

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРGETИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

5-2023

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДЫ



РЕЗЕРВУАРЫ, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ


ДЛЯ НУЖД ПОЖАРОТУШЕНИЯ
И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

РЕКЛАМА

FLAMAX

127273, Москва, Алтуфьевское шоссе, 44
+7 (495) 649-62-69, 8 (800) 200-62-69
www.flamax.ru





**ВОДНО-ШЛАМОВАЯ
СИСТЕМА,
КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ФАБРИКИ**



Главный редактор
МОЧАЛЬНИКОВ С.В.
Канд. экон. наук,
заместитель министра энергетики
Российской Федерации

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
КОЛИКОВ К.С.,
доктор техн. наук
ЛИТВИНЕНКО В.С.,
доктор техн. наук, профессор
МОХНАЧУК И.И., 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»

МАЙ**5-2023** /1167/**УГОЛЬ****УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ**

Приветствия участникам Международных специализированных выставок: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и специализированной выставки «Промтехэкспо» от министра энергетики Российской Федерации Н.Г. Шульгинова и губернатора Кемеровской области – Кузбасса С.Е. Цивилева	4
«Уголь России и Майнинг – 2023»: «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!»	6
Панов А.А.	
Угольная отрасль Кузбасса – надежная энергетическая опора России	13

ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА

Небратенко Г.Г., Смирнова И.Г., Фойгель Е.И., Глушенко Д.В.	
Кемеровская область – Кузбасс на пути к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне	16
Памяти легендарного летчика Александра Мартыновича Будькова	22
Слепок эпохи: в Углеродском краеведческом музее	23
Басов М.Д.	
О перспективах бизнеса	24
Федоров А.В.	
Итоги работы в 1 квартале 2023 г.	25
Елисеев Д.И.	
IMS: самосвал под контролем	26
Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе «Уголь-Курьер»	30
Хроника. События. Факты. Новости	32

ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Агафонов В.В., Маскаев К.В., Бычков А.С., Алимов В.А.	
Концептуальные основы методологии проектирования угольных производств с когенерационными технологиями	34

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Павленко М.В., Мерзляков В.Г., Синицкая Е.В., Флорова И.А., Адигамов Д.А.	
Роль вибрационного воздействия в трещинообразовании и газоотдаче из низкопроницаемого угольного пласта	37
Зубов В.П., Тхан Ван Зуи, Федоров А.С.	
Технология подземной разработки мощных пластов угля с низкими прочностными характеристиками	41

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Черских О.И., Галимьянов А.А., Корнеева С.И., Мишнев В.И.	
Уточненная формула для определения радиуса опасной зоны по разлету отдельных кусков горной массы при взрывании скважинных зарядов	50
Каинов А.И., Трофимова И.Д., Коркина Т.А., Захаров С.И.	
Методика оценки и планирования эффективности функционирования горнотранспортного комплекса угольного разреза	55

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С.	
Водно-шламовая система фабрики как средство повышения производительности всего предприятия	61
Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В.	
Физико-химическое исследование углей для использования в качестве сырья для технологии получения пеков	63

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Скуфьина Т.П., Хаценко Е.С.	
Тенденции к формированию социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны	68

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 и науки 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:**

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печат 28.04.2023.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 12,5 + обложка.

Тираж 3300 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 4900 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

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

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 126386

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

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2023

БЕЗОПАСНОСТЬ

Филин А.Э., Тертычная С.В., Курносов И.Ю., Колесникова Л.А.

Математическое моделирование массопереноса в коллоидных системах _____ 72**ЭКОЛОГИЯ**

Петров И.В., Меркулина И.А., Харитоновна Т.В.

Научно-методический подход к экологической оценке горнодобывающих и энергетических проектов Арктики _____ 77

Тайлаков О.В., Соколов С.В., Уткаев Е.А., Михалев Д.С.

Алгоритмическое обеспечение цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче _____ 84**ЭКОНОМИКА**

Зонова О.В., Куманеева М.К., Шевелева О.Б.

Факторы современного ценообразования на рынке энергоресурсов _____ 90**ГЕОТЕХНОЛОГИЯ**

Оганесян А.С., Агафонов В.В., Маскаев К.В., Бычков А.С., Алимов В.А.

Сравнительный анализ разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угольном производстве _____ 96**ГЕОТЕХНОЛОГИЯ****Руденко Юрий Федорович (к 75-летию со дня рождения)** _____ 99**Список реклам**

FLAMAX	1-я обл.	ВК «Кузбасская ярмарка»	5
TAPP	2-я обл.	ЛУКОЙЛ	28
АО «СУЭК»	3-я обл.	МУФТА ПРО	36
ОАО «БЕЛАЗ»	4-я обл.	НПП Завод МДУ	54

* * *

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 Q2)**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:

– Интернет-каталог «Пресса России» – 87717; Т7728; Э87717

– Каталог «Урал-Пресс» – 71000; 87776; 007097; 009901

Chief Editor**MOCHALNIKOV S.V.**

Ph.D. (Economic),
Deputy Minister of Energy
of the Russian Federation,
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
KOLIKOV K.S., Dr. (Engineering),
Moscow, 119019, Russian Federation
LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation
MOKHNACHUK I.I., Ph.D. (Economic),
Moscow, 109004, 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

MAY**5' 2023****UGOL' / RUSSIAN
COAL
JOURNAL****UGOL ROSSII & MINING****International specialized exhibitions: "Ugol Rossii & Mining" – 2023** _____ 4**INFORMATION & ANALYTICS**

Nebratenko G.G., Smirnova I.G., Foygel E.I., Glushchenko D.V.

Kemerovo region – Kuzbass on the way to the 80th anniversary of victory in the Great Patriotic war _____ 16**The chronicle. Events. The facts. News** _____ 22

Eliseev D.I.

IMS: dump truck under control _____ 26**Bulletin of operational information about the situation in the coal business** _____ 30**PROSPECTS FOR THE COAL INDUSTRY**

Agafonov V.V., Maskaev K.V., Bychkov A.S., Alimov V.A.

Conceptual foundations of the methodology for designing coal-fired plants with cogeneration technologies _____ 34**UNDERGROUND MINING**

Pavlenko M.V., Merzlyakov V.G., Sinitzkaya E.V., Florova I.A., Adigamov D.A.

The role of vibration impact in fracturing and gas recovery from a low-permeability coal seam _____ 37

Zubov V.P., Than Van Duy, Fedorov A.S.

Technology of underground mining of thick coal seams with low strength properties _____ 41**SURFACE MINING**

Cherskikh O.I., Galimyanov A.A., Korneeva S.I., Mishnev V.I.

Refined formula for determining the radius dangerous zone for the scattering of individual pieces of rock mass during the explosion of borehole charges _____ 50

Kainov A.I., Trofimova I.D., Korkina T.A., Zakharov S.I.

Methodology for assessing and planning the efficiency of the mining and transportation complex functioning at the openpit coal mine _____ 55**COAL PREPARATION**

Lokhov D.S.

The water-sludge system of the factory as a means of increasing the productivity of the entire enterprise _____ 61

Cherkasova T.G., Nevedrov A.V., Papin A.V.

Physical and chemical study of coals to be used as raw materials for the pitch production technology _____ 63**SOCIAL & ECONOMIC ACTIVITY**

Skufina T.P., Khatsenko E.S.

Trends towards the formation of social clusters in the system of the regional economy of the Arctic zone _____ 68**SAFETY**

Filin A.E., Tertychnaya S.V., Kurnosov I.Yu., Kolesnikova L.A.

Mathematical modeling of mass transfer in colloidal systems _____ 72**ECOLOGY**

Petrov I.V., Merkulina I.A., Kharitonova T.V.

Scientific and methodological approach to environmental assessment of mining and energy projects in the Arctic _____ 77

Tailakov O.V., Sokolov S.V., Utkaev E.A., Mikhalev D.S.

Algorithmic support of the digital platform for monitoring fugitive greenhouse gas emissions from coal mining _____ 84**ECONOMIC OF MINING**

Zonova O.V., Kumaneeva M.K., Sheveleva O.B.

The factors of modern pricing in the energy market _____ 90**GEOTECHNOLOGY**

Oganesyan A.S., Agafonov V.V., Maskaev K.V., Bychkov A.S., Alimov V.A.

Comparative analysis of different types of technical means for the implementation of cogeneration technologies in coal production _____ 96**ANNIVERSARIES****Rudenko Yuriy Fedorovich (to a 75-anniversary from birthday)** _____ 99



Уважаемые коллеги!

Россия на протяжении многих лет остается одной из крупнейших в мире горнодобывающих держав. Развитие стратегической горнодобывающей промышленности всегда будет в фокусе внимания государства. Открытый профессиональный диалог на сегодняшний день особенно актуален для единого понимания целей и задач, стоящих перед отраслью.

Уже более 30 лет «Уголь России и Майнинг» является важной международной выставочной и дискуссионной площадкой и одной из лучших платформ для демонстрации самых современных достижений горнодобывающей отрасли и новейших технологий. Ежегодно специалисты делятся экспертным мнением о состоянии горной промышленности и ее приоритетах, знакомят и знакомятся с мировыми трендами, обмениваются опытом и устанавливают деловые контакты. Такие встречи дают стимул для развития отечественным разработчикам технологий и услуг, производителям техники и оборудования, научным коллективам, расширяют границы международного сотрудничества. Особенно это актуально сейчас, когда геополитические реалии ставят перед отраслью новые задачи, меняют вектор развития, выдвигая на первый план вопросы импортозамещения.

Благодарю организаторов за подготовку такого серьезного отраслевого мероприятия. Желаю участникам плодотворной работы, вдохновения и успехов в реализации новых идей и проектов!

С уважением,
Н.Г. Шульгинов,
министр энергетики
Российской Федерации



Уважаемые кузбассовцы и гости нашего региона!

Приветствую вас на XXXI Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIII специализированной выставке «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», VIII специализированной выставке «Недра России», II специализированной выставке «Промтехэкспо»!

Несмотря на вызовы времени, выставки продолжают свою работу, предоставляя предприятиям новые возможности для продвижения бизнеса, вносят ценный вклад в развитие российской горнодобывающей промышленности.

Сегодня расширение производства отечественной продукции – один из ключевых факторов движения вперед, залог устойчивости и конкурентоспособности нашей экономики. В настоящее время главным трендом выставки стало увеличение спектра горно-шахтного оборудования российских производителей. Прошлый год показал, что именно в условиях санкционного давления и ухода отдельных зарубежных компаний из нашей страны отечественные компании получили дополнительный стимул для роста и расширения рынков сбыта собственной продукции.

Участие в выставках такого уровня – это возможность найти новых деловых партнеров, заключить выгодные контракты на поставку продукции, продемонстрировать достижения и промышленный потенциал своего региона. Все это работает на решение важнейшей национальной задачи по созданию собственных технологий, их популяризации и выводу на рынок.

Желаю всем участникам продуктивной работы, успешного обмена опытом и новыми идеями!

С уважением,
С.Е. Цивилев,
губернатор Кузбасса



6-9 июня 2023
Новокузнецк

XXXI Международная специализированная
выставка технологий горных разработок

УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

XIII Международная специализированная выставка

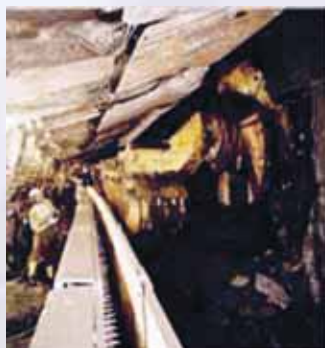
ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VIII Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

II Специализированная выставка

ПРОМТЕХЭКСПО



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, 32-11-18 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

12+

«Уголь России и Майнинг – 2023»: «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!»

2022 г. стал испытанием на прочность для всего реального сектора экономики России, в том числе для горно-металлургической отрасли. Последствия пандемии, санкции, разрыв логистических цепочек, дефицит оборудования и запчастей, необходимость искать новые рынки сбыта – одни из многих вызовов последних двух лет. Самым болезненным испытанием стал дефицит оборудования. Так, приблизительно 80% техники для горнометаллургического сектора поставлялось иностранными компаниями, в том числе из Европы. Подобную ситуацию, с одной стороны, можно воспринимать как «катастрофу», а с другой – как возможность для отечественных производителей, которые получили высвободившуюся нишу для своих продуктов и услуг.

С 6 по 9 июня 2023 г. в выставочном комплексе «Кузбасская ярмарка» вновь откроет двери для посетителей и экспонентов XXXI Международная специализированная выставка технологий горных разработок – «Уголь России и Майнинг». Последние два года ее роль для горно-металлургического сектора возросла в разы, так как она является местом встречи отечественных произво-

**«Уголь России и Майнинг»
была признана
самой крупной выставкой
в России в номинациях
«Выставочная площадь»,
«Профессиональный интерес»,
«Международное признание»
и «Охват рынка»
по тематике
«Природные ресурсы.
Горнодобывающая
промышленность».**

дителей и тех, кому жизненно необходимы решения задач предприятия в условиях жестких внешних ограничений.

«Уголь России и Майнинг» – это главное ежегодное отраслевое событие, посвященное технологиям горных разработок, которое уже 31 год является местом притяжения ведущих российских и зарубежных производителей в «угольном сердце» России – Новокузнецке. Мероприятие объединяет все отрасли горно-рудной промышленности и является уникальной площадкой для демонстрации новейших технологий, организации профессиональных дис-

куссий и обмена опытом, укрепления старых и налаживания новых деловых связей.

За время работы выставка выросла в современный кросс-отраслевой проект, который оказывает большое влияние на развитие добывающих и производственных предприятий не только в России, но и по всему миру. Так, в 2022 г. в выставке приняло участие свыше 450 компаний из 12 стран, выставку посетили 44 398 человек, большая часть из которых — технические специалисты, руководители предприятий, представители научных кругов и государственных структур.





В 2023 г. Новокузнецк отмечает свое 405-летие. За четыре столетия город прошел путь от небольшой крепости до центра тяжелой промышленности всей России, поэтому не случайно, что XXXI выставка будет приурочена к юбилею города.

«Уголь России и Майнинг» объединяет компании, работающие во всех отраслях промышленности, связанных с добывающим сектором экономики. Производители оборудования, спецтехники, инструмента и оснастки, сервисные предприятия, добывающие предприятия и металлургические комбинаты представлены более чем в 30 тематических разделах.

В этом году в Новокузнецке соберутся как промышленные исполины, такие как Копейский машиностроительный завод, компании Ильма, БЕЛАЗ, Хитачи, Камоцци Пневматик, Лукойл, Роснефть, Завод модульных дегазационных установок, Уральский завод конвейерных лент, СМТ Шарф, СУЭК, ЧЕТРА, TANGSHAN SHENZHOU MANUFACTURING CO, Томский кабельный завод, Камский кабель, SANYI, Курган-



ский машиностроительный завод, Газпром, Магнитогорский металлургический комбинат, Инженерный центр АСИ, так и начинающие производители и другие лидеры отрасли.

Альбина Бунеева, директор ООО «Кузбасская ярмарка»: «Выставка «Уголь России и Майнинг» уже более 30 лет помогает производителям, поставщикам, добывающим и сервисным предприятиям найти друг друга и решить актуальные задачи. В прошлом году в ответ на вызовы рынка мы значительно расширили состав участников производителями смежных с угольной

отраслей, в числе которых металлургия, металлообработка, машиностроение и другие. Также мы продолжаем поддерживать российских производителей, которые планомерно занимают высвободившиеся ниши и представляют отраслевому рынку отечественные разработки.

И этот тренд будет только усиливаться. В этом году выставка пройдет под девизом «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!». Так мы хотим показать, что продолжаем расширять направления выставки как по отраслям, так и по долям компаний-участников как из России, так и из Турции, Китая и Индии. Выставка открывает большие возможности для развития и расширения локальных производств. Такой подход позволит всем участникам рынка узнать самые актуальные отраслевые тенденции, найти потенциальных партнеров и заказчиков, пополнить базу своих деловых контактов и, как следствие, заложить прочную основу для будущего экономики».

**За 30 лет работы в выставке
приняли участие более 6 720 предприятий
из 30 стран Европы, Северной и Южной
Америки, Азии, Африки, Австралии.
Почти миллион специалистов различных
сфер экономики и производства
посетили выставку в Новокузнецке.**

Уважаемые организаторы, участники и гости выставки!

От имени Российского независимого профсоюза работников угольной промышленности и от себя лично рад приветствовать организаторов, участников и гостей представительного международного мероприятия!

На протяжении 30 лет выставка является ведущей мировой площадкой, на которой обсуждаются вопросы развития угольной отрасли, промышленной и экологической безопасности. В этом году XXXI Международная специализированная выставка приурочена к празднованию 405-летия города Новокузнецка.

Новокузнецк – город воинской и трудовой славы. Город прошел путь от небольшой крепости до промышленного центра России. Главной силой города являются люди, прославившие его своим героическим трудом.

Горнодобывающая отрасль в России – одна из самых важных стратегических отраслей экономики, особенно сейчас, в условиях жесткого санкционного давления и курса на импортозамещение. Растет производственная мощность шахт, разрезов, обогатительных фабрик.

Непрерывное развитие горной промышленности вносит огромный вклад в благополучие всей нашей страны, позволяя развиваться и другим отраслям отечественной экономики.

Создание безопасных и здоровых условий труда в горном производстве всегда было и остается базовой, уставной функцией Росуглепрофа, одним из главнейших направлений его деятельности.

Еще раз напомним кредо нашего профсоюза: «Шахтер должен уходить на работу живым и здоровым, живым и здоровым должен возвращаться домой».

К сожалению, реальность не всегда соответствует этому золотому правилу. Поэтому наш профсоюз уделяет самое пристальное внимание вопросам охраны, безопасности труда и жизне-



деятельности. В результате проделанной в этом направлении работы нам удалось упрочить влияние на улучшение условий безопасности труда на производстве.

В этой связи хочу выразить уверенность, что ключевой задачей, стоящей перед обществом, угледобывающими компаниями и контролирующими органами является не только увеличение объемов угледобычи, но и осуществление производственной деятельности без травм и аварий.

Осуществляемые нами усилия поддерживаются руководством страны. Наш Президент В.В. Путин отметил важную контролируемую роль профсоюзов в деле улучшения условий охраны и безопасности труда шахтеров. Предложения Росуглепрофа об оптимизации структуры заработной платы угольщиков были утверждены соответствующими правительственными поручениями.

Обобщение Российского и мирового опыта угольного машиностроения создание новой техники и технологий в деле обеспечения безопасности горных предприятий в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг» – серьезный вклад в наше общее дело.

На сегодняшний день можно констатировать, что в Российской Федерации используются современные научно-технические достижения, применяются лучшие научные отечественные и зарубежные практики как в сфере технологического развития, так и в сфере безопасности.

Уверенностью в успехе работы выставки является тот факт, что она регулярно проводится в Кузбассе – регионе-флагмане угледобычи России.

Желаю всем плодотворной работы.

С уважением,
И.И. Мохначук,
председатель Росуглепрофа

Дорогие друзья!

От имени Российского союза промышленников и предпринимателей приветствую организаторов и участников Международной выставки технологий «Уголь России и Майнинг», выставок «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и «Промтехэкспо»!

Лучший способ противостоять санкциям – усиление предпринимательской активности участников рынка. Это необходимо для выхода на траекторию устойчивого роста экономики России.

Задача Международного горнопромышленного форума – быть двигателем развития отрасли, помогать расширению бизнес-связей участников выставочной экспозиции.



Российские компании способны не только решать вопросы импортозамещения, они могут успешно конкурировать с зарубежными производителями. Форум предоставляет площадку для вывода на рынок передовых отечественных технических разработок, способствуя технологическому суверенитету России.

Уверен, в ходе экспертных дискуссий будут выработаны конструктивные предложения по формированию благоприятных условий для дальнейшего развития горнопромышленной отрасли.

Желаю вам интересной и плодотворной работы!

С уважением,
А.Н. Шохин,
президент Российского союза
промышленников и предпринимателей

Уважаемые организаторы, участники и гости форума!

Поздравляю вас с открытием XXXI Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», международных специализированных выставок «ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ», «НЕДРА РОССИИ» и «ПРОМТЕХЭКСПО»!

Угледобыча была и остается базовой отраслью кузбасской экономики. Для сохранения лидерских позиций принципиально важно быть в курсе последних технологических достижений, расширять рынки сбыта, налаживать прямые контакты с поставщиками и производителями машин и оборудования, привлекать к обсуждению ключевых тем экспертное сообщество.

Уже более 30 лет такую уникальную возможность нам обеспечивает экспертная площадка «Уголь России и Майнинг». Рад отметить, что все большее значение в деловой повест-



ке форума уделяется темам снижения вредного воздействия угледобычи на экологию и реализации комплексной научно-технической программы «Чистый уголь – зеленый Кузбасс», повышению безопасности труда шахтеров, автоматизации процессов горного производства, импортозамещению оборудования и технологий.

Уверен, это поможет придать новый импульс развитию не только угольной промышленности, но и Кузбассу.

Желаю всем участникам плодотворной работы, новых взаимовыгодных контрактов и прорывных идей!

*С уважением,
А.А. Зеленин,*

председатель Парламента Кузбасса

Уважаемые коллеги!

От лица Российского союза выставок и ярмарок рад приветствовать организаторов, участников и гостей XXXI Международной выставки «Уголь России и Майнинг – 2023»!

