республиканских энергосистем регулировала равномерность подачи, перетоки электроэнергии по территории, тем самым обеспечивались устойчивость и стабильность электросетей.

Недостаточность инвестиций в электроэнергетику в последние десятилетия привела к серьезному износу электросетей, который, по некоторым оценкам, к концу 2020 г. составлял порядка 60% [8]. «Лидерами» в этом рейтинге были Восточно-Казахстанская, Западно-Казахстанская, Костанайская области (81%, 80%, 74%). Последние десять лет отрасль не имела серьезных инвестиций (табл. 2).

Ситуация существенно не изменилась и в 2021 г.: по данным Минэнерго Казахстана, средний износ региональных электросетевых компаний в стране составил 66% [10].

В Казахстане производством электрической энергии занимаются 158 электрических станций, работающих в основном на угле. В 2019 г. в Единой электроэнергетической системе страны был зафиксирован годовой максимум нагрузок – 15182 МВт (26.11.2019). На 1 января 2020 г. общая установленная мощность электростанций Казахстана составила 22936,6 МВт, располагаемая мощность – 19329,7 МВт.

Имеющаяся мощность явно недостаточна для энергообеспечения страны. Во многих городах Казахстана стали применять веерные отключения в пиковые часы из-за высокой нагрузки на сети и локальные аварии. В часы максимальных нагрузок потребление мощности превышает прошлогодние значения более чем на 1500 МВт. Данный аномальный рост потребления связан в первую очередь с увеличением доли потребителей, осуществляющих цифровой майнинг [11]. Национальный оператор предупредил в ноябре 2021 г. о вероятности системной аварии вследствие аварийного состояния значительной части энергоустановок и внеплановых ремонтах.

В результате резкого скачка потребления электроэнергии 25 января 2022 г. южная часть Казахстана, а также Узбекистан и Кыргызстан, включая города Алматы, Бишкек и Ташкент, остались без света. Причинами возникшего блэкаута называют неверное распределение транзита электроэнергии, аварийный дисбаланс, резкий спрос на энергию в соседних Кыргызстане и Узбекистане. Среди прочего были предположения о значительном потреблении энергии майнерами. В связи со сложившейся сложной ситуацией в энергетической отрасли президентом страны дано указание повысить плату за потребление электроэнергии цифровыми майнерами примерно с 1 до 5 тенге за 1 кВт·ч [12]. В настоящее время идет работа по введению института лицензирования майнинговых фирм.

Аксиомой является тот факт, что электроэнергия является основой технологического развития. Страны, поставившие себе целью переход на инновационный технологический уклад, уже решили проблемы с энергообеспеченностью, поскольку без необходимого уровня энергообеспечения невозможно развитие национальной экономики.

Наименование	Прогноз						
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.
Потребление электроэнергии	119,7	123,2	125,8	129,7	131,9	134,5	136,9
Производство электроэнергии	115,1	117,3	121,8	125,9	131,5	131,5	131,7
Существующие станции	110,5	107,1	107,4	106,2	105,8	105,9	106,1
Планируемые	4,6	4,6	10,2	14,3	19,7	25,6	25,6
В том числе ВИЭ	2,0	3,9	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5
Дефицит (+), избыток (-)	4,6	5,9	4,0	3,9	0,5	3,0	5,2

ки. Специалисты различают шесть технологических укладов в зависимости от применяемых технологий. По примерным оценкам, Казахстан находится на уровне четвертого технологического уклада, используя в качестве энергоресурса углеводороды. Переход к пятому основывается на применении атомной энергии. В настоящее время в стране нет подобного источника. В течение последнего десятилетия идет обсуждение строительства атомной электростанции на территории Казахстана.

Российская Федерация. Российская экономика, как и казахстанская, стала бенефициаром запрета майнинга в Китае.

Эксперты указывают на две проблемы, порожденные майнингом: подпольные майнинговые фермы, самостоятельно подключающиеся к электрическим сетям и домашние майнеры, платящие по льготным тарифам за электричество [13].

Центром «домашнего» майнинга считается Иркутская область, помимо нее такой вид бизнеса может получить распространение в Красноярском крае, на Северном Кавказе и в отдельных регионах европейской части России, словом, там, где самые низкие тарифы на электроэнергию в стране. В октябре 2021 г. в Иркутской области уже были случаи отключения целых улиц, чего не случалось ранее даже при 30-градусных морозах.

Рост «бытового» майнинга негативно влияет на ситуацию с перекрестным субсидированием в электроэнергетике. Возникает ситуация, когда высокомаржинальные объекты потребления покупают электроэнергию по регулируемым тарифам (РТ) для населения, которые в 2-3 раза ниже нерегулируемых цен рынка на сутки вперед [14].

Численность домашних майнеров в России может составлять 50–100 тыс. чел. [15]. При этом, по словам экспертов, бытовое потребление электроэнергии из-за деятельности теневых майнеров в некоторых регионах страны увеличится в 2,5 раза [16].

В качестве вариантов решения создавшейся ситуации прежде всего обратим внимание на меры экономического характера. Так, улучшению ситуации может способствовать введение дифференцированной оплаты в зависимости от объемов потребления. С целью урегулировать потребление электроэнергии майнерами Правительство РФ в конце 2021 г. дало регионам право вводить дифференциацию тарифов на электроэнергию для населения в зависимости от объемов потребления.

В Банке России также заявляют, что майнинг создает значимые угрозы для экономики страны и граждан. Однако этот негативный эффект имеет не столько энергетический,

Таблица 2

Характеристика использования мощностей электростанций [9]

Регион	Простои агрегатов в аварийном ремонте, ч
Казахстан	21 319
Западный Казахстан	–
г. Караганда	20 020
г. Кустанай	765
г. Павлодар	248
г. Нур-Султан	286

скольким регуляторный характер: по мнению регулятора, майнинг формирует спрос на инфраструктуру для проведения операций с криптовалютами, что создает стимулы для обхода регулирования. Кроме того, все больше получает развитие моральное изменение экономических процессов, имеющее давнюю историю [17]. Поэтому имеют место сразу несколько регуляторных инициатив, предполагающих модель легализации майнинга и оборота цифровых валют.

Так, 20 января 2022 года Банк России опубликовал доклад для общественных обсуждений, в котором предложил запретить в России выпуск, обращение и обмен криптовалют, а также организацию этих операций. Кроме того, регулятор считает необходимым запретить майнинг цифровых активов и начать мониторить вложения россиян в криптовалюту на зарубежных торговых платформах [18].

С позицией Банка России не согласился Минфин, который поддержало Правительство РФ. 8 февраля 2022 г. Правительство России одобрило Концепцию законодательного регулирования оборота цифровых валют, разработанную Минфином [19]. Криптовалюта в России, по существу, будет признана близким аналогом иностранной валюты (а не цифровых финансовых активов). Вопросы майнинга концепция не затрагивает.

При этом инициативно ведет себя и криптоориентированный бизнес. Российская ассоциация криптоэкономики, искусственного интеллекта и блокчейна (РАКИБ) предложила схему налогообложения криптовалют и майнеров [20].

РАКИБ выступила с инициативой взимать налог с физлиц только при выводе криптоактивов. Для майнинговых компаний ассоциация предлагает вычитать издержки вроде расходов на электроэнергию или обслуживание оборудования от суммы, полученной от продажи полученных криптоактивов. Разницу же облагать по ставке налога на прибыль в 20%. В РАКИБ полагают, что майне-

ры могут подпадать под упрощенную систему налогообложения и не платить налог на добавленную стоимость. В РАКИБ считают, что майнинг стоит отнести к предпринимательской деятельности и присвоить ему специальный код в ОКВЭД.

Другой вариант налогообложения майнеров ранее озвучили в Госдуме. Там заявили, что налог на доходы физлиц при выводе майнерами криптовалюты в систему традиционных финансов должен быть не менее 15% [21]. В Торгово-промышленной палате также выступили с инициативой приравнять добычу криптовалют к предпринимательской деятельности [22]. Ассоциация гарантирующих поставщиков и энергосбытовых компаний (ГП и ЭСК) предложила отключать «серых майнеров», а также обязать провайдеров предоставлять сетям информацию об IP-адресах майнеров и прописать ответственность за нарушение правил пользования коммунальными услугами [23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из проведенного анализа, можно заключить, что майнинг криптовалют – вид деятельности на крипторынке, которая имеет как позитивные стороны, так и риски. К последним можно отнести, среди прочего, риски энергетической безопасности государств и евразийского региона в целом (учитывая тесную связь энергосетей в государствах региона). С целью сохранения и развития инновационного потенциала майнинговой деятельности, пополнения доходной части бюджета государств от ее развития, равно как и в целях снижения рисков энергобезопасности государств евразийского региона полагаем, что необходимо упорядочивание правового регулирования майнинга криптовалют в России и Казахстане, включая аспекты его налогообложения.