Как известно, Россия является одним из мировых лидеров по производству угля. Угольная отрасль также играет огромную роль в энергобалансе страны. Именно поэтому ее процветание и укрепление имеет большую ценность.

На сегодняшний день выставка «Уголь России и Майнинг» является единственным в России проектом для всех отраслей горнорудной и угольной промышленности и уникальной площадкой для демонстрации новейших технологий. Более 400 компаний из России, а также из Республики Беларусь, Китая, Турции, Индии и представительства компаний из Германии, Испании, Чехии благодаря выставке «Уголь России и Майнинг – 2023» имеют возможность продемонстрировать свою продукцию избранной, профессиональной аудито-



рии, численность которой составляет более 40 000 человек, заявить о себе на рынке и укрепить свой имидж. Мероприятие позволяет выявить лучшие практики и технологии, применение которых будет способствовать непрерывному процессу развития отрасли.

Уверен, что в этом году выставка совместно с насыщенной деловой программой станет площадкой для эффективного диалога представителей отраслей горнорудной и угольной промышленности и обеспечит новые горизонты сотрудничества.

Желаю выставке дальнейшего развития и процветания, а ее участникам – новых встреч и успешных деловых контактов!

*С уважением,
С.Г. Воронков,
президент РСВЯ*

Уважаемые организаторы, участники и гости Форума!

Приветствую вас на открытии XXXI Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIII специализированной выставки «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», VIII специализированной выставки «Недра России», II специализированной выставки «Промтехэкспо»!

Труд шахтеров и горнорабочих всегда сопряжен с рисками. Обеспечить безопасность человека на производстве – одна из наших общих задач. Подразделения горноспасателей МЧС России находятся в постоянной готовности к реагированию, сейчас они оснащены самыми современными технологиями и одновременно с этим используют в работе вековой опыт своих предшественников.

Международный горнопромышленный форум, собравший на Кузбасской ярмарке специалистов разных отраслей и сфер



экономики, — это возможность обсудить широкий круг вопросов, связанных в том числе с безопасностью на горнорудных предприятиях. Здесь профессионалы обмениваются опытом, представляют свои разработки и достижения, которые позволяют повысить уровень безопасного высокопроизводительного труда.

Уверен, что итоги Форума станут весомым вкладом в развитие угольной отрасли в целом.

Желаю всем участникам интересных встреч, плодотворной работы и успехов в реализации намеченных планов!

*С уважением,
А.Ю. Шульгин,
начальник Главного управления МЧС России
по Кемеровской области – Кузбассу,
генерал-майор внутренней службы*



XXXI Международная специализированная выставка технологий горных разработок «УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»



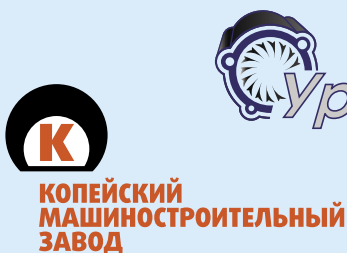
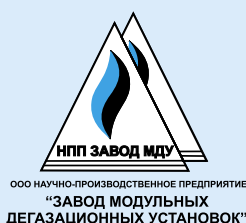
XIII Международная специализированная выставка «ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

VIII Международная специализированная выставка «НЕДРА РОССИИ»

II специализированная выставка «ПРОМТЕХЭКСПО»

6-9 июня 2023 г.

г. Новокузнецк, Кемеровская область – Кузбасс



ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

- Министерства энергетики РФ;
- Министерства промышленности и торговли РФ;
- Министерства труда и социальной защиты РФ;
- Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- Министерства природных ресурсов и экологии РФ;
- НП «Горнопромышленники России»;
- Российского союза промышленников и предпринимателей;
- Правительства Кузбасса;
- Администрации города Новокузнецка;
- ФГОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк);

Главный партнер

- ООО «Сервис Плюс» (г. Новокузнецк)

Генеральный спонсор

- АО «EXC» (г. Новокузнецк)

Генеральный партнер

- ООО «НПП «Завод модульных дегазационных установок» (г. Новокузнецк)

Партнеры

- АО «Копейский машиностроительный завод» (г. Копейск, Челябинская область),
- ООО «Уральская Горно-Техническая Компания» (г. Екатеринбург),
- АО «Кузнецкбизнесбанк» (г. Новокузнецк),
- ООО «ДИС Групп» (г. Новокузнецк)

Цифровой партнер

- АО «Компания ТрансТелеКом» (г. Новосибирск)

Спонсоры

- ООО «ТехСервис» (г. Москва)

Спонсор регистрации участников и посетителей

- АО «Завод Красный якорь» (г. Нижний Новгород)

Партнер научно-деловых мероприятий

- АО «НЦ ВостНИИ» (г. Кемерово)

Главный информационный спонсор

– ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал «Уголь».

Информационный спонсор

– федеральный научно-практический журнал «Уголь Кузбасса».

Международный информационный партнер

– научно-технический и производственный журнал «Горная промышленность».

Стратегический информационный партнер

– федеральный журнал о недропользовании и переработке полезных ископаемых «Добывающая промышленность».

Отраслевой информационный партнер

– научно-технический и производственный журнал «Горный журнал Казахстана».

Официальный информационный партнер

– экономический еженедельник «Авант-ПАРТНЕР».

Главный деловой партнер – журнал «Глобус».**Информационный партнер** – PRO безопасность.**Стратегический медиапартнер**

– издательский дом «Энергетика и промышленность России».

Ведущий медиапартнер

– ООО «Бизнес-медиа Дальний Восток».

Главный интернет-партнер – портал Dprom.online.**СТАТУС ВЫСТАВКИ «УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»:**

1996 г. – присвоен знак Международного союза выставок и ярмарок (ныне Российского, РСВЯ);

2003 г. – получен статус «Мероприятие, одобренное UFI»

(Всемирной ассоциации выставочной индустрии, Париж);

2007 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности»;

2009 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности»;

2012 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности»;

2015 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности»;

2018 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности»;

2022 г. – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности».

По данным Общероссийского рейтинга выставок «Уголь России и Майнинг» признана самой крупной выставкой в России в номинациях «Выставочная площадь», «Профессиональный интерес», «Международное признание» и «Охват рынка» по тематике «Природные ресурсы. Горнодобывающая промышленность».

Мероприятия научно-деловой программы по традиции пройдут в формате тематических дней: «Министерский день», «День генерального директора», «День технического директора», «День главного механика».

Выставочная компания «Кузбасская ярмарка»
(Россия, г. Новокузнецк).
www.kuzbass-fair.ru



Дорогие новокузнецчане и гости города! Уважаемые организаторы Международного горнопромышленного форума!

Рад приветствовать вас на XXXI Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIII специализированной выставке «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», VIII специализированной выставке «Недра России», II специализированной выставке «Промтехэкспо»!

Международный горнопромышленный форум «Уголь России и Майнинг» является надежной площадкой для коммуникаций делового сообщества Российской Федерации и других стран.

Отрадно наблюдать за ростом числа отечественных производителей на выставке, которые работают в рамках импортозамещения. Для нас перспективным видится привлечение резидентов «Территории опережающего развития «Новокузнецк». Это способствует улучшению инвестиционной привлекательности города и повышению уровня инфраструктурного комфорта жизни населения.

Сегодня в Новокузнецке свои инвестиционные проекты реализуют 30 резидентов территории опережающего разви-



тия, львиная доля которых – машиностроители. Они производят конкурентоспособную продукцию, которая может закрывать текущую потребность кузбасских предприятий в импортном оборудовании и в перспективе масштабировать свою деятельность на всю страну.

Выставка «Уголь России и Майнинг» остается выставкой № 1 в мире по представленным технологиям подземной добычи угля и единственным в России проектом, объединяющим все отрасли горнорудной промышленности. Одновременно горнопромышленный форум – это ключевое событие в жизни города.

Уважаемые друзья! Желаю с максимальной пользой для вашего бизнеса провести время на выставке, успешных коммуникаций, полезных знакомств, выгодных контрактов, решения поставленных маркетинговых задач! Процветания вам и вашему делу!

*С уважением,
С.Н. Кузнецов,
глава г. Новокузнецка*

Уважаемые участники, гости и организаторы выставок!

Примите самые теплые поздравления с открытием XXXI Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» и входящих в ее орбиту выставок «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и «Промтехэкспо»!

Этот уникальный выставочный проект «Кузбасской ярмарки» стал центром притяжения не только для представителей горнорудной и угольной отраслей, но и широких промышленных кругов страны и мира, органов государственной власти, образования, науки, бизнеса и финансовых институтов. Выставка стала площадкой генерации новых идей, презентации перспективных разработок, новейшего оборудования, техники, стимулирования инноваций в технологической сфере, демонстрации потенциала угольной и смежных с ней отраслей.

Уголь остается вторым по значимости видом топлива в мире, а также сырьем для химической промышленности. По оценкам Международного энергетического агентства в докладе «Coal 2022», к 2025 году общемировое потребление угля не только не снизится, а имеет тенденцию к повышению. Минэнерго России на 2023 год прогнозирует сохра-



нение объемов его добычи на уровне прошлого года, несмотря на сдерживающие геэкономические факторы.

Как известно, угольная, как и вся отечественная, промышленность столкнулась сейчас с беспрецедентными ограничениями. Стоящие перед ней вызовы требуют сбалансированных, выверенных и эффективных действий. И деловая программа форума, надеюсь, будет способствовать обмену ценным опытом, дальнейшему расширению кооперационных и логистических связей, выработке оптимальных решений в предлагаемых реалиях.

Уверена, заданная более 30 лет назад динамика этого выставочного проекта сохранится и в этом году. Международный горнопромышленный форум в Новокузнецке будет столь же масштабным и авторитетным, впишет новую страницу в развитие отрасли.

Всем участникам, организаторам и гостям выставок плодотворной работы, полезных контактов, новых идей и надежного сотрудничества!

*С уважением,
Т.О. Алексева,
президент Кузбасской ТПП*

Угольная отрасль Кузбасса – надежная энергетическая опора России

Ежегодно кузбассовцы добывают более половины российского черного золота.

В 2022 г. угледобывающие предприятия региона столкнулись с отказом стран Евросоюза от покупки российского угля. При этом по итогам работы за 2022 г. общая погрузка железнодорожным транспортом составила 200,5 млн т угля, что на 21,7 млн т больше, чем в 2021 г. В западном направлении всего было отгружено 99,2 млн т, что на 15,9 млн т меньше, чем в 2021 г., а в местном сообществе – 48,3 млн т (-2,7 млн т). На восток из Кузбасса отгружено 53 млн т угля.

Угледобывающие компании незамедлительно приняли меры по поиску вариантов замещения выпадающих с европейских рынков объемов поставками в страны Азии. Однако дефицит пропускной способности железных дорог Восточного полигона ОАО «РЖД» вынудил компании вести отгрузку в эти страны из портов Северо-Запада и Юга России по более длинному и более дорогому маршруту.

Для наращивания экспорта угля необходимо увеличение пропускной способности железных дорог и развитие портовой инфраструктуры, прежде всего на востоке страны. Вывоз угля с предприятий Кузбасса в значительной степени определяет будущее развитие угольной промышленности. Для этих целей правительством определены планы развития ключевого Восточного полигона до 2024 года.

Помимо экспорта угля и использования его на внутреннем рынке перспективным направлением использования черного золота, наряду с углеэнергетикой и коксохимическим производством, является углехимия. Сейчас уголь используется главным образом как энергоноситель. Однако входящие в его состав элементы позволяют получать более 180 видов химических продуктов с высокой добавленной стоимостью, которые в дальнейшем используются для производства свыше 5 тысяч видов продукции смежных отраслей.

Так, получение из угля жидкого топлива и химических продуктов – перспективное направление в энергетике и химической промышленности будущего. Реализация данного направления использования угля позволит угольным компаниям наращивать объемы добычи даже при снижении спроса на мировых рынках на уголь.

Экономически продукты углехимии в десятки и сотни раз превышают цену обычного топлива, следовательно, экономика нашего региона и страны в целом сможет получить выгоду от развития углехимии. Дополнительный экономический эффект дают разгрузка транспортной инфраструктуры, создание новых промышленных производств и рабочих мест.

Главным приоритетом в угольной промышленности остается безопасность, и она требует повышенного внимания. Состояние аварийности и травматизма зависит от всех участников процесса управления.

В шахтах произошел качественный скачок в части оснащения автоматизированным оборудованием, приборами предупреждения уров-



ПАНОВ А.А.
Заместитель
губернатора Кузбасса





Группа компаний «КАРАКАН ИНВЕСТ» ведет добычу угля на базе Караканского угольного месторождения (Кемеровская область, Беловский район) на участках открытых горных работ «Караканский-Западный» и «Евтинский Перспективный». Продукция группы компаний – высококачественный энергетический уголь марки Д, используемый для выработки электричества и производства тепловой энергии. На фото – разрезы угледобывающего предприятия ЗАО «Шахта «Беловская». Фото Н. Волконской

ня загазованности горных выработок, внедряется современное горношахтное оборудование, создаются диспетчерско-аналитические центры по промышленной безопасности, ведутся видеонаблюдение и фиксация нарушений в процессе производственной деятельности, проводятся обучение по охране труда и аттестация по промышленной безопасности.

В последнее время разработаны новые прогрессивные схемы проветривания, обеспечивающие безопасную подготовку выемочных полей и выемку угля в лавах. За последнее десятилетие многократно увеличилось объемы пластовой дегазации.

Так, с 2010 года компания ООО «Газпром добыча Кузнецк» совместно с Правительством Кузбасса реализует проект по промышленной добыче метана из угольных пластов на Талдинском и Нарыкско-Осташкинском угольных месторождениях в Кузбассе, а также проводит геологоразведочные работы на Тутуянской площади.

С начала реализации проекта построены два метаноугольных промысла на Талдинском и Нарыкско-Осташкинском метаноугольных месторождениях, выполнен полный комплекс геолого-разведочных работ, пробурено 39 скважин, опробованы различные методы строительства скважин.

Впервые в России на Нарыкско-Осташкинском метаноугольном месторождении завершено строительство трех систем демонстрационных многозабойных разведочных скважин, спроектированных на основе современных технологий. Освоение одной системы завершено, освоение еще двух систем запланировано на 2023 год.

Несмотря на все трудности и экономические санкции со стороны недружественных западных стран, угольная отрасль Кузбасса демонстрирует высокую степень устойчивости.

Огромный ресурсный потенциал, широкая сырьевая база углей, колоссальный опыт угледобычи и самоотверженность кузбасских горняков – залог успешного развития угледобывающей отрасли региона.

Уважаемые участники и гости выставок!

От имени коллектива выставочной компании «Кузбасская ярмарка» приветствую вас на Международном горнопромышленном форуме, XXXI Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIII специализированной выставке «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», VIII специализированной выставке «Недра России» и II специализированной выставке «Промтехэкспо»!



Международный горнопромышленный форум – это единственный в России проект для всех отраслей горнорудной и угольной промышленности, уникальная площадка для демонстрации новейших технологий, потенциала отечественных и зарубежных предприятий, большие возможности для бизнеса. Это доказывает 31-летний опыт работы выставочной компании и признание ее заслуг со стороны авторитетных организаций и отраслевых предприятий.

Отдельная благодарность за всестороннее содействие в организации выставок Министерству энергетики РФ, Министерству промышленности и торговли РФ, Министерству труда и социальной защиты РФ, Министерству РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерству природных ресурсов и экологии РФ, Российскому союзу промышленников и предпринимателей, НП «Горнопромышленники России», Торгово-промышленным палатам России и Кузбасса, Правительству Кузбасса, Администрации г. Новокузнецка, Научному центру ВостНИИ, Сибирскому государственному индустриальному университету, всем нашим партнерам

и спонсорам выставки, средствам массовой информации и многим другим.

Среди участников этого года – производители и поставщики горно-шахтного оборудования, техники из России, Республики Беларусь, Китая, Турции, Индии, а также российские представители компаний из Европы.

В рамках научно-деловой программы на девяти коммуникационных площадках пройдут более 50 мероприятий, направленных на повышение безопасности и улучшение условий труда, промышленной и экологической безопасности, цифровизации в угольной промышленности, с участием экспертов высокой квалификации, представителей государственных структур, научных организаций, собственников и руководителей угольных компаний и промышленных предприятий.

Уверен, профессиональный диалог в рамках форума будет содействовать появлению инновационных решений, способствующих развитию и продвижению новых проектов, внедрению современных технологий в угольной и горнодобывающей отраслях.

Желаю всем участникам удачи, насыщенных выставочных дней, интересного разностороннего общения и заключения выгодных контрактов.

С уважением,

В.В. Табачников,

*генеральный директор ВК «Кузбасская ярмарка»,
вице-президент Российского союза выставок и ярмарок,
президент Союза предпринимателей Новокузнецка,
председатель Совета Кузбасской ТПП*



Кемеровская область – Кузбасс на пути к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-16-21>

НЕБРАТЕНКО Г.Г.

Доктор юрид. наук, профессор,
профессор кафедры теории и истории государства и права
Южно-Российского института управления –
филиала РАНХиГС при Президенте РФ,
профессор кафедры «Процессуальное право»
Донского государственного технического университета,
профессор кафедры теории государства и права
Ростовского юридического института МВД России,
344015, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: gennady@nebratenko.ru

СМИРНОВА И.Г.

Доктор юрид. наук, доцент,
заведующая кафедрой уголовного процесса
и прокурорского надзора Института юстиции
Байкальского государственного университета,
профессор кафедры уголовного процесса, прокурорского
надзора и правоохранительной деятельности НИ ТГУ,
664003, г. Иркутск, Россия,
e-mail: smirnova-ig@mail.ru

ФОЙГЕЛЬ Е.И.

Доктор юрид. наук, доцент, директор Института юстиции
Байкальского государственного университета,
664003, г. Иркутск, Россия,
e-mail: foiguelena@gmail.com

ГЛУЩЕНКО Д.В.

Канд. фил. наук, доцент кафедры «Процессуальное право»
Донского государственного технического университета,
344000, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: dmitriy218@yandex.ru

Кузбасс является углепромышленной и металлургической житницей Российской Федерации, обладая 300-летней историей. Поэтому с целью патриотического воспитания жителей Кемеровской области, сплачивания коллективов каменноугольной отрасли в регионе постоянно осуществляется работа по увековечению славных страниц прошлого, а также по героизации примеров воинской и трудовой доблести. В канун 80-летия Победы в Великой Отечественной войне важно всесторонне осветить участие горняков в борьбе с немецко-фашистскими захватчиками, поэтому в предложенной статье сделан акцент на исследовании истории Кемеровской области – Кузбасса как региона, ковавшего «бронь и меч» Победы и обеспечивающего национальную энергетическую и промышленно-производственную безопасность в настоящее время. Особо отмечен факт присвоения почетного звания Российской Федерации «Город трудовой доблести» Кемерово и Новокузнецку, претендовать на которое в канун 80-летия Победы могут другие углепромышленные города и агломерации.

Ключевые слова: история горного дела, Кузнецкий угольный бассейн, история Кузбасса, предприятия угольной промышленности, мемориальная работа, музеи горного дела, Город трудовой доблести, Великая Отечественная война, Кемеровская область, патриотическое воспитание.

Для цитирования: Кемеровская область – Кузбасс на пути к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне / Г.Г. Небрятенко, И.Г. Смирнова, Е.И. Фойгель, Д.В. Глущенко // Уголь. 2023. № 5. С. 16–21. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-16-21>.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая экономическая система в XXI столетии утратила стабильность вследствие спекулятивных тенденций в производстве товаров и предоставлении услуг, недобросовестной монополизации рынков сбыта, а также неприятия справедливого распределения имеющихся ресурсов,

промышленных мощностей и получаемой прибыли. Поэтому в конце 2021 г. разразился энергетический кризис, предопределенный снижением доли угольной и атомной энергетики, поспешно отодвинутой «Зеленой повесткой дня» [1], который не смогли предугадать даже аналитики Международного энергетического агентства (IEA) [2]. Однако в 2022 г. экологическая безопасность уступила политической конъюнктуре, выраженной в запрете Великобританией, Евросоюзом, США, Швейцарией и Японией импорта российского угля, что подвело их экономику к опасной черте, и рыночные механизмы уступили место командно-административным регуляторам [3].

Стремясь сохранить национальную промышленность и купировать нарастающую социально-экономическую напряженность, государства Евросоюза вынуждены расконсервировать топливные энергостанции, работающие на угле и мазуте [4]. По прогнозам Еврокомиссии, снижение зависимости от российского топлива приведет к дополнительному расходованию примерно 210 млрд евро, а их освоение растянется на годы [5], в течение которых энергетическое благополучие Евросоюза останется под угрозой.

Между тем Российская Федерация обеспечена любыми видами топлива для нужд отечественной экономики, разрабатывает альтернативные варианты его доставки [6] и остается надежным поставщиком для покупателей, предлагающих рыночную цену [7]. Поэтому интерес к развитию угольной промышленности сохраняется [8], и при изменении конъюнктуры Россия способна покрыть потребности национальных экономик в любой точке планеты, что актуализирует внимание к непосредственным месторождениям, а также к кластеризации отечественного производства для повышения его конкурентоспособности и переориентирования на изменяющиеся потребности рынка [9]. В этом смысле представляет интерес Кузнецкий угольный бассейн, расположенный в Кемеровской области, которая, по оценкам специалистов, является передовым центром углепромышленной отрасли в Российской Федерации, снискавшим репутацию надежного поставщика топлива [10].

**КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ –
КУЗБАСС КАК РЕГИОН,
КОВАВШИЙ «БРОНЮ И МЕЧ»
ДЛЯ ПОБЕДЫ
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ**

Образовалась Кемеровская область 26 января 1943 г., в канун завершения Сталинградской битвы, путем разукрупне-

ния Новосибирской области РСФСР, и углепромышленная миссия Кузбасса нашла отражение в региональной символике. В центральной части герба Кемеровской области размещена черная усеченная пирамида, и на ее фоне скрещены золотые кирка и молот. Аналогичные шахтерские детерминанты используются на флаге и в гимне Кузбасса, хотя угольная отрасль не единственная, приносящая доход в федеральный бюджет.

Интенсивное освоение Кузнецкого угольного бассейна, своевременно заменившего продукцию оккупированного немецко-фашистскими захватчиками Донбасса, потребовало целенаправленных усилий советской власти в районах добычи антрацита, обособленных в годы Великой Отечественной войны в самостоятельный субъект РСФСР. В сложных условиях новый регион успешно справлялся с насущными задачами, обеспечивая ресурсами энергопотребление страны, в первую очередь металлургии коксующимся углем и железнодорожные перевозки миллионами тонн руды для паровозной тяги.

Заслуги кузбассцев в обеспечении надежного тыла Красной Армии были отмечены в Указе Президента Российской Федерации от 10 сентября 2021 г. № 519, в котором административному центру области – Кемерово присвоено звание «Город трудовой доблести». Появление нового почетного



*Герб Кемеровской области
Coat of Arms
of the Kemerovo Region*



Стела «Кемерово – Город трудовой доблести», открытая 23 ноября 2022 г. – в день 80-летия соединения Сталинградского фронта с Юго-Западным в 1942 г.

The 'Kemerovo is a City of Labour Merit' monument sign unveiled on November 23, 2022, on the 80th anniversary of Stalingrad Front's connection with the South-West Front in 1942

звания, предусмотренного Федеральным законом от 1 марта 2020 г. № 41-ФЗ, оформило триаду увековечения памяти советского народа, сплотившегося в годы Великой Отечественной войны: «Город-герой», «Город воинской славы» и «Город трудовой доблести»! Появление последнего почетного звания особенно актуально для населенных пунктов, где угольная индустрия является системообразующей, что помогло в 1941-1945 гг. обеспечить надежный тыл Красной Армии.

Аналогичного звания в канун 80-летия окончания Великой Отечественной войны – 9 мая 2025 г. могут быть удостоены многие «шахтерские города» Российской Федерации, не только размещенные в Кузбассе, жители которых без устали трудились для Победы над нацизмом или положили головы на фронте, продемонстрировав мужество и героизм [11]. В ознаменование трудовых и ратных заслуг, а также с учетом современной роли региона в обеспечении обороноспособности России 23 ноября 2022 г. в кемеровском городском парке Победы имени маршала Жукова в торжественной обстановке губернатором Кемеровской области Сергеем Цивилевым была открыта стела «Город трудовой доблести». Это событие привлекло жителей и гостей города, молодежь, продемонстрировавшую свое видение прошлого и настоящего хештегом «КуЗбасс».

Мероприятия морально-психологического характера, основанные на славных страницах истории России, важны для сплачивания населения Кузбасса, коллективов промышленных предприятий и членов семей [12], особенно на фоне продолжающегося с 2014 г. освобождения Донбасса от неонацистов. При этом органы исполнительной власти Кемеровской области обладают опытом реализации комплекса мероприятий к крупным юбилейным датам, используя их для привлечения финансирования и ускорения темпов развития смежных промыш-

ленных отраслей, а также различных сфер жизнедеятельности местных жителей. Ведь непосредственно история угольного бассейна насчитывает более 300 лет, началась в правление Петра I, организовавшего в 1718 г. первую сибирскую научную экспедицию [13]. Землепроходец Михайло Волков на левом берегу реки Томь обнаружил выходящие на поверхность пласты каменного угля, 6 июля 1721 г. направив образцы породы в Берг-коллегию Российской Империи. Со дня регистрации образцов ведется славная история Кузбасса, в 2021 г. отметившего свой юбилей. За 1000 дней до наступления важной даты администрацией региона и представителями отрасли была проделана титаническая работа по реализации инфраструктурных проектов, в первую очередь в сфере здравоохранения, культуры, образования, спорта и транспорта, причем, объем инвестируемых государством средств составил более 840 млрд рублей [14].

Действительно, настоящий облик Кузбасса, его мощь и потенциал, важный для национальной обороны и экономической безопасности, закладывались в предыдущие столетия, когда происходило разведывание ресурсов. Однако практическая значимость кузбасского месторождения стала открываться с развитием алтайской металлургической промышленности, интенсифицированным во второй половине XVIII в. после «национализации» предприятий семьи Демидовых: Барнаульского горного завода и Колыванско-Воскресенского, а также Змеингородского рудников, дававших стране железо, сталь, чугун, медь, серебро и золото. Для их выплавки потребовался коксующийся антрацит, в достатке имеющийся на кузбасском месторождении, что параллельно стимулировало возникновение новых заводов поблизости от кузнецких рудников. В результате возникли градообразующие Гавриловский и Томский металлургические заводы [15].

В 1816 г. был заложен Гурьевский горный завод, запущенный 15 ноября в день Святого мученика Гурия, ставшего небесным покровителем предприятия, специализирующегося на выплавке цветных и черных металлов. Пройдя модернизацию в середине XIX в., к заводу добавилась фабрика, тем самым оформился производственный комплекс по изготовлению сложных устройств и механизмов, а также появился город Гурьевск – один из промышленных центров современной Кемеровской области. В основе успеха лежала энергия, получаемая из кузбасских каменноугольных руд, позволившая Гурьевскому металлургическому заводу успешно функционировать в качестве старейшего предприятия Кемеровской области, способного производить как мирную продукцию, так и работать в интересах военно-промышленного комплекса.

Между тем широкой общественности несметные богатства Сибири долгое вре-



Памятник-мемориал воинам-сибирякам «Рубеж боевой славы» на 42-м километре Волоколамского шоссе у подмосковного поселка Снегири
The 'Glorious Combat Front Line' memorial to the Siberian soldiers at the 42nd kilometre of the Volokolamskoye Highway near the village of Snegiri, outside Moscow

мя были неведомы, и «пелена неизвестности» над Кузнецким уездом Томской губернии была открыта геологом Петром Чихаревым. В 1842 г. он осуществил научную экспедицию и в 1845 г. издал в Париже монографию «Путешествие в Восточный Алтай» [16]. Хотя индустриальный интерес к угольному месторождению стал масштабно проявляться в конце XIX в., при этом в предыдущие десятилетия выработка каменноугольной руды росла исходя из потребностей притомской промышленности.

Прокладка в 1891-1916 гг. Транссибирской железнодорожной магистрали, ставшей «национальным проектом» для Российской Империи, способствовала модернизации кузбасской промышленности, используя для наращивания мощностей угольных шахт за счет их соединения железнодорожными путями и доставки тяжелого оборудования. В годы Великой Отечественной войны развитая сеть железных дорог не раз спасала Отечество в критические моменты, например за счет литерной доставки «Сибирских дивизий» под Москву в октябре-ноябре 1941 года. Впрочем, паровозная тяга сама по себе имела большое энергопотребление, особенно с учетом бесконечных российских просторов. Увеличение потребности в промышленной добыче угля позволило привлечь, дополнительно к казенным средствам, частное финансирование, на счет которого на рубеже XIX-XX вв. среди мелиорированных болот были устроены Анжеро-Судженские предприятия, впоследствии ставшие агломерационными центрами, на основе которых возник еще один из городов Кузбасса.

Между тем революционные события 1917 г., а также гражданская война и установление советской власти в Сибири изменили политэкономический ландшафт, поскольку привели к национализации промышленности. Для управления Кузбасскими рудниками были учреждены межрайонные предприятия, называвшиеся «Райуголь», управляемые межрегиональным «Сибуглем» [17], дислоцированным в Новосибирске. Впрочем, в 1921 г. Советская Россия объявила о переходе к НЭПу, и предприятия угольной промышленности «Кемеровского района», оставшись в государственной собственности, были переданы в концессионное управление «Автономной индустриальной колонии «Кузбасс», устроенной персоналом, прибывшим из США. В результате в 1924 г. был введен в эксплуатацию коксохимический комбинат, надежно обеспечивавший металлургические предприятия Урала. На первых порах концессия оживила экономику региона, но в дальнейшем стали проявляться недостатки привлечения «зарубежных инвесторов»: их ассигнования не



Стела «Новокузнецк – Город трудовой доблести», открытая 13 сентября 2022 г. – в день, когда в 1945 г. Кузнецкий металлургический комбинат был награжден орденом Кутузова 1 степени

The 'Novokuznetsk is a City of Labour Merit' monument sign unveiled on September 13, 2022, the day when the Kuznetsk Metallurgical Works was awarded the Order of Kutuzov, First Class, in 1945

учитывали потребности повышения обороноспособности Союза ССР, становившегося зависимым от импортных технологий, поставок оборудования и иностранных инженеров. Поэтому в 1926 г. «колония «Кузбасс» по решению Совета труда и обороны СССР была упразднена, а на ее месте возникло государственное промышленное объединение «Кузбассуголь», в дальнейшем укрупненное «Сибуглем».

Сменившая НЭП политика индустриализации, реализованная в 1929-1941 гг., доказала свою правильность, ведь Вторая мировая война сопровождалась противостоянием техники, инженерной мысли и производственных мощностей, требуя титанических усилий советской власти и трудового фронта. Поэтому две первые «Пятилетки индустриализации» привели к прогрессу в угольной промышленности и в смежных отраслях, когда Кузнецкий угольный бассейн в полной мере стал ресурсной и энергетической житницей Западной Сибири и Южного Урала [18]. Кроме того, к 1940 г. была окончательно реализована задача строительства Кузнецкого металлургического комбината, ставшего одним из крупнейших в мире. Продукция этого предприятия давала сырье дляковки «брони и меча» Красной Армии, выплавка которых требовала коксующихся углей, поставляемых Кемеровским коксохимическим заводом. При этом химические предприятия региона наладили выпуск пороха и прочих взрывчатых веществ, и в результате Кузбасс оказался подготовленным к переходу «на военные рельсы», системообразующей отраслью для которого стала угольная промышленность.

С началом Великой Отечественной войны многие сибирики по собственной инициативе вступили в ряды

Красной Армии, оставив мирные профессии женщинам, старикам и детям, причем условия жизни в тылу были напряженными, чему способствовала эвакуация в Западную Сибирь сотен промышленных предприятий из Европейской части Союза ССР. В молодой Кемеровской области сконцентрировалось мощное промышленное производство, обеспеченное угольной энергетикой, работающее на нужды национальной обороны для достижения скорейшей Победы в Великой Отечественной войне, осуществляя в эти годы и производственную, и научную деятельность [19]. Заметный вклад в достижение Победы внесли трудящиеся Новокузнецка, в 1932-1961 гг. именовавшегося «Сталинск», в первую очередь Кузнецкого металлургического комбината, который давал воюющей стране высоколегированную сталь, и 13 сентября 1945 г. предприятие было награждено «полководческим орденом» Кутузова 1 степени. В том числе поэтому согласно Указу Президента России от 2 июля 2020 г. № 444 Новокузнецку было присвоено почетное звание Российской Федерации «Город трудовой доблести».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В XXI столетии углепромышленное и оборонное значение Кемеровской области – Кузбасса для Российской Федерации является не менее масштабным, поскольку деконструкция Союза ССР разрушила единое экономическое пространство и лишила доступа ко многим каменноугольным залежам, например к Карагандинскому или Экибастузскому, расположенным на территории Казахстана. В то же время интеграционные процессы, происходящие в рамках Евразийского экономического союза, создают условия для восстановления промышленной кооперации и укрепления социально-экономического единства. На пути к этому важным остается сохранение общей памяти о героических предках, сражавшихся на фронтах Великой Отечественной войны 1941-1945 годов. Горняки-шахтеры во все времена были и остаются славными воинами и доблестными тружениками, а в Кемеровской области – Кузбассе, как и в других регионах России, помнят эту непреложную истину.

Грядущее 80-летие Победы является уместным поводом, чтобы подновить мемориалы и памятные знаки, подготовить тематические выставки в музеях или экспозиции на предприятиях с портретами и биографиями заслуживших почитание героев фронта и шахтерской славы. Имена их могут быть присвоены новым или реконструируемым школам, детским садам, предприятиям угольной промышленности, поскольку особенно в настоящее время важно сохранять объективную память о Великой Отечественной войне!

Список литературы

1. Зимаков А.В. Проблема деградации угледобывающих регионов Евросоюза в условиях экологизации европейской энергетики // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2019. № 3(59). С. 15.
2. Coal: International energy agency (IEA): Analysis and forecasts up to 2022. Paris: OECD/IEA, cop. 2017. 144 p.
3. Меден Н.К. Энергетическая трансформация в социальном рыночном хозяйстве. Опыт Германии // Современная Европа. 2019. № 2(88). С. 142-151.
4. Galchenko Y.P., Eremenko V.A., Yanbekov A.M. New Capabilities of the Earth's Gravitational Field Energy in Underground Ore Mining with Convergent Technologies // Journal of Mining Science. 2022. Vol. 58. P. 422-429.
5. Мастепанов А. Энергетическая безопасность по-европейски // Энергетическая политика. 2023. № 1(179). С. 8.
6. Берген Д.Н. Альтернативные варианты модернизации региональных систем теплоснабжения: эколого-экономические аспекты // Известия Байкальского государственного университета. 2021. Т. 31. № 3. С. 407-415.
7. Pisarenko M.V., Shaklein S.V. Prospects for Coking Coal Extraction // Coke Chem. 2022. Vol. 65. P. 427-432.
8. Kowalski P., Dabrowski M. The Contemporary Russian Economy. Palgrave Macmillan, Cham, 2023. P.166-168.
9. Legal provision of clustering in Russia as environment for development of innovations / T.V. Epifanova, T.V. Shatkovskaya, N.G. Romanenko et al // International Journal of Trade and Global Markets. 2017. № 10(2-3). P. 217-225.
10. Лукьянчикова Н.П. Стратегия и перспективы развития энергосистемы России // Известия Байкальского государственного университета. 2006. № 1(46). С. 31-38.
11. Баева М.А., Хансанамян З.З. Кузбасс – фронту: Сибирский тыл в годы Великой Отечественной войны // Scientist (Russia). 2020. № 3(13). С. 2.
12. История Донецкого угольного бассейна в досоветский период / Г.Г. Небрятенко, И.Г. Смирнова, Е.И. Фойгель и др. // Уголь. 2021. № 9. С. 66-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-66-69.
13. Триста лет истории угольного Кузбасса / В.Б. Попов, А.С. Голлик, А.А. Дружинин и др. // Уголь. 2021. № 8. С. 84-88. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-8-84-88.
14. Юбилей Кузбасса // Горная промышленность. 2021. № 2. С. 10-13.
15. Митин А.И. Кабинетская золотопромышленность Алтайского (горного) округа (1830-1917 гг.): автореф... дис. канд. истор. наук. Барнаул, 2003. 24 с.
16. Чихачев П.А. Путешествие в Восточный Алтай: Центр. Азия в источниках и материалах XIX – начала XX века. М.: Наука, 1974. 358 с.
17. Дерюшев А.В., Гузяева Е.А. Управление угольной промышленностью Кузбасса в 1920-1990 гг. // Вестник КузГТУ. 2010. № 2. С. 139-149.
18. Тимошенко А.И. Урало-КУЗБАСС: создание второй угольно-металлургической базы экономики СССР в 1930-е гг. // Историко-экономические исследования. 2011. Т. 12. № 1. С. 70-92.
19. Савицкий И.М. Организация взаимодействия науки и оборонной промышленности в Западной Сибири в годы Великой Отечественной войны // Историко-экономические исследования. 2017. Т. 18. № 1. С. 73–99.

Original Paper

UDC 622.33(571.17) «311»:001.89 © G.G. Nebratenko, I.G. Smirnova, E.I. Foygel, D.V. Glushchenko, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 16-21
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-16-21>

Title**KEMEROVO REGION – KUZBASS ON THE WAY TO THE 80TH ANNIVERSARY OF VICTORY IN THE GREAT PATRIOTIC WAR****Authors**Nebratenko G.G.^{1,2,3}, Smirnova I.G.⁴, Foygel E.I.⁴, Glushchenko D.V.²¹ South Russian Institute of Management is a branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation² Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation³ Rostov Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Rostov-on-Don, 344015, Russian Federation⁴ Baikal State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation**Authors information**

Nebratenko G.G., Doctor of Law Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and History of State and Law, Professor of the Department of Procedural Law, Professor of the Department of Theory of State and Law, e-mail: gennady@nebratenko.ru

Smirnova I.G., Doctor of Law Sciences, Professor, Deputy Director for Research, Institute of Justice, Head, Chair of Criminal Procedure and prosecutor's supervision, Institute of State and Law, e-mail: smirnova-ig@mail.ru

Foygel E.I., Doctor of Law Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Justice, e-mail: foiguelena@gmail.com

Glushchenko D.V., PhD (Philosophical), Associate Professor of the Department of Procedural Law, e-mail: dmitriy218@yandex.ru

Abstract

Kuzbass is a coal-mining and metallurgical granary of the Russian Federation, having a 300-year history. Therefore, for the purpose of patriotic education of residents of the Kemerovo region, rallying coal industry collectives in the region, work is constantly being carried out to perpetuate the glorious pages of the past, as well as to glorify examples of military and labor valor. In this regard, on the eve of the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War, it is important to adequately highlight the participation of miners in the defense of the Fatherland from the Nazi invaders, to which the proposed scientific article is devoted. It focuses on the study of the history of the "Kemerovo region – Kuzbass" as a region that forged the "armor and sword" of Victory and provides national energy and industrial and industrial security at the present time. The fact of awarding the honorary title of the Russian Federation "City of Labor Valor" to Kemerovo and Novokuznetsk was particularly noted, which other coal-mining and metallurgical cities and agglomerations can claim on the eve of the 80th anniversary of Victory.

Keywords

History of mining, Kuznetsk coal basin, History of Kuzbass, Coal industry enterprises, Memorial work, Mining museums, City of Labor Valor, Great Patriotic War, Kemerovo region, Patriotic education.

References

- Zimakov A.V. The challenge of the EU coal mining region degradation in the context of the European energy sector environmentalization. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyy nauchnyy zhurnal*, 2019, (3), p. 15. (In Russ.)
- Coal: International energy agency (IEA): Analysis and forecasts up to 2022. Paris, OECD/IEA, cop. 2017, 144 p.
- Meden N.K. Energy transformation in a social market economy. The German experience. *Sovremennaya Evropa*, 2019, (2), pp. 142-151. (In Russ.)
- Galchenko Y.P., Eremenko V.A. & Yanbekov A.M. New Capabilities of the Earth's Gravitational Field Energy in Underground Ore Mining with Convergent Technologies. *Journal of Mining Science*, 2022, (58), pp. 422-429.
- Mastepanov A. European energy security. *Energeticheskaya politika*, 2023, (1), pp. 8. (In Russ.)

6. Bergen D.N. Alternative options for upgrading regional heat supply systems: environmental and economic aspects. *Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, Vol. 31, (3), pp. 407-415. (In Russ.)

7. Pisarenko M.V. & Shaklein S.V. Prospects for Coking Coal Extraction. *Coke Chem.*, 2022, (65), pp. 427-432.

8. Kowalski P. & Dabrowski M. The Contemporary Russian Economy. Palgrave Macmillan, Cham, 2023, pp. 166-168.

9. Legal provision of clustering in Russia as environment for development of innovations / T.V. Epifanova, T.V. Shatkovskaya, N.G. Romanenko et al // *International Journal of Trade and Global Markets*. 2017. № 10(2-3)/ P. 217–225.

10. Lukyanichikova N.P. Strategy and prospects for the development of the Russian energy system. *Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2006, (1), pp. 31-38. (In Russ.)

11. Bayeva M.A., Khansanmyan Z.Z. Kuzbass to the war front: Siberian home front during the Great Patriotic War. *Scientist (Russia)*. 2020, (13), pp. 2. (In Russ.)

12. Nebratenko G.G., Smirnova I.G., Foygel E.I. & Studenikina S.V. History of the Donetsk coal basin and ensuring law in the pre-soviet period. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 66-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-66-69.

13. Popov V.B., Golik A.S., Druzhinin A.A., Vlasov V.V. & Kravchenko S.N. Three hundred years of Kuzbass coal mining history. *Ugol'*, 2021, (8), pp. 84-88. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-8-84-88.

14. The Kuzbass anniversary. *Gornaya promyshlennost'*, 2021, (2), pp. 10-13. (In Russ.)

15. Mitin A.I. Gold mining industry on the Cabinet lands in the Altai (mining) District (1830-1917), Abstract of Ph.D. (History) thesis, Barnaul, 2003, 24 p. (In Russ.)

16. Chikhachev P.A. A voyage to Eastern Altai: Central Asia in sources and materials of the 19th – early 20th Century. Moscow, Nauka Publ., 1974, 358 p. (In Russ.)

17. Deryushev A.V. & Guzyaeva E.A. Management of the Kuzbass coal industry in 1920-1990. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 2010, (2), pp. 139-149. (In Russ.)

18. Timoshenko A.I. The Urals and Kuzbass: creating the second coal and metallurgical base of the USSR economy in the 1930s. *Istoriko-ekonomicheskie issledovaniya*, 2011, Vol. 12, (1), pp. 70-92. (In Russ.)