Список литературы

1. «Зачистка рынка». Почему Турция объявила войну криптовалютам. URL: <https://amp.rbc.ru/crypto/news/614886e79a7947942335e346> (дата обращения: 15.03.2022).
2. China's share of global bitcoin mining plunges while Kazakhstan climbs to third place. URL: <https://www.cnbc.com/2021/07/15/china-share-of-bitcoin-mining-falls-while-kazakhstan-surges.html> (дата обращения: 15.03.2022).
3. Майнинг в Казахстане: регулирование, перспективы и препятствия. URL: <https://media.siggen.pro/regulation/7973> (дата обращения: 15.03.2022).
4. Министр энергетики РК встретился с «белыми» майнерами. URL: https://forbes.kz/process/energetics/ministr_energetiki_rk_vstretilsya_s_belyimi_maynerami/?utm_source=forbes&utm_medium=incut_fw&utm_campaign=262961 (дата обращения: 15.03.2022).
5. Министр пожаловался Токаеву на «серых» майнеров. URL: https://forbes.kz/process/energetics/ministr_pojalovalsya_tokaevu_na_seryih_maynerov/?utm_source=forbes&utm_medium=incut&utm_campaign=262146 (дата обращения: 15.03.2022).
6. Закон Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39065865 (дата обращения: 15.03.2022).
7. Об утверждении прогнозных балансов электрической энергии и мощности на 2022–2028 годы. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/254892?lang=ru> (дата обращения: 15.03.2022).
8. Темнота: казахстанские электросети работают на износ. URL: https://www.korem.kz/rus/press-centr/novosti_otrasli/?cid=0&rid=9624 (дата обращения: 15.03.2022).
9. Статистика энергетики и товарных рынков. URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/30/statistic/5> (дата обращения: 15.03.2022).
10. Тушите свет: эксперт назвал масштабы электрической проблемы Казахстана. URL: <https://lsm.kz/ekspert-ob-elektroenergetike> (дата обращения: 15.03.2022).
11. Информационное сообщение по ограничениям 04.11.2021 URL: <https://www.kegoc.kz/ru/press-center/press-releases/155652/> (дата обращения: 15.03.2022).
12. Выявить все майнинговые фермы и повысить налог поручил Токаев. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/viyavit-mayningovyie-fermyi-povyisit-nalog-poruchil-tokaev-461376/ (дата обращения: 15.03.2022).
13. Две проблемы энергетиков России от майнинга. URL: <https://www.bfm.ru/news/483693> (дата обращения: 15.03.2022).
14. СПЭ: рост «бытового» майнинга негативно влияет на «перекрестку» в электроэнергетике. URL: https://1prime.ru/News/20220128/835922613.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 15.03.2022).
15. Майнеры «обескровили» российское электричество. URL: <https://www.mk.ru/economics/2021/12/09/maynery-obeskrovili-rossijskoe-elektrichestvo.html> (дата обращения: 15.03.2022).
16. Бытовое потребление энергии в России может вырасти в 2,5 раза из-за майнеров. URL: <https://www.banki.ru/news/lenta/?id=10957767> (дата обращения: 15.03.2022).
17. Volnyakova O.A. Consideration of the economic question from a moral point of view in Russian philosophy at the turn of the XIX and XX centuries // Russian technological journal. 2016. Vol. 4. No 5. P. 101-107.
18. Риски криптовалют и возможные меры регулирования: доклад для общественных консультаций. Банк России. М., 2022. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/132241/Consultation_Paper_20012022.pdf (дата обращения: 15.03.2022).
19. Концепция законодательного регулирования оборота цифровых валют от 8 февраля 2022 года. URL: <http://government.ru/news/44519/> (дата обращения: 15.03.2022).
20. РАКИБ предложила схему налогообложения криптовалют и майнинга. URL: <https://www.forbes.ru/finansy/455029-associaciablokcejna-predlozila-minfinu-shemu-nalogooblozenia-kriptovalut-assotsiatsiya-kriptovalyut-i-blok> (дата обращения: 15.03.2022).
21. В Госдуме назвали минимальный размер налогов для майнеров. URL: <https://forklog.com/v-gosdume-nazvali-minimalnyj-razmer-nalogoov-dlya-majnerov/> (дата обращения: 15.03.2022).
22. Торгово-промышленная палата РФ предложила приравнять майнинг к предпринимательству. URL: <https://forklog.com/torgovo-promyshlennaya-palata-rf-predlozila-priравnyat-majning-k-predprinimatelstvu/> (дата обращения: 15.03.2022).
23. Российские энергетики представили предложения для борьбы с нелегальными майнерами. URL: <https://forklog.com/rossijskie-energetiki-predstavili-predlozheniya-dlya-borby-s-negalnymi-majnerami/> (дата обращения: 15.03.2022).

Original Paper

UDC 336.012.23 © V.E. Ponamorenko, G.A. Nasyrova, G.S. Kodasheva, T.V. Schyukina, N.N. Konovalov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 61-66
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-61-66>

Title
**TOPICAL ISSUES OF THE CRYPTOCURRENCY MINING IMPACT ON ENERGY SECURITY OF THE EURASIAN REGION
 (AS EXEMPLIFIED BY THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND THE RUSSIAN FEDERATION)**

Authors

Ponamorenko V.E.¹, Nasyrova G.A.², Kodasheva G.S.², Schyukina T.V.¹, Konovalov N.N.¹

¹ Institute of Management Technologies, MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454, Russian Federation

² Gumilyev Eurasian National University, Nur-Sultan, 010008, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Ponamorenko V.E., Doctor of Law, Associate Professor, Professor at the Department of Applied Law, e-mail: vladpon@inbox.ru

Nasyrova G.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Finance Department, e-mail: gnasyrova@yandex.ru

Kodasheva G.S., Doctor PhD, Associate Professor of the Finance Department, e-mail: kodasheva@mai.ru

Schyukina T.V., Doctor of Law, Professor, Head of the Department of Applied Law, e-mail: shukina-tv@mail.ru

Konovalov N.N., PhD (Law), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Law, e-mail: konowalownn@gmail.com

Abstract

The publication addresses the impact of cryptocurrency mining on the energy security of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation, two of the top three countries in the world in terms of cryptocurrency mining. The article analyzes statistical data that reflect the dynamics of increasing cryptocurrency mining in the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation, reviews expert opinions on the advantages and downsides of the dramatic growth of mining activity in the two countries, and considers the regulatory solutions proposed by regulators and the expert community in both countries. Conclusions are made regarding the need to streamline the legal regulation of cryptocurrency mining in Russia and Kazakhstan, including the issues of its taxation.

Keywords

Mining, Cryptocurrency, Energy, Security, Bitcoin, Taxation.

References

1. A sweeping purge of the market. Why Turkey has declared war on cryptocurrencies. Available at: <https://amp.rbc.ru/crypto/news/614886e79a7947942335e346> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
2. China's share of global bitcoin mining plunges while Kazakhstan climbs to third place. Available at: <https://www.cnbc.com/2021/07/15/china-share-of-bitcoin-mining-falls-while-kazakhstan-surges.html> (accessed 15.03.2022).
3. Crypto-mining in Kazakhstan: regulation, prospects and obstacles. Available at: <https://media.sigen.pro/regulation/7973> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
4. Minister of Energy of Kazakhstan met with the legal miners. Available at: https://forbes.kz/process/energetics/ministr_energetiki_rk_vstretilsya_s_belyimi_maynerami/?utm_source=forbes&utm_medium=incut_fw&utm_campaign=262961 (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
5. The minister complained to Tokayev about the illegal miners. Available at: https://forbes.kz/process/energetics/ministr_pojalovalsya_tokaevu_na_seryih_maynerov/?utm_source=forbes&utm_medium=incut&utm_campaign=262146 (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
6. Law of the Republic of Kazakhstan "On amendments and supplements to the Code of the Republic of Kazakhstan "On taxes and other obligatory payments to the budget" (Tax Code). Available at: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39065865 (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
7. On approval of forecast balances of electric power and capacity for 2022-2028. Available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/254892?lang=ru> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
8. Blackout: Kazakhstan's power grids are running ragged. Available at: https://www.korem.kz/rus/press-centr/novosti_otrasli/?cid=0&rid=9624 (accessed 15.03.2022). (In Russ.).
9. Statistics of energy and commodity markets. Available at: <https://stat.gov.kz/official/industry/30/statistic/5> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

10. Turn the lights off: the expert identified the scale of Kazakhstan's electricity problem. Available at: <https://ism.kz/ekspert-ob-elektroenergetike> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

11. Information statement on restrictions as of November 04, 2021. Available at: <https://www.kegoc.kz/ru/press-center/press-releases/155652/> (accessed 15.03.2022). (In Russ.). 12. Tokaev instructed to identify all mining farms and raise the tax. Available at: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/vyiyavit-mayningovyye-fermyi-povyisit-nalog-poruchil-tokaev-461376/ (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

13. Two challenges for the Russian energy industry due to crypto-mining. Available at: <https://www.bfm.ru/news/483693> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

14. The Council of Electricity Producers and Strategic Electricity Investors Association: the growth of "domestic" crypto-mining negatively affects the cross-subsidization in the power industry. Available at: https://1prime.ru/News/20220128/835922613.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

15. Miners bleed white the Russian electrical generation. Available at: <https://www.mk.ru/economics/2021/12/09/maynery-obeskrovili-rossijskoe-elektrichestvo.html> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

16. Residential energy consumption in Russia may grow by 2.5 times due to crypto-miners. Available at: <https://www.banki.ru/news/lenta/?id=10957767> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

17. Volnyakova O.A., Consideration of the economic question from a moral point of view in Russian philosophy at the turn of the XIX and XX centuries. *Russian technological journal*, 2016, Vol. 4, (5), pp. 101-107.