19. Savitsky I.M. Organization of cooperation between the science and defence industry in Western Siberia during the Great Patriotic War. *Istoriko-ekonomicheskie issledovaniya*, 2017, Vol. 18, (1), pp. 73-99. (In Russ.)

For citation

Nebratenko G.G., Smirnova I.G., Foygel E.I. & Glushchenko D.V. Kemerovo region – Kuzbass on the way to the 80th anniversary of victory in the Great Patriotic War. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 16-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-16-21.

Paper info

Received March 3, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023



50 боевых вылетов, 700 часов в небе: Восточная горнорудная компания установила памятную доску в честь легендарного летчика Александра Мартыновича Будькова

Восточная горнорудная компания в рамках проекта «Чтобы помнили» увековечила имя героя-летчика Александра Мартыновича Будькова. В День штурманской службы ВВС на доме № 2 по улице Заводской, где проживал ветеран Великой Отечественной войны, установили памятную доску.

Всего за время войны Александр Мартынович выполнил 50 боевых вылетов, налетал около 700 часов, в бой вошел за собой 330 самолетов. Он сохранил личный состав без единой потери, что очень редко бывает в боевых действиях летного состава.

Александр Мартынович с 1971 года проживал в Угледорске по улице Заводская, 2. Будучи пенсионером, работал на Целлюлозно-бумажном заводе. Ветеран был активным участником общественной жизни и занимался патриотическим воспитанием молодежи.

«Он – легенда для нас, его имя даже есть на поклонной горе, в историческом музее. Это нужно, чтобы люди знали наших героев. Я испытываю гордость, что у нас есть такие земляки-герои. И очень рада, что существует такой проект «Мы помним», благодаря ему имена ветеранов и их подвиги никогда не будут забыты», – поделилась **председатель Совета ветеранов Угледорского**



ООО «Восточная горнорудная компания»

городского округа Надежда Скоробогатова.

За отвагу и мужество при выполнении боевых заданий Александр Мартынович награжден орденами Красного Знамени, Александра Невского,

Отечественной войны I и II степени, Красной Звезды и многими медалями.

«Я хочу поблагодарить сегодня от лица всех жителей Угледорского района Восточную горнорудную компанию за их инициативу, поблагодарить Администрацию Угледорского городского округа за то, что поддержали эту идею замечательную и, конечно, наших сотрудников музея, которые всегда рады поддержать эту идею», – поблагодарила ВГК **директор краеведческого музея Татьяна Козлова.**

ВГК продолжит сохранять имена героев-земляков, участвовавших в Великой Отечественной войне. Так, в этом году установят мемориальные доски в честь Александра Самарина, Василия Бережного и Сергея Янкина.

Пресс-служба ВГК





Слепок эпохи: Восточная горнорудная компания совместно с Угледорским краеведческим музеем собирает биографии ветеранов угольной промышленности района

Зафиксировать воспоминания, истории из жизни передовиков и собрать по крупицам биографии тружеников угледорских шахт – такую задачу поставила перед собой ВГК. В рамках проекта компания совместно с районным краеведческим музеем организует регулярные встречи с ветеранами отрасли.

«Для ветеранов это повод пообщаться, вспомнить молодость, поделиться историями из трудовой жизни. Кто-то встречается с коллегами впервые и заводит новые знакомства. Мы тоже участвуем в этих встречах. Когда перед тобой человек, отработавший несколько десятков лет на производстве, всегда увлекательно его слушать, сравнивать, как все было устроено раньше, и сравнивать с тем, до чего дошел прогресс в нынешнее время», – рассказал **замдиректора по операционному управлению Солнцевского угольного разреза Юрий Зверев**.

Свою профессию он осваивал не только по книгам в университете. Но и учился всему у опытных горняков. Как рассказывает Юрий Зверев, преемственность поколений в деле производства крайне важна.

«Когда я только устроился на работу, мне начальник участка сразу сказал: «Юрий, я понимаю, что в институте ты много чего выучил. Но вот мужиков послушай, посмотри, как они работают. Они тебя больше научат». Я ему за это и благодарен, что у них я большему научился. Они меня как сына полка приняли. В нашем деле такие люди, как



вы, очень важны», – выразил благодарность Юрий Зверев почетным ветеранам угольной промышленности района.

История Угледорского района неразрывно связана с угольной промышленностью. В биографии каждого ветерана отрасли – жизнь всего округа. Восточная горнорудная компания продолжит по крупицам собирать истории, рассказы тружеников шахт, чтобы на основе этих данных составить их подробные биографии, с которыми позже сможет ознакомиться любой желающий.

Пресс-служба ВГК



Гендиректор СУЭК и СГК Максим Басов рассказал о перспективах бизнеса

На прямой линии с трудовыми коллективами Максим Басов дал анализ ситуации на важных для бизнеса рынках и рассказал о приоритетных задачах для каждого дивизиона.

По словам Максима Басова, СУЭК удерживает позицию четвертой компании на мировом угольном рынке, расширяя поставки в восточном направлении и развивая трейдинг углем сторонних производителей. Несмотря на значительное снижение мировых цен, успехи коммерческого блока позволяют во многом компенсировать влияние западных санкций.

Имеющиеся ограничения Восточного полигона РЖД создают преимущества для активов СУЭК, выгодно расположенных по отношению к приоритетным рынкам в Приморском и Хабаровском краях, Бурятии и Забайкалье. В то же время логистика пока ограничивает возможности предприятий в Хакасии и Кузбассе, руководство которых вынуждено искать новые возможности для роста. Что касается Красноярского края,

угольные разрезы региона работают прежде всего на обеспечение топливом энергосистемы Сибири. Сегодня добыча в крае ведется рекордными темпами. И динамика потребления угля на внутреннем рынке диктует необходимость расширения производства, чем СУЭК системно занимается. Так, Максим Басов заверил, что в ближайшие 2 месяца будут приняты стратегии развития всех угольных предприятий.

Среди основных задач, стоящих перед компанией, гендиректор особо выделил оптимизацию кадровой политики и обновление стратегии развития, чтобы «вне зависимости от обстоятельств быть лучше конкурентов». Также важно в течение 3 месяцев закрыть вопрос с поставками оборудования и запчастей, который еще заметно влияет на работу подразделений. Недавний визит Басова в Китай и успешные переговоры с китайскими производителями оборудования для горнорудного сектора дают

уверенность в своевременном решении этой задачи.

Перед энергетиками СГК Максимом Басовым поставлена задача решить проблему частых аварий, используя при этом все возможности сервисных и машиностроительных предприятий СУЭК, и расширять присутствие на энергетическом рынке России, учитывая имеющиеся у страны экологические и климатические обязательства.

Наконец, еще одним стратегическим направлением развития, как подчеркнул руководитель, является создание самой современной в мире цифровой системы управления предприятием на базе автоматизации и искусственного интеллекта, для чего Компания привлекает лучших на российском рынке специалистов.

Пресс-служба АО «СУЭК»



Генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» подвел итоги работы в 1 квартале 2023 года

Подведение итогов состоялось в формате «прямой линии» с коллективами предприятий. Как рассказал **генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» Андрей Федоров**, предприятия СУЭК в крае в 1 квартале сохранили высокую производственную динамику, взятую в 2022 г. В январе-марте 2023 г. Бородинский, Назаровский и Березовский разрезы суммарно добыли более 10 млн т угля, что на 13% больше плановых показателей и на 32% больше показателей аналогичного периода прошлого года.

Лидером среди предприятий, как и в 2022 г., стал Березовский разрез. Сегодня он идет с плюсом к производственному плану по добыче угля 43%. Рост обусловлен дополнительными заявками на топливо со стороны основного потребителя – Березовской ГРЭС, а также увеличением отгрузки угля на самовывоз и объемов его глубокой переработки. Как уточнил в ходе «прямой линии» **руководитель Березовского разреза Александр Буйницкий**, повышенные заявки со стороны ГРЭС на 2 квартал позволяют говорить о том, что в ближайшее время предприятие продолжит работу в напряженном режиме.

Второй год усиленной добычи, как подчеркнул Андрей Федоров, диктует предприятиям необходимость наращивания подготовленных к добыче (вскрытых) запасов угля. Для этого на Березовском разрезе на вскрыше введены в эксплуатацию два новых самосвала БелАЗ, еще один БелАЗ приступил к работе на Бородинском разрезе. В Бородино также реализуется серьезный пролонгированный проект, направленный на обеспечение надежности поставок угля в условиях роста объемов – это реконструкция горных работ с прокладкой железнодорожных путей, строительством новой транспортной развязки. Завершение проекта намечено на 2025 г.

До 2024 г. рассчитаны масштабные проекты в сфере экологии – на всех предприятиях СУЭК в Красноярском крае ведется строительство ультрасовременных комплексов очистки карьерных вод, в том числе с возможностью использования очищенной воды для собственных технических нужд либо нужд предприятий-партнеров. Первый такой комплекс уже возведен на Березовском разрезе, идет процесс его пусконаладки.

Особое внимание Андрей Федоров уделил социальным вопросам. С 1 января 2023 г. на предприятиях произведена индексация тарифных



ставок и окладов рабочим на индекс потребительских цен, принятый Росстатом. Работодателем в полном объеме выполнены гарантии и социальные обязательства перед трудовыми коллективами, что было подтверждено профсоюзными организациями в ходе отчетных конференций. В 2023 г. СУЭК намерена увеличить на треть инвестиции в корпоративные социальные программы на красноярских предприятиях.

В завершение «прямой линии» генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» ответил на вопросы сотрудников. В основном они касались поставок запасных частей к технике зарубежного производства – эта тема находится на личном контроле у руководства Компании, выпуск целого спектра запчастей уже освоен на сервисных предприятиях СУЭК; повышения качества спецодежды и спецообуви – руководители и сектор снабжения максимально быстро стараются реагировать на сигналы с мест; введения дополнительных льгот.

Пресс-служба АО «СУЭК»



IMS: самосвал под контролем

ЕЛИСЕЕВ Дмитрий Игоревич

Начальник отдела систем
интеллектуального управления карьером
ОАО «БЕЛАЗ»

БЕЛАЗ – это современная инновационная компания, которая решительно развивается. Мы не только предлагаем клиентам качественную технику и высокий уровень сервиса, но и работаем над созданием IT-продуктов, которые делают эксплуатацию наших карьерных самосвалов максимально эффективной.



Один из главных IT-продуктов – **интеллектуальная система мониторинга и прогнозной аналитики IMS** (Intellectual Monitoring System), которая позволяет контролировать техническое состояние самосвалов, оценивать эффективность их работы и обнаруживать нарушения при эксплуатации. IMS значительно повышает произ-

водительность горнодобывающих предприятий за счет снижения эксплуатационных затрат.

IMS устанавливается на карьерные самосвалы БЕЛАЗ сразу на заводе. Она способна считывать и анализировать информацию более чем с 50 датчиков, установленных на карьерном самосвале в базовой комплектации. Система работает с помощью мобильной связи и позволяет получать и анализировать данные о работе и техническом состоянии самосвала из любой точки Земного шара в режиме реального времени.

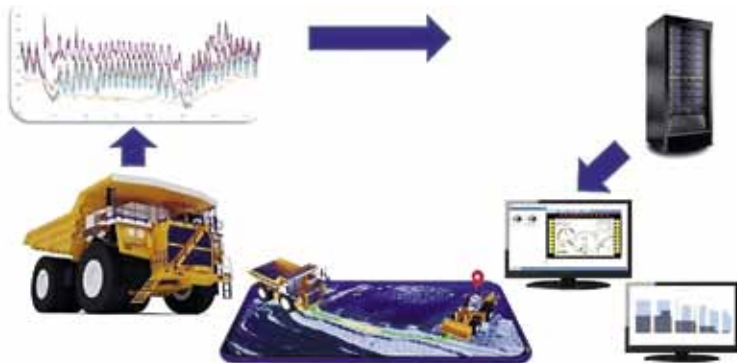
Список систем, с которых обрабатываются сигналы:

- электронная панель приборов;
- система контроля давления и температуры шин;
- система контроля загрузки и топлива;
- двигатель внутреннего сгорания;
- система управления электромеханической трансмиссией.

Для машин с гидромеханической передачей (ГМП) возможна передача данных ГМП.

Интеллектуальная система мониторинга способна:

- проследить и контролировать техническое состояние парка самосвалов и их местоположение в онлайн-режиме;
- оценивать эффективность работы техники;
- обнаруживать нарушения эксплуатации и прогнозировать выход из строя деталей и узлов;
- изучать историю работы самосвала, а также строить графики полученных величин и маршруты движения в промежутке времени, который можно установить на уровне минут, часов, дней и даже месяцев.



Система IMS имеет интуитивно понятный интерфейс и состоит из двух модулей – «**Аналитический модуль**» и **модуль «Техобслуживание»**.

«**Аналитический модуль**» представляет информацию об эксплуатации карьерной техники с помощью инфографики: пользователь может просмотреть журнал рейсов, распределение времени цикла, анализ загрузки самосвала. Выбрав определенный промежуток времени, можно получить информацию по диагностике неисправностей и нарушению режимов эксплуатации как по самосвалу в целом, так и по определенным узлам и деталям.

Система позволяет проводить сравнение режимов работы самосвалов между собой.

Модуль «Техобслуживание» содержит информацию о необходимости ремонта техники, а также сроках ее гарантийного обслуживания. В систему встроен электронный каталог деталей, который позволяет быстро определить деталь или узел, подлежащий замене.

Сегодня в IMS зарегистрировано более 100 самосвалов, которые работают в горнодобывающих компаниях Беларуси, России, Армении, Индии, Чили, Монголии и др.

Информация интеллектуальной системы мониторинга и прогнозной аналитики также доступна через мобильное приложение.

Система IMS имеет ряд неоспоримых преимуществ и позволяет:

- сокращать время простоя техники;
- повышать ее производительность;
- продлевать жизненный цикл техники;
- снижать себестоимость добычи и затраты на техническое обслуживание парка самосвалов.

Интеллектуальная система мониторинга имеет огромный потенциал для развития. Специалисты ОАО «БЕЛАЗ» совместно с потребителями постоянно работают над ее совершенствованием. Уже сегодня представители научно-технического центра завода БЕЛАЗ начинают свой день с мониторинга работы карьерных самосвалов, которые находятся на гарантийном обслуживании, чтобы давать потребителю актуальные рекомендации по работе техники. Уже в



ближайшем будущем такая работа может трансформироваться в создание ситуационного центра, способного в режиме 24/7 прослеживать работу техники и помогать нашим клиентам в ее еще более эффективной эксплуатации и значительной экономии средств.





УГОЛЬ – КУРЬЕР

МАЙ

Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе

2023

Угледобывающие регионы

Добыча угля в России за январь-февраль 2023 г. сократилась на 2,3%, до 70,2 млн т. При этом добыча каменного угля всех видов сократилась на 6,3%, до 53,6 млн т, в том числе антрацита – на 12,3%, до 3,9 млн т, коксующегося угля – на 1,2%, до 16,6 млн т, а прочего – на 8%, до 33,1 млн т. Выработка бурого угля за январь-февраль возросла на 13,3%, до 16,6 млн т. **ТАСС.**

На угледобывающих предприятиях ДНР в 2023 г. будут сданы в эксплуатацию восемь новых очистных забоев. **Пресс-служба Министерства угля и энергетики ДНР.**

С начала года компания «Берингпромуголь» на месторождении «Фандюшкинское поле» (Чукотский автономный округ) добыла 214,3 тыс. т каменного угля, прирост относительно показателя годом ранее составил 22%. **«PortNews».**

Государственное регулирование

Правительство РФ готово направить 70 млрд рублей на программу субсидирования закупки 85 судов до 2034 г. Из указанного количества судов основную часть составят балкеры (60 единиц), а также крупнотоннажные суда типа Capesize (12 единиц). **PortNews.**

Правительство РФ одобрило проект закона, по которому государство сможет расторгать договоры аренды федерального имущества в морских портах из-за нарушений природоохранного законодательства при перевалке угля. **«РБК Приморье».**

Президент России Владимир Путин провел рабочую встречу с губернатором Кузбасса Сергеем Цивилевым. Одним из обсуждаемых вопросов стал вывоз угля из региона. Правительство Кузбасса инициировало подписание с ОАО «РЖД» соглашения, в рамках которого запланирован вывоз в 2023 г. каменного угля из

региона на экспорт в восточном направлении в индикативном объеме не менее 55,1 млн т, гарантированно – не менее 53,1 млн т. Однако за январь-февраль этого года вывезено 9,35 млн т, что на 0,71 млн т ниже планового показателя.

IA INFOline.

«Развитие транспортных коридоров является одним из приоритетов РФ на ближайшие годы», подчеркнул премьер-министр России Михаил Мишустин, выступая с ежегодным отчетом в Госдуме. По его словам, «до конца следующего года планируем довести пропускную способность Восточного полигона железных дорог до 180 млн т». **ТАСС.**

В Совете Федерации призвали вернуть понижающие коэффициенты на перевозку угля за экспорт и дальность – 0,4 и 0,895 соответственно. Отмена понижающих коэффициентов ставит в очень сложную ситуацию угольные компании и способна нанести непоправимый ущерб отрасли в целом. **«СенатИнформ».**

Новости угольного рынка

На 9% увеличился экспорт угля из России по итогам первых двух месяцев, суммарный объем поставок составил 33,7 млн т. Самый ощутимый рост произошел в феврале – в сравнении с прошлым годом в феврале, рост составил 32,6%. **EastRussia.**

Цены на коксующийся уголь на внутреннем рынке России из-за ослабления рубля серьезно отстают от мировых, при этом рост мировых цен вызван объективными причинами, в числе которых оживление спроса на металлопродукцию в Китае и США, а также восстановление объемов производства стали в ЕС. **ТАСС.**

Сокращение поставок на европейский рынок полностью компенсировало увеличение поставок в страны Азии. В Китае они выросли с 54,6 млн т в 2021 г. до 64 млн в прошлом, в Турцию – с 14,2 млн т

до 19,7 млн т. Резко увеличила импорт российского угля Индия – с 7,7 млн т до 18 млн т. В целом группа дружественных стран Южной и Восточной Азии, а также Турция в совокупности увеличили в прошлом году импорт российского угля в сравнении с 2021 г. на 28,5 млн т при потере 26,8 млн т на европейском рынке. **Авант-Партнер.**

Новости угольных компаний

Шахта «Комсомолец Донбасса» ввела в эксплуатацию новый очистной забой. На шахте добывается энергетический уголь марки «Т». Забой оснащен механизированным комплексом 1КД-90, комбайном 1К-101У, скребковым конвейером СП-251. **Министерство угля и энергетики ДНР.**

Прходческая бригада Александра Беркуты шахтоуправления имени А.Д. Рубана первой в компании «СУЭК-Кузбасс» подготовила с начала года один километр горных выработок. Коллектив задействован на подготовке будущей лавы № 803 на участке Благодатный. **«EnergyLand.Info».**

На шахте «Юбилейная» АО «ТопПром» проводятся мероприятия по оптимизации численности персонала и сокращению штата на разных участках в соответствии с Трудовым Кодексом РФ. Данные мероприятия связаны с административной приостановкой деятельности шахты «Юбилейная». Количество работников, подлежащих высвобождению, определяется исходя из их занятости в производственном процессе на текущую дату. **Пресс-служба АО «ТопПром».**

По итогам января-марта 2023 г. объемы добычи угля «Восточной горнорудной компании» (Сахалин) составили 1,513 млн т. Всего за текущий год ВГК рассчитывает получить на Солнцевском угольном разрезе до 13,5 млн т угля. **Advis.**

УК «Колмар» к концу 2023 г. рассчитывает увеличить добычу на ГОКе «Инаглинский» до 8,5 млн т угля, а на полную мощность в 12 млн т угля ежегодно планируется выйти в 2024 г. **Nedradv.**

Логистика

За первые два месяца года погрузка на железнодорожных станциях в Приморье выросла на 24% и составила 3,87 млн т. По данным Дальневосточной железной дороги (ДВЖД), больше всего было погружено каменного угля (676 тыс. т) и строительных грузов (149 тыс. т). **PrimaMedia.ru.**

Угольные грузы из Кузбасса и Якутии смогут ехать в Китай быстрее, сократив путь на 2 тыс. км. Довезти твердое топливо по самому короткому маршруту позволит новый железнодорожный мост Россия – Китай длиной около 500 метров в районе погранперехода Джалинда – Мохэ в Амурской области. **«Vgudok».**

Для реализации в установленный срок второго этапа проекта модернизации БАМа и Транссиба на участке Комсомольск – Ванино ОАО «РЖД» необходимо поднять тариф на перевозку грузов начиная с 2024 г. В частности, для грузоотправителей повышение составит 15%. **«Бизнес-Газета».**

Объем перевозок грузов по первому трансграничному железнодорожному мосту между Россией и Китаем через реку Амур за первые четыре месяца его работы составил более 540 тыс. т. **Пресс-служба РФПИ.**

ОАО «Российские железные дороги» с марта 2023 г. ввело 5 ограничений на отправку грузов в дальневосточных портах Посьет и Ванино. Мера введена, чтобы дать портам возможность справиться с прибывающими вагонами с угольной продукцией. **ОАО «РЖД».**

ОАО «РЖД» предупреждает о возможном снижении экспорта угля из Хакасии из-за роста заявок угольных компаний на внутренний рынок вместо заявленных ранее экспортных объемов. В компании отмечают проблемы с выгрузкой вагонов на Дальнем Востоке в портах Посьет и Ванино. **ОАО «РЖД».**



Отгрузка угля из Кемеровской области на восток в условиях санкций должна как минимум вдвое превышать объем, о котором регион договорился с ОАО «РЖД». **Минуглепром Кузбасса.**

Сумма инвестиций в строительство второго этапа Восточного полигона, включая БАМ и Транссиб, увеличилась и составляет теперь 1,082 трлн рублей. Стоимость выросла на 21% к предыдущей оценке в 894 млрд рублей. Текущий этап программы по увеличению годовой провозной способности БАМа и Транссиба до 180 млн т рассчитан до 2024 года. **Nedradv.**

Первая партия угля из Кузбасса – 30 тыс. т – будет отправлена по Енисею и Северному морскому пути (СМП) в навигацию 2023 г. Планируется организовать экспериментальный рейс с перевалкой угля частично в Красноярске и Лесосибирске. Доставить уголь планируется в Енисейский залив в район Усть-Порта, где перегрузить его на морские углевозы. **«Пульс Хакасии».**

По итогам марта т.г. грузооборот угольной продукции по железной дороге увеличился на 4,2% по сравнению с мартом 2022 г. и составил 32,3 млн т. Общий грузооборот угля за январь-март составил 91,8 млн т (+0,7%). **ИА «Восток России».**

Судопогрузочная машина радиально-телескопического типа производительностью 3 тысячи тонн в час будет установлена в порту «Енисей», строительство которого продолжается в рамках реализации инвестиционного проекта компании «Северная звезда» по освоению Сырадасайского месторождения.