18. Risks associated with crypto-currencies and possible regulatory measures: a report for public consultation. Moscow, Bank of Russia Publ., 2022. (In Russ.).

19. Concept of legislative regulation of digital currencies as of February 8, 2022. Available at: <http://government.ru/news/44519> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

20. Russian Association of Cryptoeconomics, Artificial Intelligence and Blockchain proposed a taxation scheme for crypto-currencies and crypto-mining. Available at: <https://www.forbes.ru/finansy/455029-associacia-blokcejna-predlozila-minfnu-shemu-nalogooblozenia-kriptovalut-assotsiatsiya-kriptovalyut-i-blok> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

21. The State Duma announced the minimum amount of taxes for crypto-miners. Available at: <https://forklog.com/v-gosdume-nazvali-minimalnyj-zazmer-nalogov-dlya-majnerov/> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

22. The Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation proposed to consider crypto-mining equal to entrepreneurship. Available at: <https://forklog.com/torgovo-promyshlennaya-palata-rf-predlozila-priravnyat-majning-k-predprinimatelstvu/> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

23. Russian power engineering experts presented measures to control illegal crypto-miners. Available at: <https://forklog.com/rossijskie-energetiki-predstavili-predlozheniya-dlya-borby-s-nelegalnymi-majnerami/> (accessed 15.03.2022). (In Russ.).

For citation

Ponamorenko V.E., Nasyrova G.A., Kodasheva G.S., Schyukina T.V. & Konovalov N.N. Topical issues of the cryptocurrency mining impact on energy security of the Eurasian region (as exemplified by the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation). *Ugol'*, 2022, (4), pp. 61-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-61-66.

Paper info

Received February 2, 2022

Reviewed February 16, 2022

Accepted March 22, 2022

К вопросу оценки влияния микробиологических биоценозов на геоэкологические и геотехнические риски горных предприятий

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-67-71>

Широкое распространение микроорганизмов в подземном пространстве связано с высокой адаптацией микроорганизмов к изменяющимся условиям за счет простоты их генетического аппарата и «встроенного» механизма устойчивости к различным факторам, а также со способностью использовать различные источники питания. Поэтому изучение роли микроорганизмов в естественных и техногенных средах позволяет использовать их для решения экологических задач. Варьируя условия существования микроорганизмов в подземных выработках, можно улавливать метан, являющийся причиной газодинамических явлений, удалять из углей серосодержащие соединения для предотвращения выбросов кислых газов при их сжигании, создавать биогеохимические фильтры для предотвращения распространения вредных веществ в горном массиве и подземных водах, существенно снизить потенциальные геоэкологические и геотехнические риски горного производства.

Ключевые слова: хемолитоавтотрофы, геохимическая активность микроорганизмов, закисление сред, биокоррозия, десульфуризация, биодеструкция.

Для цитирования: К вопросу оценки влияния микробиологических биоценозов на геоэкологические и геотехнические риски горных предприятий / А.А. Куликов, Т.А. Харламова, Е.И. Хабарова и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 67-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-67-71.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс эксплуатации месторождений связан с повышением геоэкологических и геотехнических рисков [1]. Опираясь на методики оценки экологических рисков [2], можно утверждать, что существенный вклад в создание неблагоприятных ситуаций в геоэкологии вносят различные сообщества микроорганизмов, в огромных количествах населяющих не только приповерхностные участки разработки рудных и угольных месторождений, но также приспособившихся к повышенному давлению, температурам и развивающихся на глубинах до 4000 м. Если до начала отработки месторождения развитие микроорганизмов происходит недостаточно интенсивно из-за недостатка питательных ве-

КУЛИКОВА А.А.

Старший преподаватель
НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: alexaza_@mail.ru

ХАРЛАМОВА Т.А.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры теоретической
и прикладной химии МГОУ,
105005, г. Москва, Россия,
e-mail: 9168787573@mail.ru

ХАБАРОВА Е.И.

Канд. хим. наук, доцент,
ИТХТ имени М.В. Ломоносова,
МИРЭА – Российский
технологический университет,
119234, г. Москва, Россия,
e-mail: khabarova@mitht.ru

КОВАЛЕВА А.М.

Студент НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: asya-kovaleva@yandex.ru

ществ и кислорода, то уже на стадии эксплуатации месторождения их активность резко повышается.

Микроорганизмы провоцируют биокоррозию, образование кислых рудничных вод, способствуют снижению прочности грунтов, образованию пльвунов и т.п. Мировая практика обладает огромным числом примеров формирования микроорганизмами рискообразующих факторов.

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Рискообразующие факторы

Одной из важнейших проблем современного производства в целом является проблема коррозионного разрушения материалов. Проблема глобальная и охватывает практически все отрасли. Наряду с широко распространенными видами коррозии, по данным разных источников, от 15 до 50% приходится на долю биокоррозии, причиной которой является микробиологическая активность. Известно, что бактерии в природных условиях могут сосуществовать в свободной планктонной форме и в виде агрегатов, которые называются биопленками. Основная часть бактериальных сообществ существует именно в виде прикрепленных к поверхностям раздела фаз биопленок, что повышает их устойчивость в составе биопленки в 100 - 1000 раз [3, 4].

Наиболее часто встречаются биопленки, развивающиеся на границе жидкой и твердой сред. Экспериментально доказано, что биопленки вызывают биокоррозию и являются основной опасностью своего воздействия для систем коммуникации, технологического оборудования. Скорость биокоррозии значительно превышает химическую и может достигать от 3-5 до 10 мм/год [5, 6]. Отмечается, что в результате биокоррозии строительных материалов наблюдаются изменение окраски и появление плесневых пятен различного цвета, снижение эксплуатационных характеристик материалов, приводящее к потере их прочности и разрушению.

Биокоррозия вызывается бактериями и грибами, и их коррозионная агрессивность может проявляться в анаэробных и аэробных условиях. Кроме самих микроорганизмов в развитии биокоррозии активное участие принимают продукты их жизнедеятельности, что приводит к ускорению процесса биокоррозии. Риски развития биокоррозионных процессов возникают уже при минимальной концентрации микробов 10^{-1} кл/мл.

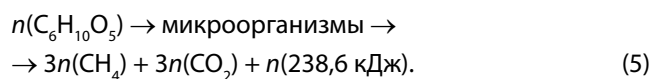
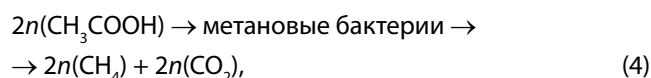
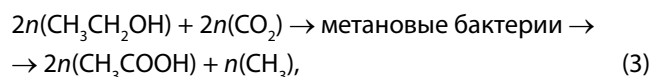
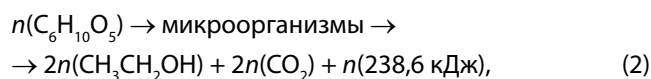
В аэробных условиях в присутствии кислорода коррозионную активность проявляют тионовые бактерии, нитрифицирующие и железобактерии. Метаболизм двух первых видов бактерий приводит к образованию агрессивных кислых сред, а именно к образованию H_2SO_4 и HNO_3 . Соединения серы (от молекулярной серы и до различных ее соединений) под действием тионовых бактерий могут окисляться до сульфатов [7]. Нитрифицирующие бактерии в аэробных условиях способны окислять аммиак до нитратов с образованием азотной кислоты и тем самым создавать благоприятные условия для коррозионных процессов. Железобактерии преимущественно образуют слизистые скопления (биопленку), под ко-

торыми на поверхности конструкции образуются аэрируемые зоны (ячейки). Вследствие неоднородности поверхность разбивается на анодные и катодные участки, приводящие к возникновению короткозамкнутых гальванических элементов и протеканию электрохимической коррозии. Анодные участки поверхности металлических конструкций окисляются, и наблюдается разрушение металла [8].

В анаэробных условиях биокоррозия в основном развивается под действием сульфатвосстанавливающих бактерий рода *Desulfovibrio* и *Desulfotomaculum*. Их активность в кислой среде приводит к восстановлению сульфат-ионов до сероводорода: $SO_4^{2-} - 8e + 2H^+ \rightarrow H_2S$. Именно они являются причиной коррозии металлических конструкций в застойных зонах, где наиболее благоприятно развиваются колонии бактерий. Содержание микробных клеток и аэробных бактерий может достигать 10^6 кл/мл.

Микроорганизмы способны уничтожать буквально любые строительные материалы и конструкции. Действие микроорганизмов способно разрушить не только металлические конструкции, но и сооружения из бетона, камня, мрамора, древесины, воздействовать на полимерные конструкции и материалы из резины и каучука, а также разрушать их, на лакокрасочные покрытия, приводя к снижению их прочности, деформации, а впоследствии и к разрушению.

Многие виды грибов (до 60 видов) в строительных конструкциях разрушают древесину при высокой влажности и слабом движении воздуха. Биоразрушение древесины сводится к тому, что грибы, развиваясь за счет целлюлозы (40–50%) древесины, способствуют ее гниению, высыханию и растрескиванию, а далее, при участии метановых бактерий происходит разложение древесины с выделением метана. Количество метана, образующегося при биодegradации деревянных конструкций в горных выработках, рассчитывается по реакциям биоразложения целлюлозы в анаэробных условиях:



Согласно вышеприведенным реакциям половина исходного количества целлюлозы окисляется до CO_2 , а другая часть восстанавливается до CH_4 . В результате разложения одного моля глюкозы выделяется 238,6 кДж тепла.

Можно рассчитать удельный выход биогаза по формуле:

$$Q_w = 10^{-6} \cdot R(100 - W) \cdot (0,92 \cdot Ж + 0,62 \cdot У + 0,34 \cdot Б), \quad (6)$$

где Q – удельный выход биогаза; R – содержание органической составляющей древесины, содержащееся в тканях древесины (40–60%); W – фактическая влажность, %; $Ж$ – жиры, %; $У$ – углеводы, %; $Б$ – белки, %.

Тогда удельный выход биогаза равен:

$$Q_w = 10^{-6} \cdot 100(100 - 60) \cdot 0,62 \cdot 50 = 0,124, \text{ кг/кг древесины.} \quad (6)$$

Учитывая, что плотность метана равна $0,717 \text{ кг/м}^3$, то объем биогаза равен $0,17 \text{ м}^3/\text{кг} = 170 \text{ м}^3/\text{т}$. Таким образом, при разложении 1 т древесины выделяется 170 м^3 метана.

Плесневые грибы и продукты их жизнедеятельности способны также вызывать биоповреждения полимерных материалов, так как более 60% используемых полимерных материалов не обладают достаточной стойкостью к воздействию микроорганизмов. Такие воздействия снижают функциональные характеристики полимеров, изменяя диэлектрические параметры, поверхностное сопротивление, твердость и др.

Многочисленные случаи микробиологических повреждений резинотехнических изделий встречаются везде. Воздействие бактерий видов *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Achromobacter*, *Pseudomonas* на компоненты резины и каучука, которые в основном используются для крепежа конструкций, в совокупности с разрушением самих металлических конструкций значительно повышает риски, связанные с обрушениями пород.

Трансформация минерального состава грунта

На глинистых и песчаных частицах образование биопленок понижает трение в грунтах, а выделяющиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов газы повышают давление в порах породы. Следствием этих процессов является формирование плавунных свойств грунтов, приводящих к аварийным ситуациям в подземном пространстве.

Микроорганизмы способны изменять прочностные свойства глинистых грунтов. В аэробных условиях создается благоприятная обстановка для развития микробиологических окислительных процессов, и микроорганизмы, присутствующие в карбонатах, за счет создания прочных агрегатов размерами $0,50\text{--}0,25 \text{ мм}$ укрепляют глинистые отложения и таким образом повышают их прочность. В анаэробных условиях, наоборот, происходят разупрочнение частиц глины и образование мелких частиц размерами не более $0,001 \text{ мм}$, за счет чего глинистый грунт приобретает свойства текучести [8, 9].

ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Использование микроорганизмов в биогеотехнологиях

Биогеотехнологии направлены на разработку технологий на горных предприятиях с участием микроорганизмов. Отмечается, что биогеотехнологии ориентированы на снижение техногенного воздействия на окружающую среду предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, поскольку исключается использование агрессивных реагентов, таких как серная, соляная, цианистоводо-

родная кислоты, хлор [10]. Также микроорганизмы можно использовать для переработки лежачих отходов горного производства, доизвлекая дорогостоящие и ценные компоненты. Поэтому поиск новых видов микроорганизмов, способных извлекать более широкий спектр полезных ископаемых и доизвлекать ценные компоненты из отходов, позволит комплексно использовать минеральное сырье и снизить объемы токсичных отходов.

Микробные технологии направлены на снижение риска токсичных выбросов в атмосферу за счет снижения содержания серы в углях, био- и природном газе, метана в угольных месторождениях, переработку сульфидных руд и концентратов. Например, сера в углях встречается как в органической, так и в неорганической форме, причем суммарное ее содержание достигает 10–12%, и большая часть серы приходится именно на неорганическую составляющую. При использовании угля для сжигания с высоким содержанием серы в атмосферу выбрасывается SO_2 , провоцирующий в дальнейшем выпадение кислотных дождей, наносящих огромный ущерб окружающей среде [2].

Неорганическая сера встречается в железосодержащих сульфидных минералах, может окисляться микроорганизмами группы тионовых бактерий (*Thiobacillus Ferrooxidans*, *Thiobacillus Thiooxidans*) по различным механизмам до сульфат-ионов или до элементной серы. Технология с сульфидоокисляющими бактериями реализована в промышленном масштабе для удаления сероводорода из биогаза и природного газа, способна удалить серу за короткий промежуток времени. Учитывая, что попутчиками угля являются ценные металлы, то при его микробной десульфуризации можно попутно удалить их и решить не только экологические проблемы, но и получить дополнительный экономический эффект. А органическую серу, встраиваемую в структуру матрицы угля и образующую ковалентную связь C-S, можно расщепить с помощью грибов и гетеротрофных бактерий [11, 12].

Разработан способ обработки угля с участием микроорганизмов – биооживление (солюбилизация), заключающийся в переводе низкосортных углей в суспензированные продукты, обладающие хорошими физико-химическими и энергетическими свойствами. Из-за сложности структуры угля способ недостаточно изучен, но, судя по публикациям, он является достаточно перспективным [13].

Микробиологический способ борьбы с метаном в угольных шахтах

Все традиционные способы борьбы с метаном хороши на неглубоких горизонтах. С ростом глубины возникают трудности обеспечения высокого уровня добычи и безопасности условий труда. В качестве альтернативы можно использовать широко распространенные микробы, сосредоточенные в разломах и трещинах у земной поверхности. Эти микробы создают препятствия на пути метана, разрушая его с использованием углерода для построения своих клеток. В основе этого способа борьбы с метаном лежит биохимический процесс поглощения газа метаноокисляющими бактериями *Methylococcus capsulatus* [14, 15].

Использование микроорганизмов в качестве «микробных барьеров»

Известно, что для строительства городских подземных сооружений в сложных гидрогеологических условиях применяют специальные методы их укрепления с помощью гидроизоляции, в состав которой входят такие потенциально высокотоксичные вещества как фенол, формальдегид и эпихлоргидрин. Под действием грунтовых вод они могут мигрировать далее в грунтовый массив. Например, миграция формальдегида из различных материалов для химического укрепления может достигать 0,01-0,8 мг в течение часа. С целью предотвращения дальнейшей миграции химических веществ возможно использование штамма бактерии как «микробный барьер», использующий токсиканты в качестве субстрата для питания. В результате применения «микробных барьеров» получим не только направленную биодеградацию загрязнения, но и огромный потенциал для снижения риска миграции токсикантов [16].

ВЫВОДЫ

Из анализа рискообразующих факторов следует, что предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых подвержены воздействию природных биоценозов, населяющих приповерхностные участки месторождений, поровое пространство рудных тел и вмещающих пород в аэробных и анаэробных условиях, в самых неблагоприятных условиях (широкой области pH, при высоких температурах и давлениях). Происходящие бактериальные окислительные процессы приводят к повышению геологических и геотехнических рисков.

До настоящего времени в горной промышленности не уделяется достаточного внимания бактериальным окислительным процессам, приводящим к повышению экологической опасности объектов и являющихся факторами экологического и технического риска. В связи с этим предварительно, до промышленного освоения месторождения, на стадии проектирования возникает необходимость мониторинга биоценозов в грунтах, прогнозирования и предупреждения развития нежелательных биоценозов. Мониторинг биоценозов должен быть включен в комплекс мероприятий по безопасности ведения горных работ с прогнозированием их влияния на подземные несущие конструкции – крепи горных выработок, закладочный материал. Применение такой предупредительной меры позволит минимизировать риски на горных предприятиях.

Несмотря на то, что биогеотехнологии направлены на снижение экологических и технических рисков, их применение требует жесткого биологического контроля динамики численности микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности.