В порту ведутся работы по отсыпке дамбы, береговой части, а также строительству причала: в этом году завершатся работы по обустройству 129-метрового причала, к 2025-му он будет удлинен до 300 метров. Кроме того, в 2023 году будут проведены работы по дноуглублению канала в акватории порта, что позволит заходить сюда крупным навалочным судам дедвейтом более 65 тысяч тонн.

Стоит отметить, что телескопическая стрела судопогрузочной машины может выдвигаться на 60,5 метра, а радиус дуги перемещения составляет 62 метра. Такие характеристики обеспечивают максимальную маневренность при загрузке судов. Еще одна важная составляющая – это экологичность системы погрузки, предотвращающая выброс угольной пыли. **Пресс-служба ООО «Северная звезда».**

Петренко И.Е.



Пластичные смазки для электромеханических экскаваторов

В обзоре журнала «Уголь» – пластичные смазки «ЛУКОЙЛ» серии «ФЛЕКС» для электромеханических экскаваторов, где именно этот вид смазочных материалов испытывает максимальные рабочие нагрузки.

ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ПЕРЕДАЧ

Экскаваторы с электромеханическим приводом, как правило, специализируются на погрузке гигантских карьерных самосвалов и вскрытии горной породы. Они обладают массой достоинств: отсутствие выбросов CO₂, длительный срок службы, меньший в сравнении с гидравлическими экскаваторами объем отработанных смазочных материалов, подлежащих утилизации, наконец, неприхотливость в работе, в том числе при экстремальных погодных условиях. Однако, как показывает практика, себестоимость непланового простоя «мехлопаты» может до четырех раз перекрывать возможные расходы при вынужденных остановках «гидравлики». Именно поэтому качественному подбору смазки, способной повысить надежность электромеханических экскаваторов, уделяют особое внимание.

Специальная серия пластичных смазок «ЛУКОЙЛ», разработанная для применения в открытых зубчатых передачах горнодобывающей техники, носит название «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG HD». Высокий уровень эксплуатационных свойств продуктов этой линейки подтвержден большим опытом ее применения в популярных

моделях электромеханических экскаваторов, выпускаемых CAT (Bucyrus), P&H Mining Equipment, Taiyuan NM Group, АО «УЗТМ-Картекс» и ЗАО «Горные машины».

«ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG HD» учитывает особенности климатических зон нашей страны, и потому линейка включает в себя следующие смазки:

- «Лето» (0...+50 °С) «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG 0-4000 HD»
- «Весна/осень» (-20...+20 °С) – «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG 00-2000 HD»
- «Зима» (-45...-10 °С) – «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG 000-1500 HD»
- «Крайний Север» (-50...-20 °С) – «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС АРКТИК 900 HD»

Смазки этой серии производятся на основе высоковязкого минерального масла и комплексного алюминиевого загустителя с добавлением твердых смазывающих веществ, что обеспечивает высокую адгезию (прилипание) смазки к поверхности зубьев открытой зубчатой передачи опорно-поворотного устройства и напорной балки. Смазка всегда находится «в зоне контакта», она не смывается при повышенной влажности, при этом эффективно защищает механизмы от воздействия пыли и грязи.

Мельчайшие твердые наполнители в составе смазки усиливают защиту поверхностей трения. Вместе с тем большое значение в рецептуре смазочного материала имеет и базовое масло, высокотехнологичный продукт нефтепереработки. Традиционно в формуле смазок до 85% их состава – именно базовое масло. ЛУКОЙЛ выпускает «базу» непосредственно рядом с производством смазок, на своем нефтеперерабатывающем заводе в Волгограде. Это исключает необходимость перевозки базового масла транспортом и обеспечивает исключительную чистоту исходного компонента, который по трубопроводу поступает для «варки» смазки на производственные мощности.

ДЛЯ ШАРНИРНЫХ УЗЛОВ

Если серия смазок «ЛУКОЙЛ КАРБОФЛЕКС OG HD» подходит для применения в зубчатом приводе опорно-поворотного устройства и напорной балки экскаватора с механическим приводом, то для шарнирных узлов тяжелой техники универсальный выбор – линейка х литевых смазок «ЛУКОЙЛ ПОЛИФЛЕКС EP HD». Существует множество ее разновидностей для разнообразной техники и оборудования. Конкретно для шарниров электромеханических экскаваторов оптимальны следующие многоцелевые смазки:

– «Лето» (-10 °С...+50 °С) – «ЛУКОЙЛ ПОЛИФЛЕКС EP 2-160 HD»

– «Весна/осень» (-30 °С...+20 °С) – «ЛУКОЙЛ ПОЛИ-ФЛЕКС EP 1-160 HD»

– «Зима» (-50 °С...-10 °С) – «ЛУКОЙЛ ПОЛИФЛЕКС АРКТИК 0-35 HD»

Большинство производителей смазочных материалов специализируются на выпуске масел, а создание смазок под своими марками заказывают на мощностях сторонних предприятий. «ЛУКОЙЛ» – один из немногих мировых брендов, занимающихся полным циклом производства как масел, так и смазок. Компания выпускает на заводе «ИНТЕСМО» в Волгограде около 160 видов смазок. ИНТЕСМО – это не только производство, но и научный центр компетенций по смазкам. Здесь действует Инженерный центр, один из лучших по оснащению европейских R&D комплексов, специализирующихся на смазочных материалах.

Анализ качества в Инженерном центре «ИНТЕСМО» ведется по всем действующим российским и зарубежным стандартам (ГОСТ, ТУ, СТО, ISO, ASTM, DIN). При этом современные испытательные стенды центра позволяют проводить ресурсные испытания смазок и имитировать их работу практически в любых узлах, в любых условиях, при широком спектре температур. Здесь внедрено уже более 250 методов испытаний, что является абсолютным рекордом для российской отрасли смазочных материалов.

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛЮЧЕВЫХ УЗЛОВ ЭКСКАВАТОРА С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ



ЛУКОЙЛ
РАУНД
100

Шарниры
и направляющие
ковша

ЛУКОЙЛ
ПОЛИФЛЕКС
EP2-220 LC HD

Шарнирные
узлы

ЛУКОЙЛ
СТАБИО
220

Компрессор

ЛУКОЙЛ
КАРБОФЛЕКС
OG HD

Зубчатый венец,
роликовый круг

Опорные
и натяжные
колеса

ЛУКОЙЛ
СТИЛО
320

Редукторы хода,
редуктор рамы

Редукторы
лебедок и механизма
поворота

ЛУКОЙЛ
РАУНД
100

Валики и шарниры
тормозов лебедок,
механизмов поворота и хода

Цифровые технологии в геологоразведке применяет Распадская угольная компания



Буровики и геологи ЮжКузбассГРУ работают в единой связке

Глубокие скважины для геологоразведки буровые бригады ЮжКузбассГРУ готовят на отечественной установке РС_90



Техник-геолог ЮжКузбассГРУ Маргарита Полтаринова на буровой площадке шахты «Усковская»

РАСПАДСКАЯ
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

За последние пять лет геологи Распадской угольной компании (РУК) подсчитали и подтвердили запасы каменного угля более чем на 1 млрд 150 млн тонн. В исследовании специалистам помогает современное цифровое оборудование.

Часть работ, которую раньше геологи выполняли вручную, доверили современному программному обеспечению: это программы Масromane и Geos Pro. Последнее является отечественной разработкой. С его помощью геологи обновляют базу данных по объектам месторождений, на основании которой готовится вся необходимая графика, текстовые материалы и таблицы.

Также геологи используют в своей работе геолого-блочные 3D-модели предприятий и каркасные модели угольных пластов. В настоящее время такие модели построены на шахте «Распадская» и разрезе «Распадский», на очереди – еще 6 предприятий РУК. Трехмерные модели помогают наглядно увидеть строение месторождения и более точно планировать горные работы с учетом требований безопасности.

Геологоразведкой в Распадской угольной компании занимается Южно-Кузбасское геологоразведочное управление (ЮжКузбассГРУ). Это крупнейшая геологоразведочная организация в Кузбассе, где трудятся более 550 человек. Сотрудники управления занимаются бурением разведочных и технических скважин различного назначения, готовят геологические материалы, составляют отчеты с оценкой запасов угля с последующим предоставлением их на Государственную экспертизу, геофизические исследования скважин, мониторинг геологической среды и другие виды работ.

*Управление по связям
с общественностью
ООО «РАСПАДСКАЯ
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ»*

«Кузбассразрезуголь» представил инновационную технологию ведения взрывных работ для снижения влияния на окружающую среду

На Кедровском угольном разрезе УК «Кузбассразрезуголь» прошли испытания новой электронной системы инициирования взрывных работ для минимизации экологического воздействия. Инновационная технология разрабатывается в рамках программы устойчивого развития Компании и комплексной научно-технической программы (КНТП) «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

Демонстрационные взрывы проведены в присутствии представителей Министерства энергетики РФ, Правительства Кузбасса, Сибирского управления Ростехнадзора, крупнейших угольных компаний, а также ученых, экологов и журналистов.

«Инновационные технологические решения помогают нам сделать взрывные работы максимально безопасными. В сравнении с широко применяемыми сегодня технологиями буровзрывных работ на предприятиях открытой угледобычи новая электронная система инициирования отечественного производства позволяет проводить взрывы, существенно снижая их магнитуду, с минимальным воздействием на окружающую среду, людей и сооружения», – рассказал **технический директор УК «Кузбассразрезуголь» Станислав Матва**.

Снижение воздействия достигается за счет короткозамедленного поочередного взрывания скважин. Благодаря возможности гибкого и точного программирования времени замедления при ведении взрывных работ показатели сейсмического воздействия настолько минимальны, что могут не фиксироваться даже сейсмостанциями. Наряду с этим также снижаются и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

«Предприятия угольной промышленности Кузбасса активно внедряют в свою работу наилучшие доступные технологии. Это имеет большое значение не только для повышения эффективности угледобычи, но и для формирования положительного имиджа отрасли. Кроме того, очень важно, что предприятия не просто закупили какую-то готовую технологию, а разрабатывают новую, авторскую, в тесном сотрудничестве с кузбасскими учеными. Благодаря этому восстанавливается и укрепляется связь науки и производства», – отметил **заместитель губернатора Кузбасса по топливно-энергетическому комплексу, транспорту и экологии Андрей Панов**.

В рамках научно-технического проекта по разработке технологий экологически сбалансированного ведения горных работ Кузбассразрезуголь совместно с Институтом проблем комплексного освоения недр РАН (участник НОЦ «Кузбасс») проведет цифровую трансформацию буровзрывных работ на угольных разрезах. До 2025 г. пла-



КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ



Современные технологии взрыва



Устаревшие технологии взрыва

нируется разработать программное обеспечение (ПО). С его помощью уже на этапе проектирования буровзрывных работ можно будет провести комплексную оценку их влияния на окружающую среду и выбрать наиболее оптимальную технологию взрыва. Также с использованием систем дистанционного контроля появится возможность проведения цифрового мониторинга сейсмических параметров и выбросов в атмосферу.

Пресс-служба УК «Кузбассразрезуголь»

Концептуальные основы методологии проектирования угольных производств с когенерационными технологиями

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-34-36>

АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор
кафедры «Геотехнология освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия
e-mail: mstmu-prpm@yandex.ru

МАСКАЕВ К.В.

Горный инженер
кафедры «Геотехнология освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия

БЫЧКОВ А.С.

Горный инженер
кафедры «Геотехнология освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия

АЛИМОВ В.А.

Горный инженер
кафедры «Геотехнология освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия

Обоснована актуальность проведения исследований в области проектирования угольных производств с использованием когенерационных технологий, направленных на повышение технико-экономической эффективности их функционирования. Рассмотрены направления утилизации и переработки сопутствующего газа метана с использованием стирлинг-технологий с получением конечного продукта в виде СПГ. Рассмотрены основные технологические процессы производства сжиженного природного газа и принципиально важные отличительные особенности технологии Стирлинга. Описаны основные ограничения при выборе криогенного цикла и технологии сжижения.

Ключевые слова: стирлинг-технологии, шахтный метан, сжиженный природный газ, газомоторное топливо, криогенератор, автосамосвалный транспорт.

Для цитирования: Концептуальные основы методологии проектирования угольных производств с когенерационными технологиями / В.В. Агафонов, К.В. Маскаев, А.С. Бычков и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 34-36. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-34-36.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве случаев разработки угольных месторождений сопутствующим георесурсом выступает газ метан (CH_4), причем объемы его выделения в мировом масштабе оцениваются в 20-21 млрд $\text{м}^3/\text{год}$. Значимость его учета при реализации производственных процессов угледобычи обусловлена двумя аспектами, которые нельзя не учитывать и игнорировать [1]:

– первый аспект связан с промышленной безопасностью ведения подземных горных работ, так как этот газ при образовании взрывоопасных концентраций 8-14% в метановоздушной смеси приводит к техногенным катастрофам с большими людскими и экономическими потерями;

– второй аспект связан с экологической составляющей, так как этот газ занимает второе место в формировании парникового эффекта и разрушении озонового слоя на планете, причем его агрессивность в 20 и более раз выше, нежели первой составляющей – диоксида углерода.

В России фактически утилизируется всего лишь чуть более 4% всего метана, который выделяется в процессе ведения под-

земных горных работ. В связи с этим, вновь разрабатываемые технологии извлечения угольного метана должны быть увязаны с максимально возможным, экономически оправданным его извлечением из недр и технологиями его практического использования, при учете формирования тенденций резкого снижения его эмиссии в соответствующие слои атмосферы, и должны основываться на концепции единой технологической платформы.

Из исследований следует, что утилизация добытого метана может осуществляться в нескольких направлениях когенерации, в частности, получения промышленных объемов сжиженного природного газа (СПГ) [2].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Производство СПГ в промышленных масштабах базируется на технологии его ожижения, в основе которой лежат технологические процессы охлаждения компонентов смеси природного газа до граничной конечной точки конденсации. Данная технология ожижения реализуется в специальных промышленных холодильных установках с сопутствующим подобранным хладагентом. Основные параметры технологического процесса ожижения шахтного метана выглядят следующим образом: криогенная температура (-162°C) и давление (0,1 МПа). Количественные значения этих параметров объясняют очевидные обстоятельства отсутствия до настоящего времени экономически приемлемых технологий производства сжиженного шахтного метана.

На основе проведенных авторами исследований выявлено, что наиболее приемлемыми в плане перспективности и экономичности технологиями получения сжиженного шахтного метана являются стирлинг-технологии. Основой их функционирования является цикл Стирлинга, осуществляемый в криогенных газовых устройствах (криогенераторах, оснащенных контурами внешнего охлаждения тепловых процессов). Данные криогенераторы работают с газами с максимальной температурой конденсации -200°C, что является определяющим фактором для ожижения шахтного метана (температура ожижения - -162°C) [3].

Основной отличительной особенностью технологии Стирлинга является технологическая возможность достижения 100% порога сжижения при заявленных параметрах температуры и давления, что обуславливает отсутствие в конструктивном исполнении сбросовых продукционных трубопроводов, предназначенных для удаления несжиженных объемов газа, в отличие от промышленных установок дроссельно-детандерного типа и вихревых труб.

Рациональный уровень производительности в 1,0 т/ч связан в этом случае с использованием как традиционных способов ожижения (цикл дроссельно-детандерного типа и цикл вихревой трубки Ранка), так и сравнительно инновационных (комбинаторика тепловых процессов в контурах внешнего и внутреннего охлаждения). При использовании последних способов процесс внутреннего охлаждения включает изобарное расширение метана, а процесс внешнего охлаждения – использование конденсатора.

Существующие технологические процессы производства сжиженного природного газа предусматривают нали-

Технологические процессы производства сжиженного природного газа

Process flows in liquefied natural gas production

Технологический процесс	Число технологических линий	Общая производительность, млн т/год
Классический каскад	4	2,2
CROCP	8	29,5
TEALARC	3	2,55
PRISO	3	3,35
APCI SMR	4	3,0
APCI C3-MR	71	156,5
APCI C3-MR/Split MR	9	37,9
APCI AP-X	6	46,8
Statoil/Linde MFC	1	4,3
Shell DMR	4	18,4
Итого:	113	304,5

чие разнообразных модификаций циклов. Самыми востребованными являются циклы сжижения с использованием в качестве хладагентов углеводородных газов или азота со степенью сжижения около 97%. Широко используется технология, основанная на циклах со смесями хладагентов [4]. В таблице приведена статистика использования технологических процессов сжижения в мировой практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа тенденций и закономерностей использования стирлинг- и когенерационных технологий, технологий перевода работы грузового транспорта, обслуживающего угледобывающие предприятия, на газодизельный режим работы в мире, трендов и перспектив развития установлено, что существуют реальные предпосылки повышения технико-экономической эффективности угледобывающих предприятий за счет проектирования и внедрения технологических систем с использованием технологий ожижения шахтного газа метана для заправки автомобильного транспорта и использованием его в качестве первичного источника энергии в мобильных газопоршневых когенерационных ТЭЦ для выработки электрической и тепловой энергии.

Список литературы

1. Гайворонский А.И., Горбунов М.В. Техничко-технологические решения проектов сжижения метана угольных пластов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2023. №. 1. С. 63-75.
2. Самсоненко И.А. Перспективы сжижения и использования шахтного метана в качестве моторного топлива // Булатовские чтения. 2018. Т. 5. С. 273-274.
3. Федорова Е.Б., Хайдина М.П., Мамаева Т.А. Исследование процесса сжижения метана угольных отложений // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2012. №. 4. С. 14-19.
4. Wlodek T. Prediction of boil-off rate in liquefied natural gas storage processes / 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017. Section Oil and Gas Exploration. 2017. P. 405-413. DOI: 10.5593/sgem2017H/15/S06.051.

Original Paper

UDC 622.013.3 © V.V. Agafonov, K.V. Maskaeв, A.S. Bychkov, V.A. Alimov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 34-36
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-34-36>

Title

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF THE METHODOLOGY FOR DESIGNING COAL-FIRED PLANTS WITH COGENERATION TECHNOLOGIES

Authors

Agafonov V.V.¹, Maskaeв K.V.¹, Bychkov A.S.¹, Alimov V.A.¹

¹ Federal National Independent Educational Institution of Higher Education "National University of Science and Technology MISIS" (NUST MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation

Authors Information

Agafonov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of "Geotechnologies of Subsurface Development" Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Maskaeв K.V., Mining engineer of the Department of "Geotechnologies of Subsurface Development", Mining Institute

Bychkov A.S., Mining engineer of the Department of "Geotechnologies of Subsurface Development", Mining Institute

Alimov V.A., Mining engineer of the Department of "Geotechnologies of Subsurface Development", Mining Institute

Abstract

The relevance of research in the field of designing coal-fired plants using cogeneration technologies aimed at improving the technical and economic efficiency of their efficiency is substantiated. The directions of utilization and processing of the associated methane gas using Stirling technologies to obtain the final product in the form of LNG are considered. The main technological processes of liquefied natural gas production and fundamentally important distinctive features of Stirling technology are considered. The main limitations in the choice of cryogenic cycle and liquefaction technology are described.

Keywords

Stirling technologies, Mine methane, Liquefied natural gas, Gas engine fuel, Cryogenerator, Dump truck transport.

References

1. Gaivoronsky A.I. & Gorbunov M.V. Technical and technological solutions for coalbed methane liquefaction projects. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Mashinostroenie*, 2023, (1), pp. 63-75. (In Russ.).
2. Samsonenko I.A. Prospects of liquefaction and use of mine methane as a motor fuel. *Bulatovskie chteniya*, 2018, (5), pp. 273-274. (In Russ.).
3. Fedorova E.B., Haidina M.P. & Mamaeva T.A. Investigation of the methane liquefaction process of coal deposits. *AutoGazoZapravochnyj kompleks + Alternativnoe toplivo*, 2012, (4), p. 14-19. (In Russ.).
4. Wlodek T. Prediction of boil-off rate in liquified natural gas storage processes. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017/ Section Oil and Gas Exploration, 2017, pp. 405-413. DOI: 10.5593/sgem2017H/15/S06.051.