Список литературы

1. Скопинцева О.В., Баловцев С.В. Оценка влияния аэродинамического старения выработок на аэрологические риски на угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 6-1. С. 74–83.
2. Колесникова Л.А., Новиков А.С. Анализ существующих методик оценки экологических рисков промышленных предприятий // Уголь. 2019. № 4. С. 97-100. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-97-100.
3. Interactions in multispecies biofilms: do they actually matter / M. Burmolle, D. Ren, T. Bjarnsholt et al. // Trends in Microbiology. 2014. Vol. 22. No. 2, P. 84-91.
4. Kulikova E.Yu. Estimation of factors of aggressive influence and corrosion wear of underground structures // Materials Science Forum. 2018. Vol. 931. P. 385-390.
5. Дашко Р.Э., Романов И.С. Прогнозирование горно-геологических процессов на основе анализа подземного пространства рудника Купол как многокомпонентной системы (Чукотский автономный округ, Анадырский район) // Записки Горного института. 2021. Т. 247. С. 20-32.
6. Колотова О.В., Могилевская И.В. Процессы микробного биоповреждения в подземных горных выработках // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 2. С. 44-66.
7. Etemadifar Z., Etemadzadeh S.S., Emtiazi G.A Novel approach for bioleaching of sulfur, iron, and silica impurities from coal by growing and resting cells of Rhodococcus spp // Geomicrobiology journal. 2019. Vol. 36. No. 2. P. 123-129.
8. Alekseev I.V., Dashko R.E., Microbially-Induced Corrosion of Structural Materials in Underground Workings of the Yakovlev's Mine (Kursk Magnetic Anomaly, Russia) // Biosciences biotechnology research Asia. 2017. Vol. 14. No. 1. P. 167-175.
9. Максимович Н.Г., Деменев А.Д., Хмурчик В.Т. Трансформация минерального состава дисперсного грунта в условиях микробиологического воздействия // Вестник Пермского университета. Геология. 2021. Т. 20. № 1. С. 24-32.
10. Харламова Т.А., Алафердов А.Ф., Бахир В.М. Обогащение золотосодержащих руд методом гидрохлорирования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 3. С.108-117.
11. Optimization of the coal bacterial desulfurization using mathematical methods / I.A. Blayda, N.Yu. Vasylieva, T.V. Vasylieva et al. // Biotechnologia Acta. 2018. Vol. 11. No. 6. P. 55-66.
12. Etemadifar Z., Etemadzadeh S.S., Emtiazi G.A. Novel approach for bioleaching of sulfur, iron, and silica impurities from coal by growing and resting cells of Rhodococcus spp // Geomicrobiology journal. 2019. Vol. 36. No. 2. P. 123-129.
13. Microbial enhancing coal-bed methane generation potential, constraints and mechanism – a mini-review / Y. Bao, H. Huang, D. He et al. // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 35. P. 68-78.
14. Зиновьева О.М., Колесникова Л.А., Меркулова А.М., Смирнова Н.А. Анализ экологических проблем в угледобывающих регионах // Уголь. 2020. № 10. С. 62-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.
15. Куликова Е.Ю. Оценка экологичности полимерных материалов в подземном строительстве // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 3. С. 28-31. DOI:10.18412/1816-0395-2016-3-28-31.
16. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries / A.E. Filin, O.M. Zinovieva, L.A. Kolesnikova et al. // Eurasian Mining. 2018. No. 1. P. 31-34.

Original Paper

UDC 622.82 © A.A. Kulikova, T.A. Kharlamova, E.I. Khabarova, A.M. Kovaleva, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 67-71
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-67-71>

Title**ON THE ISSUE OF ASSESSING THE IMPACT OF MICROBIOLOGICAL BIOCENOSES ON THE GEOECOLOGICAL AND GEOTECHNICAL RISKS OF MINING ENTERPRISES****Authors**

Kulikova A.A.¹, Kharlamova T.A.², Khabarova E.I.³, Kovaleva A.M.¹

¹ National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

² MGOU, Moscow, 105005, Russian Federation

³ Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies, MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119234, Russian Federation

Authors Informa **Kulikova A.A.**, Senior Lecturer,

e-mail: alexaza@mail.ru

Kharlamova T.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Theoretical and Applied Chemistry, e-mail: 9168787573@mail.ru

Khabarova E.I., PhD (Chemical.), Assistant Professor,

e-mail: khabarova@mitht.ru

Kovaleva A.M., student, e-mail: asya-kovaleva@yandex.ru

Abstract

The widespread occurrence of microorganisms in the underground space is associated with the high adaptation of microorganisms to changing conditions due to the simplicity of their genetic apparatus and the "built-in" mechanism of resistance to various factors, as well as the ability to use various food sources. Therefore, the study of the role of microorganisms in natural and man-made environments makes it possible to use them for solving environmental problems. By varying the conditions for the existence of microorganisms in underground workings, it is possible to capture methane, which is the cause of gas-dynamic phenomena, remove sulfur-containing compounds from coals to prevent acid gas emissions during their combustion, create biogeochemical filters to prevent the spread of harmful substances in the mountain range and groundwater, conduct a more environmentally friendly and deep mining, significantly reducing the potential geoecological and geotechnical risks of mining.

Keywords

Chemolithoautotrophs, Geochemical activity of microorganisms, Acidification of media, Biocorrosion, Desulfurization, Biodegradation.

References

- Skopintseva O.V. & Balovtsev S.V. Evaluation of the influence of aerodynamic aging of production on aerological risks on coal mines. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2020, (6-1), pp. 74-83. (In Russ).
- Kolesnikova L.A. & Novikov A.S. The analysis of the existing techniques of assessment of environmental risks. *Ugol'*, 2019, (4), pp. 97-100. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-97-100.
- Burmolle M., Ren D., Bjarnsholt T. & Sorensen S.J. Interactions in multispecies biofilms: do they actually matter. *Trends in Microbiology*, 2014, Vol. 22, (2), pp. 84-91.
- Kulikova E.Yu. Estimation of factors of aggressive influence and corrosion wear of underground structures. *Materials Science Forum*, 2018, (931), pp. 385-390.
- Dashko R.E. & Romanov I.S. Forecasting of mining and geological processes based on the analysis of the underground space of the Kupol deposit as a multicomponent system (Chukotka Autonomous Region, Anadyr district). *Journal of Mining Institute*, 2021, (247), pp. 20-32. (In Russ).
- Kolotova O.V. & Mogilevskaya I.V. The microbial bio-damage processes in the underground galleries. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2020, (2), pp. 44-66. (In Russ).

7. Etemadifar Z., Etemadzadeh S.S. & Emtiazi G.A. Novel approach for bi-leaching of sulfur, iron, and silica impurities from coal by growing and resting cells of *Rhodococcus* spp. *Geomicrobiology journal*, 2019, Vol. 36, (2), pp. 123-129.

8. Alekseev I.V. & Dashko R.E., Microbially-Induced Corrosion of Structural Materials in Underground Workings of the Yakovlev's Mine (Kursk Magnetic Anomaly, Russia). *Biosciences biotechnology research Asia*, 2017, Vol. 14, (1), pp. 167-175.

9. Maksimovich N.G., Demenev A.D. & Khmurchik V.T. Transformation of the Mineral Composition of Dispersed Soil under Microbiological Impact // *Vestnik Permskogo yuniversiteta. Geologiya*, 2021, Vol. 20, (1), pp. 24-32. (In Russ).

10. Kharlamova T.A., Alafedov A.F. & Bakhir V.M. Enrichment of gold-containing ore by method of hydrochlorination. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, (3), pp. 108-117. (In Russ).

11. Blayda I.A., Vasylieva N.Yu., Vasylieva T.V., Sliusarenko L.I. & Dzhambek O.I. Optimization of the coal bacterial desulfurization using mathematical methods. *Biotechnologia Acta*, 2018, Vol. 11, (6), pp. 55-66.

12. Etemadifar Z., Etemadzadeh S.S. & Emtiazi G.A. Novel approach for bi-leaching of sulfur, iron, and silica impurities from coal by growing and resting cells of *Rhodococcus* spp. *Geomicrobiology journal*, 2019, Vol. 36, (2), pp. 123-129.

13. Bao Y., Huang H., He D., Ju Y. & Qi Y. Microbial enhancing coal-bed methane generation potential, constraints and mechanism – a mini-review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2016, (35), pp. 68-78.

14. Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A., Merkulova A.M. & Smirnova N.A. Analysis of environmental problems in coal-mining regions. *Ugol'*, 2020, (10), pp. 62-67. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.

15. Kulikova E.Yu. Assessment of polymer materials environmental compatibility in underground development. *Ecology and Industry of Russia*, 2016, Vol. 20, (3), pp. 28-31. (In Russ). DOI: 10.18412/1816-0395-2016-3-28-31.

16. Filin A.E., Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A. & Merkulova A.M. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries. *Eurasian Mining*, 2018, (1), pp. 31-34.

For citation

Kulikova A.A., Kharlamova T.A., Khabarova E.I. & Kovaleva A.M. On the issue of assessing the impact of microbiological biocenoses on the geoecological and geotechnical risks of mining enterprises. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 67-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-67-71.

Paper info

Received January 13, 2022

Reviewed February 1, 2022

Accepted March 22, 2022

Повышение эффективности денитрации сорбента при геотехнологии урана

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-72-76>

ОМИРГАЛИ А.К.

Докторант НАО КазННТУ им. К.И. Сатпаева,
050046, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: armanbek@inbox.ru

АЛИЕВ С.Б.

Академик НАН РК,
доктор техн. наук, профессор,
старший научный сотрудник
ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: alsamat@gmail.com

ЮСУПОВ Х.А.

Доктор техн. наук, член кор. НАН РК,
профессор НАО КазННТУ им. К.И. Сатпаева,
050046, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: k.yussupov@satbayev.university

АБЕН Е.Х.

Канд. техн. наук, ассоциированный профессор
НАО КазННТУ им. К.И. Сатпаева,
050046, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: y.aben@satbayev.university

АХМЕТКАНОВ Д.К.

Канд. техн. наук, ассоциированный профессор
НАО КазННТУ им. К.И. Сатпаева,
050046, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: d.akhmetkanov@satbayev.university

Применение метода подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) при разработке месторождений урана в сравнении с горными способами, традиционно применяемыми ранее, в значительной степени сокращает ущерб, наносимый окружающей среде. При ПСВ откачиваемый из скважины продуктивный раствор проходит стадии сорбции и десорбции при этом при десорбции применяют нитраты. Для повторного использования сорбентов после десорбции необходимо удаление нитратов раствором с повышенной концентрацией кислоты. Анализ результатов денитрации, даже при повышенной концентрации серной кислоты, показал низкую степень денитрации. Это приводит к ухудшению сорбционных свойств смолы по урану, потере нитрат-ионов и, как следствие, повышенному расходу аммиачной селитры и серной кислоты. Поэтому была предложена технология обработки промывочного раствора на специальной установке. В статье приведены результаты лабораторных исследований по денитрации (промывке) синтетического ионообменного сорбента с применением обработанного раствора на модельной установке. Для сравнения полученных результатов проведены промышленные испытания, для чего была изготовлена опытно-промышленная установка для обработки раствора. Если в лабораторных условиях повышение степени денитрации составило 17-33,7%, то при опытно-промышленных испытаниях – 7%.

Ключевые слова: скважинное выщелачивание, синтетический ионообменный сорбент, денитрация, нитрат-ионы, активация, ионообменная смола, сорбция, десорбция.

Для цитирования: Повышение эффективности денитрации сорбента при геотехнологии урана / А.К. Омиргали, С.Б. Алиев, Х.А. Юсупов и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 72-76. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-72-76.

ВВЕДЕНИЕ

До последнего времени месторождения с бедными рудами, несущими в себе запасы урана, не были вовлечены в промышленную разработку традиционными способами добычи по технико-экономическим соображениям. Проблема разработки месторождений, представленных бедными рудами, имеющая большое народнохозяйственное значение, к настоящему времени в значительной степени решена [1]. В последнее десятилетие были проведены большие работы по разработке и внедрению в промышленных масштабах геотехнологической добычи ура-

на, получившей название метода подземного скважинно-го выщелачивания (ПСВ) [2, 3]. На некоторых предприятиях метод ПСВ стал основным при добыче урана. Нет сомнения, что число таких предприятий в будущем увеличится. Сырьевую базу предприятий, добывающих уран методом ПСВ, в настоящее время составляют главным образом бедные месторождения гидрогенного генезиса, залегающие в водопроницаемых песчано-глинистых отложениях депрессионных зон земной коры [4, 5], что является причиной низкого содержания урана в продуктивном растворе. В области добычи урана проводятся научно-исследовательские работы для повышения эффективности как процесса выщелачивания [6], так и процесса переработки продуктивного раствора [7, 8].

Вместе с тем технологическая схема переработки продуктивных растворов включает процессы сорбции, десорбции и денитрации сорбентов. Сорбция проводится на анионитах в сорбционных напорных колоннах типа СНК-3м, донасыщение насыщенного сорбента продуктивными растворами – в зонах донасыщения колонн СДК-1500, противоточная нитратная десорбция урана – в зонах десорбции колонн СДК-1500, денитрация и промывка сорбента – в колоннах типа КИ/ДНК-2000, а загрузка регенерированного сорбента – в колоннах СНК-3м [9, 10]. На руднике в основном применяют пористые аниониты АВ, АН, исследования были проведены маркой АН с размером зерен 0,63-2,0 мм, полная обменная емкость (ПОЭ) по хлор-иону – 2,7-4,8 мг-экв/г.

В настоящее время после денитрации остаточное содержание нитрат-иона в сорбенте находится в пределах 6-11%, при этом концентрация серной кислоты изменяется в пределах 26-36%, то есть степень денитрации явно недостаточна. Это приводит к ухудшению сорбционных свойств смолы по урану, потере нитрат-ионов и, как следствие, повышенному расходу аммиачной селитры и серной кислоты.

На процесс денитрации основное влияние оказывает концентрация серной кислоты. С увеличением содержания последней степень денитрации значительно возрастает.

С другой стороны, повышение концентрации серной кислоты в денитрирующем растворе приводит к повышению ее содержания в маточнике денитрации и себестоимости процесса. Поэтому для устранения этих недостатков предложена технология активации денитрирующего и выщелачивающего растворов до подачи их в денитрационную колонну [11, 12].

Активация выщелачивающего раствора – увеличение химической активности раствора после его обработки в кавитационной установке [13]. В результате механического воздействия (кавитации) на сплошные среды изменяется их структура и температура, что сопровождается разрывом связей между атомами и разрушением кристаллической решетки [14].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения лабораторных исследований была смоделирована денитрационная установка, которая состоит из насоса, колонны для денитрации, емкости для денитрационного раствора и сливной емкости. Основные задачи, решаемые при проведении лабораторных исследований – получение сравнительных данных активности

сернокислотного раствора и определение необходимой степени активации раствора для денитрации.

Смола для денитрации была разделена на 10 навесок весом по 50 г. Анализ среднего содержания нитратов в навесках составил 186 г/л. Указанная навеска была размещена в колонну для денитрации, затем сверху подавался денитрационный раствор. Вначале лабораторные исследования проводились без активаций раствора, затем с активацией. Активация раствора проводилась на специальной лабораторной установке [15], которая состоит из проточного кавитатора, насоса и емкости для раствора. Проточный кавитатор представляет собой трубку специальной конструкции с сужением для изменения давления раствора. Промывочный раствор пропусклся через проточный кавитатор и далее использовался для денитрации. Лабораторные испытания были проведены с применением изготовленной установки для активации раствора.

На модельной денитрационной установке время промывки составило 120 мин, концентрацию серной кислоты изменяли от 20 до 25 г/л, время активации – 4 и 8 мин, соотношение Ж/Т – 1,8. После промывки смолы денитрированная смола отправлялась в лабораторию рудника для определения остаточной концентрации нитрата.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты лабораторных исследований, проведенных на модельной установке по денитрации, приведены в таблице.

При обработке данных таблицы получены изменения содержания нитрата в смоле от времени активации и промывки при концентрации серной кислоты 20 г/л и 25 г/л (рис. 1).

Как следует из таблицы, при концентрации серной кислоты 20 г/л и времени промывки в течение 120 мин, активация раствора через 4 мин приводит к снижению содержания нитрата в среднем на 33,5% больше, чем при традиционной технологии, а дальнейшее повышение активации раствора до 8 мин – к снижению содержания нитрата в смоле по сравнению с традиционной на 35%.

При повышении концентрации серной кислоты до 25 г/л и времени промывки в течение 120 минут активация раствора через 4 мин приводит к снижению содержания нитрата по сравнению с традиционной технологией в среднем на 18,5%, а дальнейшее повышение времени актива-

Результаты лабораторных исследований на модельной установке денитрации

Время активации, мин	Концентрация H ₂ SO ₄ , г/л	Время промывки, мин	Концентрация нитрата в смоле, г/л
Без активации	20	120	137,8
4	20	120	91,3
4	20	120	92,0
8	20	120	89,6
8	20	120	87,8
Без активации	25	120	68,9
4	25	120	55,1
4	25	120	57,2
8	25	120	65,8
8	25	120	63,3

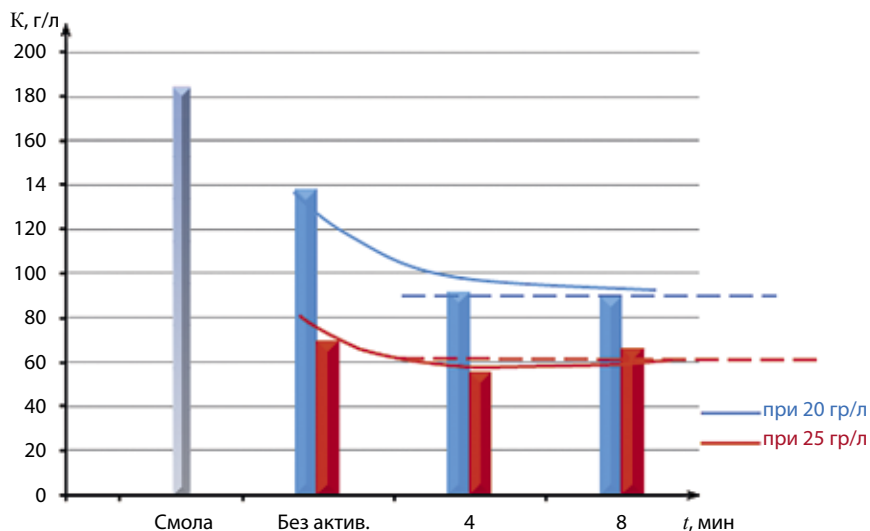


Рис. 1. Изменение содержания нитрата в смоле от времени активации и промывки при концентрации серной кислоты 20 г/л и 25 г/л.