For citation

Agafonov V.V., Maskaeв K.V., Bychkov A.S. & Alimov V.A. Conceptual foundations of the methodology for designing coal-fired plants with cogeneration technologies. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 34-36. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-34-36.

Paper info

Received March 20, 2023

Reviewed April 15, 2023

Accepted April 27, 2023



**МУФТА
ПРО**

ООО «МУФТА ПРО»
 +7 (499) 394 66 60
 muftapro@gmail.com
 muftapro.ru / muftapro.com

Системы быстрой заправки

Мы предлагаем:

- Краны топливозаправочные
- Заправочные и вентиляционные клапаны
- Счетчики и насосы
- Заправки (АЗС) и топливозаправщики со скоростью заправки до 1500 л/мин
- Эксплуатация от -60 С до +50 С



РЕКЛАМА

Роль вибрационного воздействия в трещинообразовании и газоотдаче из низкопроницаемого угольного пласта

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-37-40>

Низкопроницаемый угольный пласт рассматривается как активная среда. Под активной средой будем понимать среду, реагирующую на внешнее воздействие. К таким средам относятся и угольные пласты, находящиеся в процессе отработки. При вибровоздействии упругие волны способствуют развитию в пласте разнонаправленных сил, что приводит к появлению нескольких систем газопроводящих трещин. Как и все трещиноватые среды, уголь обладает свойством – хрупкостью, которое заключается в том, что при встряхивании угля происходит резкое снижение крепости из-за разрушения структуры массива. Это явление может использоваться в практике увеличения газоотдачи из пластов, в частности, при использовании вибрационного воздействия на угольный массив. Исследования подтверждают, что при воздействии низкими частотами в пласте генерируются колебания, которые должны соответствовать частоте естественных колебаний скелета породы, что приводит к появлению резонанса в угольном пласте.

В виброакустическом поле происходит увеличение трещиноватости массива, а также наблюдается существенное снижение сцепления молекул метана с углем, и это явление вызывает несколько эффектов, отражающихся на состоянии и свойствах низкопроницаемого газонасыщенного угольного пласта. Колебания, которые распространяются в продуктивном пласте в виде упругих волн, изменяют структуру угольного массива, значительно увеличивают проявление знакопеременных сил, обеспечивая образование новых систем трещин, стимулируя выход метана из пористой среды угля.

Ключевые слова: проницаемость угольного массива, метаноотдача, трещиноватость, вибрационное воздействие, колебания, низкопроницаемый угольный массив.

Для цитирования: Роль вибрационного воздействия в трещинообразовании и газоотдаче из низкопроницаемого угольного пласта / М.В. Павленко, В.Г. Мерзляков, Е.В. Сеницкая и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 37-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-37-40.

ПАВЛЕНКО М.В.

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

МЕРЗЛЯКОВ В.Г.

Доктор техн. наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Московский
политехнический университет»,
107023, г. Москва, Россия,
e-mail: vgm458@mail.ru

СИНИЦКАЯ Е.В.

Старший преподаватель НИТУ «МИСус»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: sinitskaya.ev@misis.ru

ФЛОРОВА И.А.

Старший преподаватель НИТУ «МИСус»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: florova.ia@misis.ru

АДИГАМОВ Д.А.

Аспирант
Самарского государственного
экономического университета (СГЭУ),
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: danil.adigamov@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Проницаемость является неотъемлемым свойством угольного массива, и это является показателем для измерения особенности метаноотдачи из угольного пласта. Поэтому направленное изменение проницаемости угольного массива имеет важное направляющее значение для разработки угольного пласта. Газоносные, угленосные породы подвер-

жены влиянию геологических структур и механических нарушений [1].

Воздействие на угольный массив можно разделить на две категории, а именно на статические и динамические воздействия [2]. В данном случае в текущих исследованиях рассматриваются динамические воздействия [3, 4, 5]. Рассматриваются и исследуются критические факторы, такие как вибрационная нагрузка на угольный массив.

Как разновидность нетрадиционных коллекторов трещиноватые газовые коллекторы в угле привлекают все большее внимание из-за наличия в них значительной емкости и высокого содержания метана. Поскольку основными каналами газовыделения в трещиноватом угольном пласте являются трещины и микронанопоры, по сравнению с обычными коллекторами, то наблюдается очевидный эффект увеличения метановыделения из массива.

Газопроницаемость трещиноватых коллекторов газоносных угольных пластов – это динамическая проницаемость, которая изменяется с изменением проницаемости пород окружающего угольного пласта, и это важный параметр коллектора, который влияет на газоотдающую способность угольного массива [6].

ЗАДАЧА ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЯ В ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИИ УГОЛЬНОГО МАССИВА

Для изучения характеристик трещинообразования и проницаемости углей при повторяющемся вибрационном воздействии были проведены испытания на циклическое вибровоздействие с различными временными интервалами [7, 8, 9]. Чтобы определить механизмы изменения напряжений при вибровоздействии, которые влияют на развитие трещин в угольном массиве в трехосных условиях, экспериментально изучаются различные стратификации (положение отдельных частей угольного пласта, как в вертикальном, так и горизонтальном разрезе) на основе газопроницаемости угля [2].

Для того чтобы изучить механическое поведение и характеристики проницаемости угля при совместном воздействии напряжения и фильтрации, был предложен механизм изменения проницаемости при вибрационном воздействии в процессе рассмотрения распространения волны в трещине угля [10]. При этом первичные трещины впоследствии развиваются в макроскопическую трещину.

Простейшим видом колебательного движения при вибрационном воздействии являются гармонические колебания, когда колеблющаяся величина изменяется со временем по закону синуса (1):

$$X(t) = A \cdot \sin(\omega_t + \varphi_0). \quad (1)$$

В нашем случае волновые колебания приводят к смещению стенок микротрещин угольного блока на величину x при амплитуде колебания, равной A , т.е. максимальное смещение может наступить при мгновенной фазе колебаний, которая представлена величиной $(\omega_t + \omega_0)$, при этом циклическая фаза колебания ω_0 будет соответствовать при текущем времени воздействия t .

Рассмотрим математическое выражение, описывающее характер колебаний, определяющее смещение стенок микротрещины угольного блока при волновом воз-

действию, как функцию двух переменных – времени вибровоздействия t и пространственной координаты l трещины. Для получения уравнения волны, то есть аналитического выражения функции двух переменных $L = f(t, x)$ представим, что на некоторой поверхности трещины угольного блока Б возникают гармонические колебания с частотой ω , амплитудой A и начальной фазой $\varphi = 0$: $L_{\text{бл.}} = A \sin \omega t$. Поскольку блоки угольного пласта упруго связаны между собой, то колебания от поверхности Б распространяются вдоль оси x , со скоростью v достигают точки К (см. рисунок).

Если в угольном блоке отсутствует затухание, то смещение на этой поверхности будет иметь вид:

$$L_{\text{бл.}} = A \sin \omega(t - \Delta t),$$

т.к. смещение здесь запаздывает на время Δt относительно точки Б. Поскольку $\Delta t = \frac{BK}{v} = \frac{l}{v}$, то, подставив это со-

отношение в формулу для $L_{\text{бл.}}$, получим уравнение волны в виде:

$$L_{\text{бл.}}(t, x) = A \sin \omega \left(t - \frac{l}{v} \right). \quad (2)$$

$$\text{Учитывая, что } \omega = \frac{2\pi}{T},$$

где T – период колебания, а длина волны $l = v \cdot T$ формулу (2) можно записать в виде:

$$L_{\text{бл.}}(t, x) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{l}{\lambda} \right). \quad (3)$$

Уравнения вибрационной волны (2) или (3) позволяют определить смещение любой поверхности микротрещины угольного блока угля с координатой x в любой момент времени t вибрационного воздействия.

Согласно проведенному анализу, изменение частоты и амплитуды вибровоздействия влияет на характеристики трещиноватости угольного массива. Влияние на массив было положительным, что способствует зарождению, развитию и расширению трещин в массиве. В то же время во время продвижения забоя при угледобыче напряжение

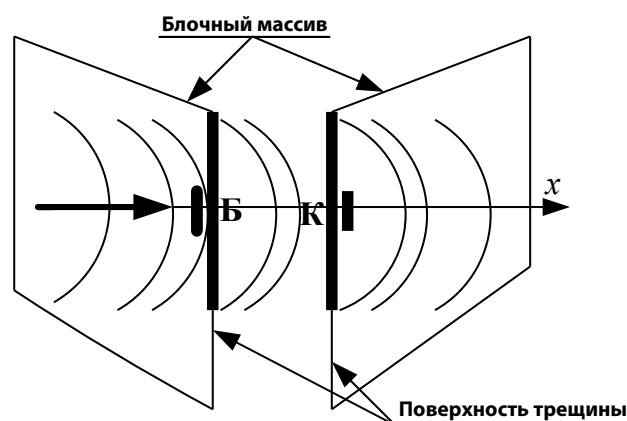


Схема распространения вибрационной волны в микротрещине блока угля

The scheme of propagation of a vibration wave in microcrack of the coal block

возмущения приводит угольный массив в состояние циклической нагрузки. Под действием циклической нагрузки параметры пор и трещин в угольном массиве изменяются, это вызывает изменение трещиноватости угольного массива, что также приводит к увеличению проницаемости [9, 10]. Поэтому изучение характеристик проницаемости угля при циклической нагрузке в процессе вибровоздействия имеет большое практическое значение для метаотдачи из массива [9, 10, 11, 12].

Проницаемость угольного массива от вибрационного воздействия может оцениваться на основе состояния потока метана при определенной частоте. При этом проницаемость угольного массива сначала уменьшается, затем увеличивается с наличием деформации и, наконец, достигает своего максимума [8, 12]. Экспериментальные результаты показали, что проницаемость газоносного угля постепенно увеличивалась с увеличением частоты и амплитуды в определенном диапазоне [8, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Воздействие на угольный массив с дневной поверхности генератора частотой колебаний в пределах 7-14 Гц и амплитудой колебаний 3-6 см [8, 11] приводит к поэтапному изменению состояния угольного массива, что и определило увеличение трещиноватости угольного пласта в зоне вибровоздействия [14].

Оценивая влияние вибрационного воздействия на систему «уголь – метан», можно предположить, что потеря устойчивости этой системы с переходом метана в свободную фазу возможна в динамических условиях [2, 3, 5, 8]. Высокая эффективность вибровоздействия упругими колебаниями на угольный массив достигается как через скважины с поверхности, так и из подземных скважин при рациональных режимах воздействия с учетом характеристик обрабатываемого угольного пласта и с учетом поставленных задач [7, 10, 14].

Экспериментальные исследования свойств фильтрации газа, вызванного вибрационным воздействием, были проведены с помощью использования генератора колебаний, помещенного в угольный пласт. Результаты показывают, что изменение проницаемости угля в процессе воздействия имеет очевидную стадийную характеристику и гистерезисную природу проницаемости [5, 6, 7, 14, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время вибровоздействия внутреннее выделение энергии приводит к трещинообразованию в угле. Таким образом, разработка эффективной формы вибрационного сигнала является важнейшей исследовательской проблемой [17].

Величина проницаемости угольного пласта тесно связана со структурой пор горных пород. Поэтому, основываясь на результатах испытаний, проницаемость и пористость угольного массива зависят от созданных напряжений при вибрационном воздействии.

В процессе подземной разработки угольного пласта, на который осуществляется вибрационное воздействие, имеет место многократное распределение поля напряжений, что приводит к постоянному трещинообразованию в массиве, в то же время слои угольного массива разрушаются и подвергаются повторному процессу знакопеременных нагрузок.

Список литературы

1. Лопухов Г.П., Павленко М.В., Сальников А.Н. Блочное строение горной породы каменноугольной системы // Горная промышленность. 2016. № 4. С. 68-69.
2. Садовский М.А. Автомодельность геодинамических процессов // Вестник АН СССР. 1986. № 8. С. 3-11.
3. Чеботарев А.Г., Пальцев Ю.П. Виброакустические факторы рабочей среды при подземной и открытой добыче твердых полезных ископаемых // Горная Промышленность. 2012. № 5. С. 50-59.
4. Energy analysis of coal damage deformation under pulsating pore water pressure / H. Zhu, M. Zhang, B. Gu et al. // Journal of Central South University (Science and Technology). 2014. Vol. 45. No. 10. P. 3657-3663.
5. The mechanism of breaking coal and rock by pulsating pressure wave in single low permeability seam / X. Li, B. Lin, C. Zhai et al. // Journal of China Coal Society. 2013. Vol. 38. No. 6. P. 918-923.
6. Pore/fracture structure and gas permeability alterations induced by ultrasound treatment in coal and its application to enhanced coalbed methane recovery / P. Liu, A. Liu, F. Zhong et al. // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2021. Vol. 205. P. 108862-108877.
7. 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.
8. Павленко М.В., Иванов П.Д. Степень восприимчивости угольного массива к изменениям при вибровоздействии и технические решения по увеличению метаноотдачи из пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2-1, (специальный выпуск 2-1). С. 174-183. DOI: 10: 25018/0236-1493-2021-210-174-183.
9. Shmonov V., Vitovtova V., Zharikov A. Experimental study of seismic oscillation effect on rock permeability under high temperature and pressure // Int. J. Rock Mech. and Mm. Science. 1999. Vol. 36. № 3. P. 405-412.
10. Pavlenko M.V. Borehole system for formation of increased fracturing of at coal seam using vibration / Proceedings of the International Colloquium DYMAMESI 2020. Prague, Czech Republik, 2020, pp. 29-32.
11. Павленко М.В., Кенжебаев К.Н. Особенности метановыделения в процессе вибровоздействия в блоках угольного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 5 (специальный выпуск 10). С. 51-50. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-5-10-51-59.
12. Факторы воздействия комбайна при добыче угля на увеличение метаноотдачи массива в рабочее пространство лавы / М.В. Павленко, М.П. Хайдина, Д.А. Кузиев и др. // Уголь. 2019. № 4. С. 8-11. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.
13. Kong Q, Wang H.L., Xu W.Y. Experimental study on permeability and porosity evolution of sandstone under cyclic loading and unloading // Chinese Journal of Geotechnical Engineering. 2015. Vol. 37. No. 10. P. 1893-1900.
14. Changes in pore structure and permeability of low permeability coal under pulse gas fracturing / P. Hou, F. Gao, Y. Ju et al. // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 34. P. 1017-1026.
15. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes / B. Gerike, Y. Drozdenko, E. Kuzin et al. // E3S Web of Conferences. 2018. No 41. 03011. DOI: 10.1051/E3SCONF/20184103011.
16. Performability of electro-hydro-mechanical rotary head of drill rig in open pit mining: A case-study / D.A. Kuziev, V.V. Zotov, E.S. Sazankova et al. // Eurasian Mining. 2022. No 37. P. 76-80. DOI: 10.17580/em.2022.01.16.
17. Impact of pulsation frequency and pressure amplitude on the evolution of coal pore structures during gas fracturing / Y. Liu, X. Wen, M. Jiang et al. // Fuel. 2020. Vol. 268. Article ID 117324.

Original Paper

UDC 622.232.72:622.411.33 © M.V. Pavlenko, V.G. Merzlyakov, E.V. Sinitskaya, I.A. Florova, D.A. Adigamov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 37-40
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-37-40>

Title**THE ROLE OF VIBRATION IMPACT IN FRACTURING AND GAS RECOVERY FROM A LOW-PERMEABILITY COAL SEAM****Authors**

Pavlenko M.V.¹, Merzlyakov V.G.², Sinitskaya E.V.¹, Florova I.A.¹, Adigamov D.A.³

¹ Federal National Independent Educational Institution of Higher Education "National University of Science and Technology MISIS" (NUST MISIS),

² FGAOU VO Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation

³ FGBOU VO "Samara state economic University", Samara, 443090, Russian Federation

Authors Information

Pavlenko M.V., PhD (Engineerin), Associate professor,

e-mail: mihail_mggy@mail.ru

Merzlyakov V.G., Doctor of Engineering Sciences, Professor,

e-mail: vgm458@mail.ru

Sinitskaya E.V., Senior lecturer, e-mail: sinitskaya.ev@misis.ru

Florova I.A., Senior lecturer, e-mail: florova.ia@misis.ru

Adigamov D.A., PhD Student, e-mail: danil.adigamov@yandex.ru

Abstract

A low-permeability coal seam is regarded as an active medium. The active medium is defined as one that reacts to external impacts. This includes coal seams that are being mined. Elastic waves generated by vibration contribute to emergence of multidirectional forces within the seam, which generates several gas-conducting systems of fractures. Coal shares the same property with all the other fractured media, i.e. brittleness, which is manifested by a sharp decrease in hardness due to destruction of the massif's structure when coal is shaken. This phenomenon can be utilized in the practice to enhance gas recovery from seams, in particular, when using vibration impact on the coal matrix. Studies confirm that exposure to low frequencies generates vibrations within the seam, which have to match the natural vibration frequency of the rock matrix and cause a resonance effect in the coal seam. An increase in the rock mass fracturing takes place within the vibroacoustic field, and a significant decrease is observed in bonding of the methane molecules with coal. This phenomenon causes several effects that impact the state and properties of the low-permeability gas-saturated coal seam. The vibrations that propagate within the pay zone as elastic waves change the structure of the coal seam and significantly increase the occurrence of alternating forces to produce new fracture systems and to stimulate methane escape from the coal porous medium.

Keywords

Permeability of coal mass, Methane recovery, Fracturing, Vibrational impact, Oscillation, Low-permeability coal mass.

References

- Lopukhov G.P., Pavlenko M.V. & Salnikov A.N. Block structure of the rock of the carboniferous system. *Gornaya promyshlennost*, 2016, (4), pp. 68-69. (In Russ.).
- Sadovsky M.A. Self-similarity of geodynamic processes. *Vestnik Akademii Nauk SSSR*, 1986, (8), pp. 3-11. (In Russ.).
- Chebotarev A.G. & Fingers Yu.P. Vibroacoustic factors of the working environment during underground and open mining of solid minerals. *Gornaya promyshlennost*, 2012, (5), pp. 50-59. (In Russ.).
- Zhu H., Zhang M., Gu B. & Shen X. Energy analysis of coaldamage deformation under pulsating pore water pressure. *Journal of Central South University (Science and Technology)*, 2014, Vol. 45, (10), pp. 3657-3663.
- Li X., Lin B., Zhai C., G. Li & Ni G. The mechanism of breaking coal and rock by pulsating pressure wave in single low permeability seam. *Journal of China Coal Society*, 2013, Vol. 38, (6), pp. 918-923.
- Liu P., Liu A., Zhong F., Jiang Y. & Li J. Pore/fracture structure and gas permeability alterations induced by ultrasound treatment in coal and its application

to enhanced coalbed methane recovery. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2021, (205), pp. 108862–108877.

7. 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, No. 1, pp. 36-40. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-36-40.

8. Pavlenko M.V. & Ivanov P.D. The degree of susceptibility of the coal massif to changes during vibration and technical solutions to increase methane recovery from the reservoir. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2021, (2-1), (Special issue 2-1), pp. 174-183. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-210-174-183.

9. Shmonov V., Vitovtova V. & Zharikov A. Experimental study of seismic oscillation effect on rock permeability under high temperature and pressure. *Int. J. Rock Mech. and Mm. Science*, 1999, Vol. 36, (3), pp. 405-412.

10. Pavlenko M.V. Borehole system for formation of increased fracturing of at coal seam using vibration. Proceedings of the International Colloquium DYMAMESI 2020, Prague, Czech Republik, 2020, pp. 29-32.

11. Pavlenko M.V. & Kenzhebaev K.N. Features of methane release in the process of vibration in coal blocks. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2019, (5), (Special issue 10), pp. 51-50. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-5-10-51-59.

12. Pavlenko M.V., Khaidina M.P., Kuziev D.A., Pihtorinskiy D. & Muratov A.Z. Impacts of the combine harvester in the production of coal to increase methane recovery array in the workspace lava. *Ugol*, 2019, (4), pp. 8-11. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.

13. Kong Q., Wang H.L. & Xu W.Y. Experimental study on permeability and porosity evolution of sandstone under cyclic loading and unloading. *Chinese Journal of Geotechnical Engineering*, 2015, Vol. 37, (10), pp. 1893-1900.

14. Hou P., Gao F., Ju Y. et al. Changes in pore structure and permeability of low permeability coal under pulse gas fracturing. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2016, (34), pp. 1017–1026.

15. Gerike B., Drozdenko Y., Kuzin E., Ananyin I. & Kuziev D. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes. *E3S Web of Conferences*, 2018, 41, 03011. DOI: 10.1051/E3SCONF/20184103011.

16. Kuziev D.A., Zotov V.V., Sazankova E.S. & Muminov R.O. Performability of electro-hydro-mechanical rotary head of drill rig in open pit mining: A case-study. *Eurasian Mining*, 2022, (37), pp. 76-80. DOI: 10.17580/em.2022.01.16.

17. Liu Y., Wen X., Jiang M. et al. Impact of pulsation frequency and pressure amplitude on the evolution of coal pore structures during gas fracturing. *Fuel*, 2020, (268), Article ID 117324.

For citation

Pavlenko M.V., Merzlyakov V.G., Sinitskaya E.V., Florova I.A. & Adigamov D.A. The role of vibration impact in fracturing and gas recovery from a low-permeability coal seam. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 37-40. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-37-40.