Рис. 2. Устройство для активации раствора: 1 – входной патрубок; 2 – выходной патрубок; 3 – электродвигатель; 4 – генераторный блок; 5 – платформа

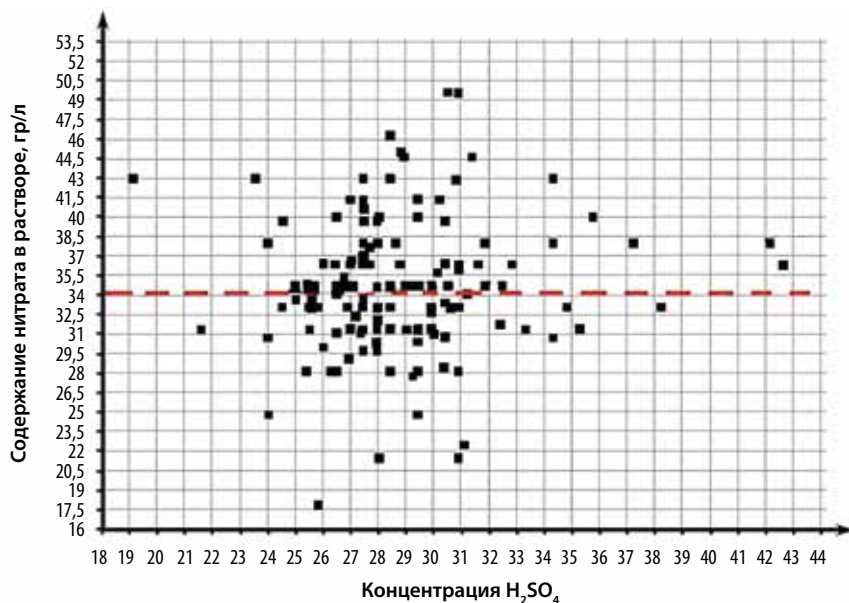


Рис. 3. Статистические данные содержания нитратов в промывочном растворе, по данным лаборатории рудника, при базовой технологии от концентрации серной кислоты

ции приводит к незначительному снижению содержания нитратов в смоле, которое составляет 4,5%.

Установка для активации раствора была изготовлена на объем подаваемого раствора 15 м³/ч на три денитрационные колонны, однако за время проведения лабораторных исследований на руднике были установлены еще две колонны, и объем подаваемого раствора увеличился и составил 22,5 м³/ч, что в 1,5 раза больше первоначального объема. Кроме того, был изменен режим денитрации сорбента. Первоначально промывочный раствор с остаточной кислотностью, после доукрепления повторно подавался для денитрации. Теперь же готовится свежий раствор, а отработанный раствор не подается в линию денитрации, то есть остатки активированного раствора, на который рассчитывали, повторно не используется, поэтому надо было уже на стадии промышленных испытаний менять режим активации.

Для промышленного испытания была изготовлена установка (рис. 2) для активации раствора с блоком управления мощностью привода 3 кВт, которая была подключена на линию подачи серной кислоты в цехе. Устройство смонтировано на платформе 5, где соосно расположены генераторный блок 4 с входящим патрубком 1, выходящим патрубком 2 и электродвигатель 3, приводящий во вращательное движение ротор генераторного блока. Пуск и остановка производятся блоком управления активатором.

Для сравнения результатов промышленных испытаний были собраны статистические данные по денитрации смолы как при базовой технологии, так и при активации раствора.

Всего было обработано 144 данных при базовой технологии и 90 данных при предлагаемой технологии. При этом определяли только содержание нитрата в растворе после промывки в зависимости от концентрации серной кислоты. На рис. 3 и рис. 4 приведены фактические статистические данные содержания нитратов в промывочном растворе по данным лаборатории рудника при базовой и предлагаемой технологиях.

Как следует из рис. 3, при изменении концентрации серной кислоты

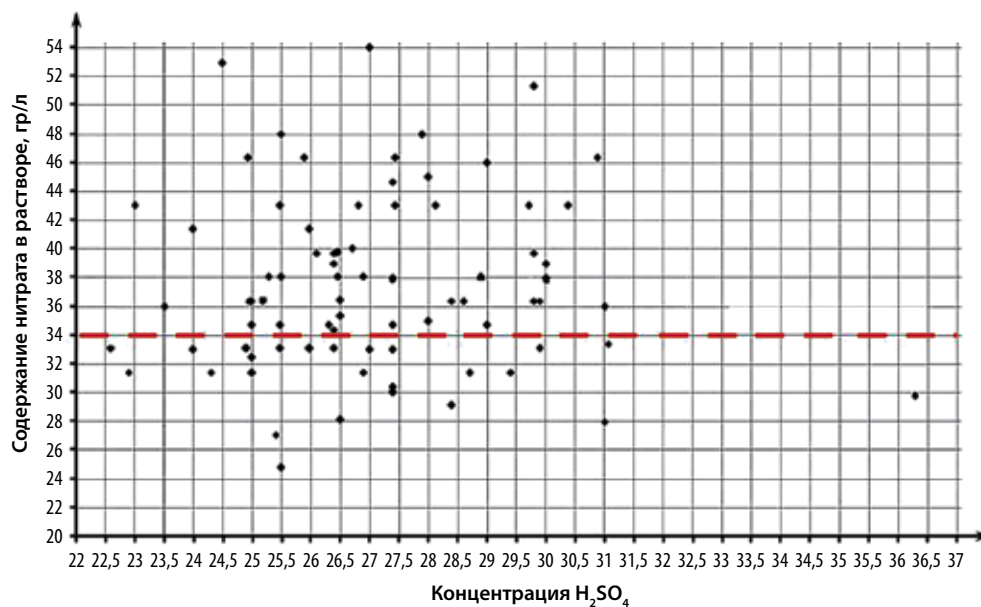


Рис. 4. Статистические данные содержания нитратов в промывочном растворе, по данным лаборатории рудника, при активации раствора от концентрации серной кислоты

от 19 до 46 г/л содержание нитрата в растворе после промывки изменяется от 17,8 до 46 г/л и в среднем составляет 34,5 г/л. В основном концентрация серной кислоты находилась в пределах от 25 до 32 г/л. При этом наблюдается повышение содержания нитрата в растворе после промывки с увеличением концентрации серной кислоты.

При изменении концентрации серной кислоты от 22,6 до 36,3 г/л содержание нитрата в растворе после промывки изменяется от 24,8 до 54 г/л и в среднем составляет 36,96 г/л. В основном концентрация серной кислоты находится в пределах от 25 до 30 г/л. При этом наблюдается повышение содержания нитрата в растворе после промывки от 34 до 38 г/л с увеличением концентрации серной кислоты от 22,5 до 30 г/л. В среднем, при активации раствора содержание нитрата в растворе снижается на 7% по сравнению с базовой технологией.

ВЫВОДЫ

Проведенными лабораторными исследованиями на смоделированной денитрационной установке получена необходимая степень активации 4 мин, что снижает содержание нитрата в смоле по сравнению с базовой технологией от 17 до 33,7% в зависимости от концентрации серной кислоты.

Опытно-промышленные испытания установки показали, что при базовой технологии степень денитрации в среднем составляет 43%, а при активации раствора – 49%. Причем указанный результат получен при концентрации активированной серной кислоты 25 г/л, а при базовой технологии – от 26 г/л и выше (в основном 29 г/л).

В среднем при активации раствора, содержание нитрата в растворе снижается на 7% по сравнению с базовой технологией.

Список литературы

1. Голик В.И., Култышев В.И. История и перспективы выщелачивания урана // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 7. С. 138-143.