Paper info

Received December 22, 2022

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Технология подземной разработки мощных пластов угля с низкими прочностными характеристиками*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-41-49>

Отмечено, что к числу перспективных технологий отработки мощных (5-12 м) пологих угольных пластов относятся технологии с выпуском угля из подкровельной пачки. Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность использования этих технологий в условиях шахт угольного бассейна Куангнинь (Вьетнам) при отработке пластов с низкими прочностными характеристиками. Отмечено, что отработка таких пластов характеризуется повышенной интенсивностью самопроизвольных высыпаний в призабойное пространство лавы больших масс угля из подкровельной пачки и забоя лавы, что оказывает существенное отрицательное влияние на безопасность горных работ, производительность труда и себестоимость добычи угля. Приведены данные о параметрах самопроизвольных обрушений угля. Показано, что существенное влияние на интенсивность обрушений угля из забоя лавы и подкровельной пачки оказывают стадия процесса деформирования труднообрушающихся пород основной кровли и скорость продвижения очистного забоя. Предложены технологические схемы отработки пластов угля с низкими прочностными характеристиками, включающие увлажнение угля впереди забоя лавы шахтной водой или расстворами на основе шахтной воды.

Ключевые слова: мощный пласт, низкие прочностные характеристики угля, призабойное пространство лавы, подкровельная пачка, самопроизвольные обрушения угля, нагнетание воды в пласт, технологические схемы.

Для цитирования: Зубов В.П., Тхан Ван Зуи, Федоров А.С. Технология подземной разработки мощных пластов угля с низкими прочностными характеристиками // Уголь. 2023. № 5. С. 41-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-41-49.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В настоящее время характерной для угледобывающих стран мира является постоянная интенсификация подземных горных работ, связанная с совершенствованием очистного и проходческого оборудования и увеличением объемов добычи, что приводит к сокращению сроков отработки вскрытых запасов и необходимости перехода работ на более глубокие горизонты. Средние скорости увеличения глубины достигают 16-17 м в год.

В условиях социально-рыночного механизма развития угольных компаний [1, 2] адаптация производства к новым условиям ведения

ЗУБОВ В.П.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры РМПИ,
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: spggi.zubov@mail.ru

ТХАН ВАН ЗУИ

Аспирант кафедры РМПИ
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: thanduuyvp@gmail.com

ФЕДОРОВ А.С.

Доцент кафедры РМПИ
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: plyton213@gmail.com

* Исследования выполнены в Санкт-Петербургском горном университете в рамках научной школы «Разработка месторождений твердых полезных ископаемых».

горных работ, характеризующимся, в частности, более высокими уровнями напряжений во вмещающем массиве, как правило, сопровождается экономическими потерями, повышением рисков невыполнения производственных заданий, снижением безопасности горных работ, повышением эксплуатационных потерь угля [3, 4, 5].

К числу перспективных технологий отработки мощных (5-12 м) пологих угольных пластов относят технологии очистных работ с выпуском угля из подкровельной угольной пачки на завальный конвейер [6, 7, 8, 9]. При использовании данной технологии пласт отрабатывают на полную мощность. При этом его разделяют на два слоя – подсечной, расположенный у почвы пласта, и подкровельный слой. Мощность подсечного слоя обычно принимают равной 2,2-2,5 м, мощность подкровельного слоя – до 10 м.

Как следует из практического опыта работы шахт России (шахты: им. В.И. Ленина, «Ольжерасская-Новая» и др.), КНР (шахты: «Сунлоу», «Жэнган», «Люцзялян» и др.), Вьетнама (шахты: «Халам», «Вангзань», «Хечам», «Нуибео», «Монгзыонг», «Уонгби» и др.), Румынии и Казахстана, по сравнению с разработкой пластов наклонными слоями данная технология позволяет существенно уменьшить объемы подготовительных работ, капитальные и эксплуатационные затраты. Комплексно-механизированная технология очистных работ с выпуском подкровельной пачки за последние 10-15 лет получила наибольшее развитие на шахтах КНР, Вьетнама [9, 10, 11] с применением крепей поддерживающе-оградительного типа с активным управлением завальным конвейером и ограждением.

Вместе с тем с увеличением глубины горных работ актуализируются вопросы, связанные с предотвращением опасных самопроизвольных обрушений угля в призабойном пространстве лав подсечного слоя (рис. 1) [12, 13]. Наибольшую актуальность эти вопросы приобретают при отработке угольных пластов с низкими прочностными характеристиками.

В данной статье приведены результаты исследований указанных вопросов для условий отработки угольных пла-

стов 7, 9, 10 и 14-5 на шахтах угольного бассейна Куангнинь с общими балансовыми запасами около 165 млн т.

Указанные пласты, называемые во Вьетнаме пластами с «мягкими» углями [14], характеризуются следующими физико-механическими характеристиками: предел прочности при одноосном сжатии – 1,11-4,8 МПа; предел прочности при растяжении – 0,34-1,87 МПа; сила сцепления – 0,68-2,04 МПа; угол внутреннего трения – 8,5-16,8. Угольные пласты состоят из большого количества слоев толщиной 5–50 мм, с малым коэффициентом трения между отдельными слоями, низкой влажностью и малым коэффициентом сцепления [14].

Низкая устойчивость угольного массива при его обнажении очистными работами и связанные с этим самопроизвольные динамические обрушения угля из подкровельной пачки и из забоя лавы приводят к снижению безопасности труда горнорабочих и экономических показателей очистных работ [14, 15, 16]. Доля производственного травматизма, связанного с обрушениями угля в призабойном пространстве лав, является максимальной (более 35%) по сравнению с другими причинами несчастных случаев [12]. Необходимость ликвидации отрицательных последствий обрушений угля приводит, как правило, к снижению скорости подвигания лав, а следовательно, и к невосполнимым потерям добычи угля, доля которых составляет 15-25% и более.

Целью данных исследований являлось обоснование технологии разработки мощных (5-12 м) пологих пластов угля с низкими прочностными характеристиками, обеспечивающей снижение интенсивности самопроизвольных обрушений угля из забоя лавы и подкровельной пачки в призабойное пространство.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены при использовании системы разработки пластов длинными столбами с выемкой лавы по простиранию. В исследованных ситуациях скорости подвигания лав составляли 6,0-73,8 м/мес.; длина выемочных столбов – от 200 до 800 м; длина лав – 50-150 м; углы залегания разрабатываемых пластов – 5-35 град.; мощности пластов – 3-20 м; глубина работ – 300-650 м [17].

Шахтные исследования в условиях отработки пластов угольного бассейна Куангнинь показали [12, 14], что к числу особенностей самопроизвольного обрушения (высыпания) угля при отработке пластов с низкими прочностными характеристиками относятся: отсутствие явных предупредительных признаков начала процесса обрушения; обрушения угля происходят в короткие промежутки времени, исчисляемые секундами; низкая влажность обрушившейся угольной массы (0,8-1,3%); обрушившийся уголь в навале характеризуется фракциями до 2-4 мм (не менее 95%); небольшой угол (до 30 град.) естествен-

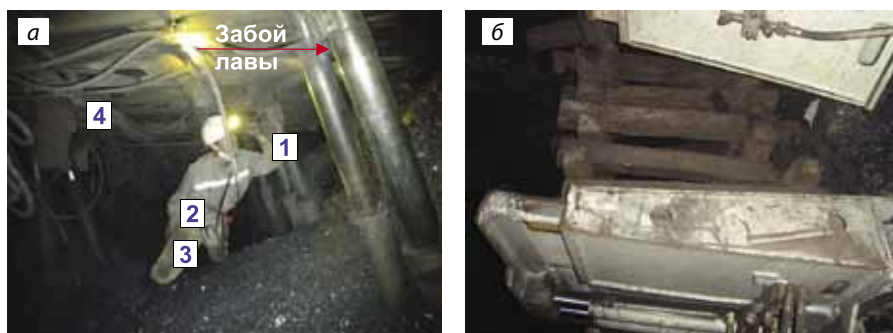


Рис. 1. Самопроизвольное обрушение угля в призабойном пространстве лав, оборудованных: а – крепью GK1600/1.6/2.4/HT; б – механизированной крепью ZZ-3200/16/26: 1 – стойка крепи GK1600/1.6/2.4/HT, 2 – перекрытие механизированной крепи ZZ-3200/16/26, 3 – навал угля после обрушения подкровельной пачки и забоя лавы, 4 – костер из деревянных стоек

Fig. 1. Spontaneous caving of coal in the near-face zone of longwall faces equipped with: а – the GK1600/1.6/2.4/HT support; б – the ZZ-3200/16/26 powered roof support: 1 – GK1600/1.6/2.4/HT support post; 2 – ZZ-3200/16/26 powered roof support canopy; 3 – coal muckpile after caving of the top coal and longwall face; 4 – chock of wooden poles

ного откоса обрушившейся угольной массы в движении.

Масса угля, поступающего в призабойное пространство лавы, при разовом самопроизвольном обрушении угля из забоя и покровельной пачки составляет 1,5-2,0 т и более, высота полостей над перекрытием крепи достигает мощности подкровельного слоя (до 2,5 м и более), ширина зоны высыпания угля впереди забоя лавы составляет до 2-3 мощностей подсечного слоя.

В качестве конкретного примера отрицательного влияния обрушений угля в призабойном пространстве лав рассмотрим результаты исследований, проведенных непрерывно в течение трех месяцев (рис. 2) в лаве № 14-5.5 шахты «Хечам».

Лавы № 14-5.5 была оборудована механизированным комплексом ZZ-3200/16/26 (комбайн MG150/375-W). Мощность подсечного слоя составляла 2,2 м, подкровельного – 4,2 м. Глубина залегания пласта от поверхности – 250-330 м. Угольный пласт характеризовался следующими параметрами: естественная влажность угля – 0,8-1,3%; плотность угля – 1,31-1,38 г/см³; предел прочности угля при одноосном сжатии – от 1,11 до 4,8 МПа; предел прочности угля при одноосном растяжении – 0,34-1,87 МПа; угол внутреннего трения – 8,5-16,8 град.

В течение трех месяцев наблюдений в лаве № 14-5.5 постоянно происходили самопроизвольные высыпания угля из забоя лавы на глубину 1,0-2,5 м, сопровождавшиеся обрушениями подкровельного слоя на высоту 0,8-1,8 м. Суммарная длина участков, в пределах которых происходили опасные обрушения угля, достигала 40-60% длины забоя лавы. Устранение последствий крупных обрушений проводилось 8-12 смен.

Анализ результатов выполненных шахтных исследований показал, что при использовании механизированных крепей поддерживающе-оградительного типа, обеспечивающих практически полное перекрытие кровли в призабойном пространстве лавы, процесс формирования аварийной ситуации начинается, как правило, с высыпания угля из забоя лавы. При этом происходит обнажение подкровельной пачки угля впереди забоя лавы на глубину до 1,5-2,5 м и ее самопроизвольное обрушение с высыпанием мелкофракционного угля в призабойное пространство лавы. Высыпание угля из забоя лавы в ее призабойное пространство приводит не только к преждевременному обнажению подкровельного слоя, но и к запаздыванию его крепления. В результате, образовавшаяся в кровле полость, развивается над соседними секциями крепи, следствием чего является усложнение процесса передвигания секций. На практике эту задачу решают путем установки в образовавшихся пустотах костров из деревянных стоек.

К числу факторов, оказывающих влияние на интенсивность обрушений угля в призабойном пространстве лавы,

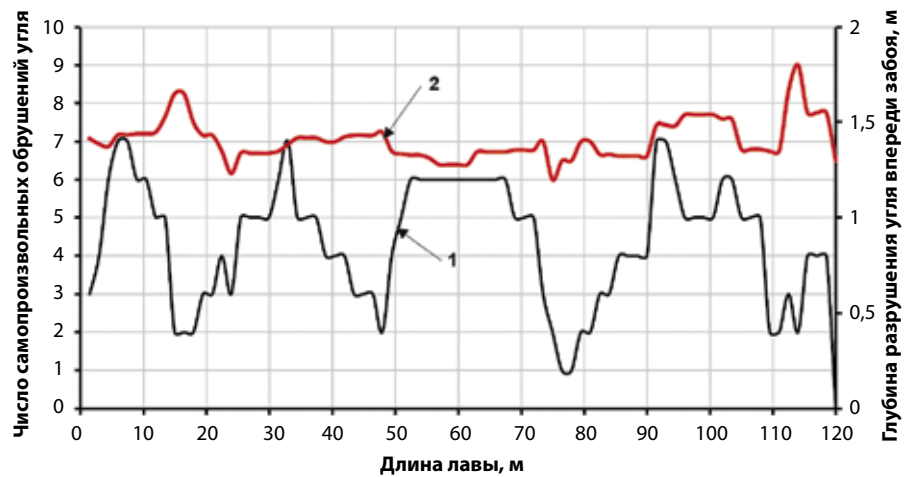


Рис. 2. Распределение параметров самопроизвольных обрушений угля по длине лавы № 14-5.5 угольной шахты «Хечам»: 1 – число самопроизвольных обрушений угля, 2 – глубина разрушения угля впереди забоя

Fig. 2. Distribution of parameters of spontaneous coal caving along the length of face No. 14-5.5 in the Hecham coal mine: 1 – the number of spontaneous coal cavings, 2 – the depth of coal fracture ahead of the face

относятся также стадия процесса деформирования труднообрушающихся пород основной кровли в выработанном пространстве лавы и скорость подвигания очистного забоя. В работах проф. А.А. Борисова в процессе деформирования основной кровли выделены две стадии: стадия деформирования и стадия осадки (обрушения). Максимальная интенсивность рассматриваемого процесса, характеризуемая глубиной распространения зоны разрушенного угля впереди забоя лавы и высотой полостей над перекрытиями крепи, наблюдается непосредственно в стадии осадки основной кровли и последующих 5-6 выемочных циклов после полного ее обрушения. В стадии деформирования интенсивность обрушений угля в призабойном пространстве лавы характеризуется минимальными значениями, установленными за «цикл деформирование – осадка» основной кровли. Аварийные ситуации на средних участках по длине лав наиболее вероятны через промежутки времени, примерно равные продолжительности процесса деформирования основной кровли. На участках лав длиной до 15-30 м, прилегающих к участковым выработкам, зависимости показателей интенсивности обрушений угля в лавах от стадии процесса деформирования основной кровли не установлены.

Уменьшение скорости подвигания лавы, при прочих равных условиях, оказывает отрицательное влияние на устойчивость забоя лавы и подкровельной пачки. Резкое увеличение частоты самообрушений угля в призабойном пространстве лавы наблюдается после простоев лавы.

О трудности решения вопросов предотвращения самопроизвольных обрушений (высыпаний) «мягких» углей убедительно свидетельствует также практический опыт проходки подготовительных выработок по пласту 14-5 на шахте «Хечам». Применение в качестве затяжки металлических решеток с размерами ячеек 10×10 см не исключало интенсивного высыпания угля из кровли выработки. Положительный эффект был достигнут только после

прокладки между кровлей и металлическими решетками бамбукового полотна.

Принимая во внимание установленные особенности формирования процесса обрушения угля в призабойном пространстве лавы и имеющийся практический опыт отработки пластов с углями и вмещающими породами, характеризующимися низкими прочностными характеристиками, сделан вывод о том, что предотвращение этих опасных случайных событий путем изменения конструкций и параметров механизированных крепей очистного забоя не позволит получить существенных положительных эффектов. Эти мероприятия так же, как и сооружение костров на перекрытиях крепи (см. рис. 1, б), не устраняют причин самопроизвольных обрушений забоя лавы и подкровельного слоя.

Условия для снижения интенсивности обрушения «мягких» углей в призабойном пространстве лавы могут быть созданы при применении превентивных мероприятий, позволяющих повысить устойчивость угольных массивов (как конструкций) впереди забоя лавы и в подкровельной пачке до обнажения их очистными работами.

Известны технологии [18, 19, 20, 21], включающие повышение устойчивости трещиноватых массивов путем нагнетания в них химических составов, обычно полиуретановых коллоидных смесей. Используемые составы включают в себя два основных компонента: добавки, позволяющие раствору расширяться и адгезивные пластиковые компоненты. Перед использованием эти ингредиенты хранятся в отдельных емкостях. При использовании они смешиваются насосным оборудованием и нагнетаются под высоким давлением в области массива, которые необходимо укрепить. Время начала реакции составляет 30-60 с, время окончания реакции – 60-140 с.

Использование данного способа в условиях отработки пластов с низкими прочностными характеристиками позволяет повысить устойчивость забоя лавы и подкровельного слоя [18]. Однако его техническая результативность и область рационального использования по экономическим показателям в длинных очистных забоях существенно снижаются по следующим причинам:

- невозможность, из-за малой продолжительности реакции химической смеси (60-140 с), надежной подачи химических составов в среднюю часть обрабатываемого столба по скважинам длиной до 80 м, пробуренным из подготовительных выработок,

- значительные затраты на химикаты, что существенно увеличивает себестоимость добычи угля;

- при нагнетании в угольный пласт полимерных составов снижается качество угля, а следовательно, и его цена.

Следует также отметить, что химическая реакция в полиуретановых коллоидных смесях, в результате которой они отвердевают и превращаются в прочную пленку, начинается после взаимодействия смеси с водой. Вместе с тем угольные пласты с «мягкими» углями на шахтах угольного бассейна Куангнинь характеризуются низкой (0,8-1,3%) влажностью. Ответ на вопрос о достаточности воды в таких пластах для обеспечения устойчивого отвердевания полиуретановых коллоидных смесей в настоящее время отсутствует.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ УГЛЯ С НИЗКИМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Основным требованием к разрабатываемым рекомендациям являлось обеспечение устойчивого состояния забоя лавы и подкровельного слоя в течение выемочного цикла.

Сущность разработанных рекомендаций заключается в следующем. С определенным опережением забоя лавы в угольный пласт нагнетается состав (растворы) на основе шахтной воды, позволяющий увеличить силы сцепления между отдельными частицами угля, перешедшего в предельное состояние под воздействием напряжений в зоне опорного давления, и повысить тем самым устойчивость забоя лавы и подкровельного слоя.

В зависимости от параметров системы разработки пласта и скорости подвигания лавы в условиях выемки пластов с «мягкими» углями рекомендуются технологические схемы, представленные на рис. 3 и рис. 4.

Технологическая схема, представленная на рис. 3, предназначена для использования при отработке пластов угля механизированными комплексами. При реализации данной схемы с определенным опережением забоя лавы в угольный пласт через скважины 7 и 8 нагнетается шахтная вода (растворы на основе шахтной воды). Скважины пробуривают под углом $\beta = 12-17^\circ$ к линии очистного забоя. Длину скважин принимают из условия обеспечения увлажнения угольного пласта по всей площади обрабатываемого выемочного столба.

На рис. 3 и рис. 4 красными линиями заштрихованы участки выемочного столба с повышенным разрушением угля и максимальной вероятностью самопроизвольных обрушений забоя лавы и подкровельной пачки. Эти участки находятся под трещинами разлома б, возникающими в основной кровле при ее осадках. Ширина участков (m) примерно равна $2-2,5 h_1$, при этом $x_1 \approx h_1$, $x_2 \approx 1,5 h_1$.

При подходе лав к данным участкам очистные работы рекомендуется вести с максимально возможной скоростью подвигания лавы. Не исключается необходимость проведения на рассматриваемых участках дополнительных мероприятий по повышению устойчивости угольных обнажений.

Основными параметрами рекомендуемых схем (см. рис. 3, рис. 4), от правильности определения которых зависит их техническая и экономическая эффективность, являются:

- содержание воды (%) в разрушенном угле, обеспечивающее наибольшее сцепление отдельных частиц угля;

- расстояние между скважинами;

- величина угла b между осями скважин и линией очистного забоя.

Исследования влияния влажности на сцепление «мягких» углей проведены в лаборатории физико-механических свойств и разрушения горных пород Санкт-Петербургского горного университета. Для проведения исследований использован уголь, отобранный из забоев лав на глубинах 260-300 м при отработке пласта 14-5 шахты «Хечам». Для сохранения естественной влажности (0,8-1,3%) образцы угля сразу после их извлечения из пласта размещались во влагонепроницаемых пакетах.