2. Analyzing a denitration process in the context of underground well uranium leaching / Kh. Yussupov, E. Aben, A. Omirgali et al. // Mining of Mineral Deposits. 2021. Vol. 15. Is. 1. P. 127-133.
3. Левшенков В.Н. К вопросу контроля и автоматического управления процессом десорбции урана. В сборнике статей: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Ставрополь, 2016. С. 297-302.
4. Бердалиев Б.А. Повышение эффективности функционирования уранодобывающего предприятия на основе моделирования и оптимизации процессов добычи и переработки продуктивных растворов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 2. С. 208-214.
5. Mining impact on environment on the North Ossetian territory / O.G. Burdzieva, V.B. Zaalishvili, O.G. Beriev et al. // International Journal of GEOMATE. 2016. Vol. 10. P.1693-1697.
6. Mottahedi A., Ataei M. Fuzzy fault tree analysis for coal burst occurrence probability in underground coal mining // Tunnelling and Underground Space Technology. 2019. Vol. 83. P. 165-174.
7. Экспериментальное изучение сорбции некоторых ионов тяжелых металлов на природных материалах / В.В. Шакирова, О.С. Садомцева, В.В. Елина и др. // Апробация. 2014. № 8. С. 60-62.
8. Stabilization of hydrogen peroxide used as oxidizing agent in the in-situ leaching of uranium from Arkosic sandstone / Kh. Yahya, Kh. Abbas, S.Sh. Syed et al. // Journal of the Chemical Society of Pakistan. 2011. Vol. 4, No. 33. P. 474-480.
9. Монгуш Г.Р. Применение биотехнологии для переработки месторождений полезных ископаемых Тувы // Новые исследования Тувы. 2010. № 1. С. 228-242.
10. Денитрация отработанной серной кислоты / Ким П.П., Перетрутов А.А., Ким В.П. и др. // Химическая промышленность сегодня. 2013. № 8. С. 9-10.
11. Повышение извлечения металла на основе активации выщелачивающего раствора. / Е.Х. Абен, С.Т. Рустемов, Г.Б. Бахмагамбетова и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 12. С. 169-179.
12. Интенсификация процесса подземного скважинного выщелачивания урана на основе создания модульного перерабатывающего комплекса / Б.О. Дуйсебаев, М.Н. Копбаева, Е.Н. Панова и др. // Химическая промышленность. 2008. Т. 85. № 5. С. 256-261.

13. Юсупов Х.А., Омиргали А.К., Абен Х.Х. Применение механической активации промывочного раствора сорбента при скважинном выщелачивании урана // Горный журнал Казахстана. 2020. № 9. С. 6-9.
14. О динамике кавитационных потоков и методике расчета начала кавитации в гидродинамических системах / И.А. Аширбеков, А.Н. Абдуллаев, А.М. Холиков и др. / Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях. Материалы IV-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, 2015. С. 136-138.
15. Problems of sorbent washing when processing uranium ore / Kh.A. Yussupov, A.K. Omirgali, Kh. Aben et al. / Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Ivano-Frankivsk, 2020. April 1–3. P. 115.

Original Paper

UDC 622.234.42 © A.K. Omirgali, Kh.A. Yussupov, S.B. Aliev, E.Kh. Aben, D.K. Akhmetkhanov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 72-76
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-72-76>

Title

IMPROVING THE EFFICIENCY OF DENITRATION OF SORBENT SOLUTION IN URANIUM GEOTECHNOLOGY

Authors

Omigali A.K.¹, Aliev S.B.², Yussupov Kh.A.¹, Aben E.Kh.¹, Akhmetkhanov D.K.¹

¹ K.I. Satbayev KazNRTU, Almaty, 050046, Republic of Kazakhstan

² Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

Authors Information:

Omigali A.K., Ph.D student, e-mail: armanbek@inbox.ru

Aliev S.B., Academician of the National Academy of Sciences Republic of Kazakhstan, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior Researcher, e-mail: alsamat@gmail.com

Yussupov Kh. A., Doctor of Engineering Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences Republic of Kazakhstan, Professor, e-mail: k.yussupov@satbayev.university

Aben E.Kh., PhD (Engineering), Associate professor, e-mail: y.aben@satbayev.university

Akmetkhanov D.K., PhD (Engineering), Associate professor, e-mail: d.akhmetkhanov@satbayev.university

Abstract

The use of the method of in-situ leaching in the development of uranium deposits in comparison with mining methods traditionally used earlier significantly reduces the damage caused to the environment. With in-situ leaching, the productive solution pumped out of the well undergoes the stages of sorption and desorption, while nitrates are used for desorption. To reuse sorbents after desorption, it is necessary to remove nitrates with a solution with an increased concentration of acid. The analysis of the denitration results, even with an increased concentration of sulfuric acid, showed a low degree of denitration. This leads to deterioration of the sorption properties of the resin for uranium, loss of nitrate ions and, as a consequence, increased consumption of ammonium nitrate and sulfuric acid. Therefore, the technology of activation of the washing solution was proposed. The article presents the results of laboratory studies on denitration (washing) of a synthetic ion-exchange sorbent using an activated solution on a model installation. To compare the results obtained, industrial tests were carried out, for which a pilot plant for activating the solution was manufactured. If in laboratory conditions the increase in the degree of denitration was 17-33,7%, then in pilot tests – 7%.

Keywords

In-situ leaching, Synthetic ion exchange sorbent, Denitration, Nitrate ions, Activation, Ion exchange resin, Sorption, Desorption.

References

- Golik V.I. & Kultyshev V.I. History and prospects of uranium leaching. Mining information and analytical bulletin, 2011, (7), pp. 138-143. (In Russ).
- Yussupov Kh., Aben E., Omirgali A. & Rakhmanberdiy A. Analysis of the denitration process in the context of underground borehole leaching of uranium. Development of mineral deposits, 2021, Vol. 15, (1), pp. 127-133.
- Levshenkov V.N. On the issue of control and automatic control of the process of uranium desorption. In collection of articles: Innovative directions of development in education, economics, engineering and technology. Stavropol, 2016. pp. 297-302. (In Russ).
- Berdaliev B.A. Improving the efficiency of the uranium mining enterprise on the basis of modeling and optimization of the processes of extraction

and processing of productive solutions. Mining information and analytical bulletin, 2018, (2), pp. 208-214. (In Russ).

5. Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Kanukov A.S. & Maysuradze M.V. The impact of the mining industry on the environment in the territory of North Ossetia. International Journal GEOMATE. 2016. (10), pp. 1693-1697.

6. Mottahedi A., Atai M. Fuzzy analysis of the fault tree to determine the probability of a coal explosion during underground coal mining. Tunneling and underground space technologies, 2019, (83), pp.165-174.

7. Shakirova V.V., Sadomtseva O.S., Elina V.V., Blokhina E.V., Tsaplin D.E. & Beisova R.N. Experimental study of sorption of some heavy metal ions on natural materials. Approbation, 2014, (8), pp. 60-62. (In Russ).

8. Yahya H., Abbas H., Syed S.S., Gulzar H., Gulraiz F. & Muhammad S. Stabilization of hydrogen peroxide used as an oxidizer when leaching uranium in situ from arkose sandstone. Journal of the Chemical Society of Pakistan, 2011, Vol. 4, (33), pp. 474-480/

9. Mongush G.R. Application of biotechnology for processing mineral deposits of Tuva. New studies of Tuva, 2010, (1), pp. 228-242. (In Russ).

10. Kim P.P., Peretrutov A.A., Kim V.P. & Komarov V.A. Denitration of spent sulfuric acid. Chemical industry today, 2013, (8), pp. 9-10. (In Russ).

11. Aben E.Kh., Rustemov S.T., Bakhmagambetova G.B. & Akhmetkhanov D.K. Enhanced metal extraction based on activation of a leaching solution. Mining Information and Analytical Bulletin, 2019, (12), pp. 169-179. (In Russ).

12. Duisebaev B.O., Kopbaeva M.N., Panova E.N., Smilov E.K. & Kantbekuly M. Intensification of the process of underground borehole leaching of uranium based on the creation of a modular processing complex. Chemical industry, 2008, Vol. 85, (5), pp. 256-261. (In Russ).

13. Yussupov Kh.A., Omirgali A.K., Aben E.H. Application of mechanical activation of sorbent washing solution during borehole leaching of uranium. Mining Journal of Kazakhstan, 2020, (9), pp. 6-9. (In Russ).

14. Ashirbekov I.A., Abdullaev A.N., Kholikov A.M. & Yunusov B.A. On the dynamics of cavitation flows and the methodology for calculating the onset of cavitation in hydrodynamic systems / Actual issues of agricultural science development in modern economic conditions. Materials of the IVth International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, 2015. pp. 136-138. (In Russ).

15. Yussupov Kh.A., Omirgali A.K., Aben E.Kh. & Rakhmanberdiy A.G. Problems of washing sorbents during processing of uranium ore / Materials of the IV International Scientific and Practical Conference. Ivano-Frankivsk, 2020, April 1-3, pp.115.

For citation

Omigali A.K., Aliev S.B., Yussupov Kh.A., Aben E.Kh. & Akhmetkhanov D.K. Improving the efficiency of denitration of sorbent solution in uranium geotechnology. Ugol', 2022, (4), pp. 72-76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-72-76.

Paper info

Received December 20, 2021

Reviewed January 15, 2022

Accepted March 22, 2022

ХVII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР



2022
КАРАГАНДА

28-30
ИЮНЯ



«TNT EXPO, LLC»
тел.: +7 (727) 344 00 63
e-mail: mintek@tntexpo.com

www.miningweek.kz



7-10 июня 2022
Новокузнецк

XXX Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

XII Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VII Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк

т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

12+