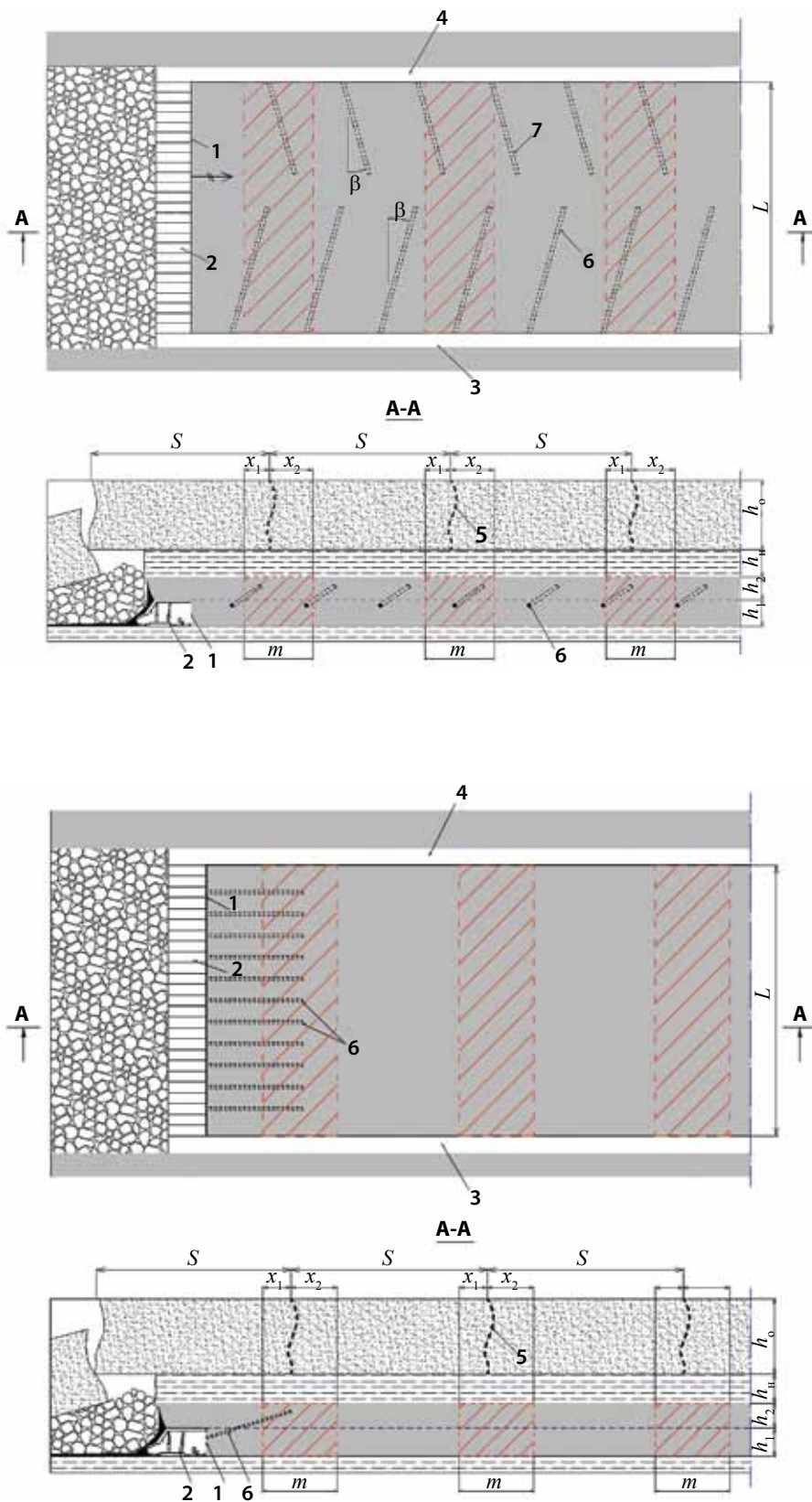


Рис. 3. Технологическая схема отработки пласта угля с низкими прочностными характеристиками (вариант 1): 1 – забой лавы, 2 – механизированная крепь, 3, 4 – транспортный и вентиляционный штреки, 5 – трещины в основной кровле, 6, 7 – скважины, L – длина лавы, S – установившийся шаг обрушения основной кровли, h_1 , h_2 , h_n и h_o – соответственно мощность подсечного слоя, подкровельной пачки, непосредственной кровли и основной кровли

Fig. 3. Process flow diagram for mining a coal seam with low strength properties (Option 1): 1 – longwall face; 2 – powered roof support; 3, 4 – haulage and ventilation drifts; 5 – cracks in the main roof; 6, 7 – boreholes; L – length of the longwall face; S – steady-state main roof caving increment, h_1 , h_2 , h_n and h_o – thickness of the undercut layer, top-coal layer, immediate roof and the main roof, respectively

Рис. 4. Технологическая схема отработки пласта угля с низкими прочностными характеристиками (вариант 2): 1 – забой лавы, 2 – механизированная крепь, 3, 4 – транспортный и вентиляционный штреки, 5 – трещины в основной кровле, 6 – скважина, L – длина лавы, S – установившийся шаг обрушения основной кровли, h_1 , h_2 , h_n и h_o – соответственно мощность подсечного слоя, подкровельной пачки, непосредственной кровли и основной кровли

Fig. 4. Process flow diagram for mining a coal seam with low strength properties (Option 2): 1 – longwall face; 2 – powered roof support; 3, 4 – haulage and ventilation drifts; 5 – cracks in the main roof; 6 – boreholes; L – length of the longwall face; S – steady-state main roof caving increment, h_1 , h_2 , h_n and h_o – thickness of the undercut layer, top-coal layer, immediate roof and the main roof, respectively

Величину силы сцепления угля определяли в соответствии с методикой, приведенной в работе [22]. Для экспериментов использовались два варианта воды: водопроводная и водопроводная с растворенной в ней каменной солью.

Результаты экспериментов показали, что при использовании воды без соли увеличение влажности от 1,1 до 15% приводит к постепенному увеличению силы сцепления угля (рис. 5). Дальнейшее увеличение влажности до 20-25% снижает силы сцепления угля.

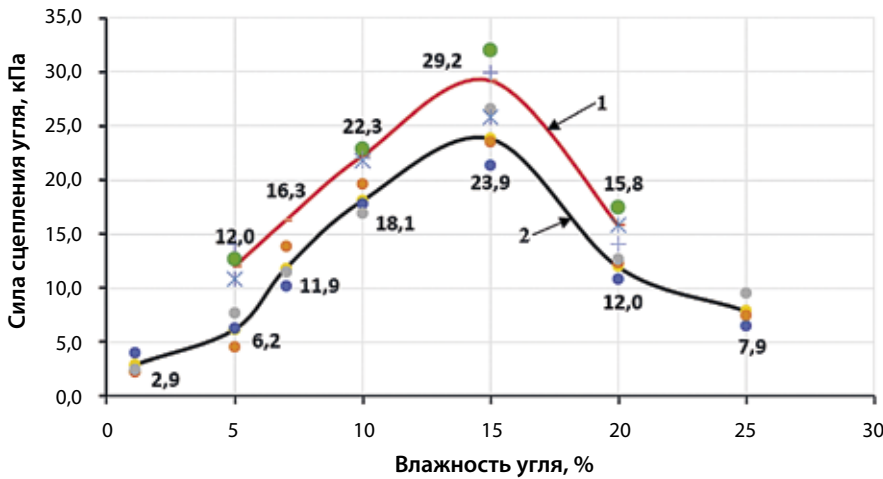


Рис. 5. Влияние влажности угля на силу сцепления «мягких» углей при продолжительности увлажнения, равной 4–5 часов: 1 – вода без добавок, 2 – вода с растворенной в ней каменной солью

Fig. 5. Effect of coal humidity on the cohesion strength of the soft coals with the water infusion time of 4-5 hours: 1 – water without additives, 2 – water with dissolved rock salt

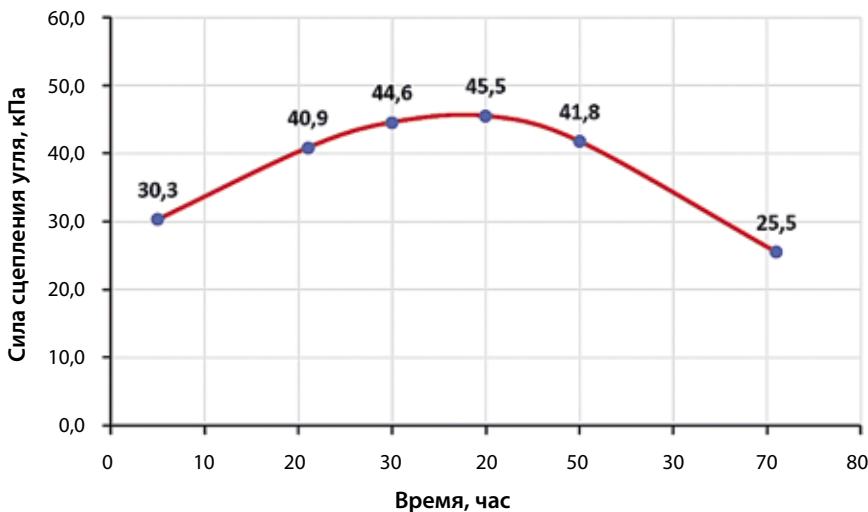


Рис. 6. Влияние продолжительности увлажнения на силу сцепления угля с влажностью 15%

Fig. 6. Effect of the water infusion time on the cohesion strength of coal with 15% humidity

В абсолютных величинах сила сцепления угля увеличилась с 2,9 кПа при влажности 1,1% до 23,9–29,2 кПа при влажности 15% и уменьшилась до 7,9 кПа при влажности 25%. При использовании воды с растворенной в ней каменной солью величина сцепления угля возрастает в 1,3–1,9 раза.

Влияние продолжительности увлажнения угля на силу сцепления «мягких» углей иллюстрируется графиком, представленным на рис. 6.

При построении данного графика продолжительность увлажнения угля изменялась от 5 до 70 ч. Влажность угля во всех случаях была равна 15%. Из графика следует, что наиболее высокие значения сцепления угля (от 40–45 кПа) наблюдаются при продолжительности его увлажнения от 30 до 45 ч. При этом вначале при увеличении продолжительности увлажнения угля от 5 до 20 ч силы

сцепления возрастают. При продолжительности увлажнения более 50 ч наблюдается существенное снижение сил сцепления. Так при продолжительности увлажнения, равной 70 ч, сила сцепления равна 25,5 кПа, что в 1,6–1,8 раза меньше величины соответствующего параметра, установленной при продолжительности увлажнения 30–45 ч.

Параболический характер зависимости между исследуемыми параметрами связан, по-видимому, с процессом испарения воды, что изменяет влажность угля и, как следствие этого, силу сцепления угля. Следует отметить, что аналогичный характер зависимости наблюдается между продолжительностью увлажнения угля и пределом его прочности на одноосное сжатие.

Исследование влияния влажности угля на устойчивость забоя лавы и подкровельного слоя проведено в лабораторных условиях на модели, позволяющей воспроизводить типовые ситуации, возникающие в призабойном пространстве лав на различных этапах выемочного цикла: при выемке угля комбайном, при обнажении подкровельного слоя, при передвижке механизированной крепи. Лабораторные эксперименты проведены для горно-геологических условий отработки пласта 14-5 (шахта «Хечам») при различной влажности угля.

Результаты экспериментов показали, что при влажности угля до 7%, как правило, забой лавы самопроизвольно обрушается сразу после его обнажения. Средняя длина нарушенного участка лавы при одиночном обрушении ее забоя составляет 5–10 м, глубина распространения зоны разрушенного угля впереди забоя лавы примерно равна мощности подсекаемого слоя (2,2–2,5 м).

При влажности угля 10%, 15% и 20% обрушения забоя лавы не происходили. На моделях с влажностью угля более 20% наблюдались вытекание воды из забоя лавы и полное обрушение забоя при его обнажении.

Влияние увлажнения угля на устойчивость подкровельной пачки угля иллюстрируется графиком на рис. 7.

Как следует из данного графика, при увеличении влажности угля от 1–2 до 14–16% суммарная площадь вывалов угля S (в процентах от наблюдаемой поверхности) из подкровельной пачки постоянно снижается, достигая своего минимума при влажности 14–16%. При данной влажности обрушения угля из подкровельной пачки не были зафиксированы.

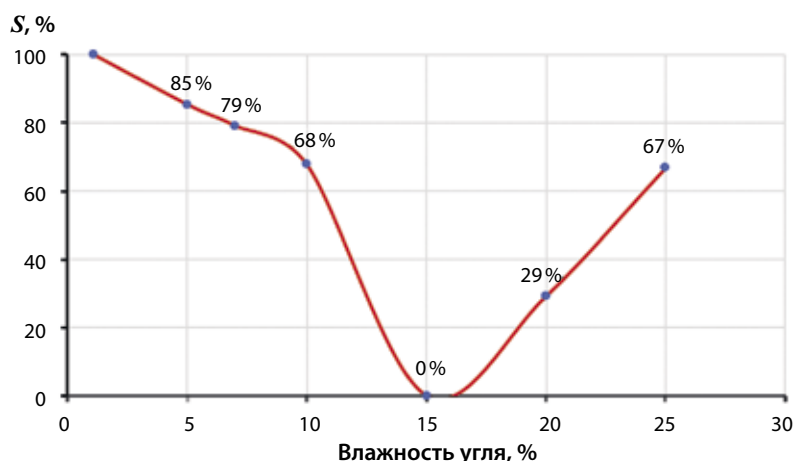


Рис. 7. Влияние влажности угля на суммарную площадь обрушения угля подкровельной пачки

Fig. 7. Effect of coal humidity on the total caving area of top coal

Рекомендуемые параметры нагнетания шахтной воды в пласт 14-5 (шахта «Хечам»)

Recommended parameters for mine water infusion into formation 14-5 (the Hecham mine)

Параметр	Значение
Расстояние между скважинами, м	16
Продолжительность нагнетания воды в скважину, ч	Более 40
Радиус увлажнения угольного пласта, м	10,8
Рекомендуемая влажность угля, %	14,0-16,0
Удельный расход шахтной воды на 1 м ³ угля, м ³	0,14-0,16
Темп нагнетания воды, м ³ /ч	90
Давление нагнетания воды, МПа	6-10

При увеличении влажности угля до 20-25% происходит насыщение угля водой, о чем свидетельствует появление воды, стекающей из подкровельной пачки в призабойное пространство лавы. При этом наблюдается существенное снижение устойчивости подкровельной пачки угля, суммарная площадь обрушений которой достигает 50% и более наблюдаемой поверхности кровли, а высота полостей, образовавшихся при этих обрушениях, во многих случаях равна мощности подкровельной пачки угля.

Анализ результатов выполненных исследований с учетом данных, приведенных в работах [23, 24], позволяет сделать следующие выводы относительно качественных и количественных параметров технологических схем (см. рис. 3, рис. 4), рекомендуемых для использования на шахтах угольного бассейна Куангнинь, обрабатывающих пласты 14-5 с «мягкими» углями.

При использовании данных технологических схем для увлажнения пласта рекомендуется использовать шахтную воду, нагнетание которой в пласт может быть произведено через скважины диаметром 45-100 мм, пробуренные в подкровельный слой пласта. Величину угла b между осями скважин и линией очистного забоя (см. рис. б) рекомендуется применять равной 15°.

Расстояние между скважинами, определенное с учетом эффективного радиуса водопроницаемости угольного массива при нагнетании в него воды [23], составляет 16 м.

В качестве примера в таблице приведены результаты определения основных параметров нагнетания шахтной воды в угольный пласт 14-5 (шахта «Хечам»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К числу актуальных проблем при разработке мощных (5-12 м) пологих угольных пластов с использованием прогрессивных технологий с выпуском угля относится предотвращение самопроизвольных высыпаний в призабойное пространство лав больших масс угля из подкровельной пачки и забоя лавы, оказывающих существенное отрицательное влияние на безопасность горных работ, производительность труда и себестоимость добычи угля. При отработке «мягких» углей на шахтах угольного бассейна Куангнинь суммарная длина участков, в пределах которых происходили опасные обрушения угля, достигает 40-60% длины лавы. Масса угля, поступающего в призабойное пространство лавы при разовом самопроизвольном обрушении угля из забоя и подкровельной пачки, составляет 1,5-2,0 т и более. С увеличением глубины горных работ актуальность данной проблемы возрастает.

Существенное влияние на интенсивность обрушений угля из забоя лавы и подкровельного слоя оказывают стадия процесса деформирования труднообрушающихся пород основной кровли и скорость подвигания очистного забоя: максимальная интенсивность обрушений наблюдается в периоды прохождения лавы под трещинами разлома в основной кровле, а также после возобновления очистных работ в лаве после ее простоя. Под трещинами разлома в основной кровле очистные работы рекомендуется вести с максимально возможной скоростью подвигания лавы.

Рекомендуемые технологические схемы отработки пластов угля с низкими прочностными характеристиками, включающие увлажнение угля впереди забоя лавы шахтной водой (или растворами на основе шахтной воды), позволяют уменьшить вероятность и параметры обрушений угля за счет увеличения сил сцепления угля. Наиболее высокие значения сцепления угля (от 40-45 кПа) для пласта 14-5.5 (шахта «Хечам») установлены при его влажности около 15% и продолжительности увлажнения от 30 до 45 ч. Следует подчеркнуть, что увеличение влажности от 15 до 20-25% снижает силы сцепления угля.

Список литературы

1. Рейшахрит Е.И., Невская М.А., Тьу Т.К. Анализ состояния, перспективы и проблемы угольной отрасли Вьетнама // Вестник Евразийской науки. 2021. Т. 13. С. 1-15.
2. Litvinenko V.S., Tsvetkov P.S., Molodtsov K.V. The social and market mechanism of sustainable development of public companies in the mineral resource sector // Eurasian Mining. 2020. No 1. P. 36-41. DOI: 10.17580/em.2020.01.07.

3. Зубов В.П. Состояние и направления совершенствования систем разработки угольных пластов на перспективных угольных шахтах Кузбасса // Записки горного института. 2017. № 225. С. 292-297. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.292.
4. Karpov G.N., Kovalski E.R., Leisle A.V. Analytical studies of strain-stress distribution of rock massif at recovery room T-junctions // International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology. 2019. No 10(2). P. 596–607. DOI: 10.34218/IJARET.10.2.2019.056.
5. Семенцов В.В., Осминин Д.В., Нифанов Е.В. Устойчивость выемочных горных выработок при отработке пластов с труднообрушающимися кровлями // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2021. № 3. С. 14-25. DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.47.12.002.
6. Ярошенко В.В. Направления повышения коэффициента извлечения угля при доработке запасов Воркутского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 370-380. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-4-7-370-380.
7. Карпов Г.Н., Ковальский Е.Р., Смычник А.Д. Определение параметров разгрузки массива горных пород на концевых участках демонтажной камеры // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 8. С. 95-107. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-95-107.
8. Джонек-Ковальска И., Пономаренко Т.В., Маринина О.А. Проблемы взаимодействия со стейкхолдерами при реализации долгосрочных горных проектов // Записки Горного института. 2018. Т. 232. С. 428-437. DOI: 10.31897/PMI.2018.4.428.
9. Увеличение содержания крупных фракций в добываемой массе угля комбайном с использованием парных срезов / В.В. Габов, С.Н. Ван, Д.А. Задков и др. // Записки Горного института. 2022. № 257. С. 764-770. DOI:10.31897/PMI.2022.66.
10. Que Chu Thi, Nevskaya M., Marinina O. Coal Mines in Vietnam: Geological Conditions and Their Influence on Production Sustainability Indicators // Sustainability. 2021. No 13(21). 11800. DOI: 10.3390/su132111800.
11. Wang J. Development and prospect on fully mechanized mining in Chinese coal mines // International Journal of Coal Science & Technology. 2014. No 1. P. 253-260.
12. Increasing Productivity and Safety in Mining as a Chance for Sustainable Development of Vietnam's Mining Industry / Duong Duc Hai, Nguyen Le Duc, Trung Nguyen Duc et al. / Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining. Springer Nature. 2021. P. 283-307. DOI:10.1007/978-3-030-60839-2-15.
13. Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Экспортно ориентированная стратегия развития угольных компаний России – основной фактор обеспечения их финансовой устойчивости // Уголь. 2017. № 11. С. 54-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
14. Nguyen D.V., Nguyen H.P., Do T.M. Experimental study on the efficacy of water infusion for underground mining of a coal seam // Applied Sciences. 2019. No 9(18). 3820.
15. Research on mechanism and prevention technology of rib spalling in fully-mechanized coal mining face with soft and unstable seam / W. Lei, X. Li, W. Du et al. / In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. April 2019. No 252(5) P. 052065. IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/252/5/052065.
16. Зуев Б.Ю. Методология моделирования нелинейных геомеханических процессов в блочных и слоистых горных массивах на моделях из эквивалентных материалов // Записки Горного института. 2021. № 250. С. 542-552.
17. Влияние основной кровли на параметры зоны опорного давления в краевой части пласта / Л.К. Фук, П.Н. Дмитриев, Т.В. Зуи и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6-1. С. 68-82. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-61-0-68.
18. Ковальский Е.Р., Громцев К.В. Разработка технологии закладки выработанного пространства при выемке // Записки Горного института. 2022. № 254. С. 202-209.
19. Анисимов К.А., Никифоров А.В. Современные технологии отработки алмазоносных месторождений // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. № 1. С. 196-208. DOI: 10.18799/24131830/2023/1/3837.
20. Обоснование и выбор технологии проведения, способов крепления и поддержания горных выработок в неустойчивых горных породах глубоких горизонтов Холбинского рудника / В.А. Еременко, В.Н. Лушников, М.П. Сенди и др. // Горный журнал. 2013. № 7. С. 59-66.
21. Оценка удароопасности при освоении глубоких горизонтов Николаевского месторождения / Д.В. Сидоров, М.И. Потапчук, А.В. Сидляр и др. // Записки Горного института. 2019. № 238. С. 392-398.
22. Бабаскин Ю.Г. Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог Минск: Технопринт, 2002. 176 с.
23. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 14.12.2014 № 462. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах».
24. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 21.08.2017 № 327. Об утверждении руководства по безопасности «Рекомендации по безопасному ведению горных работ на склонных к динамическим явлениям угольных пластах».

Original Paper

UDC 662.33 © V.P. Zubov, Than Van Duy, A.S. Fedorov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 41-49
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-41-49>

Title
TECHNOLOGY OF UNDERGROUND MINING OF THICK COAL SEAMS WITH LOW STRENGTH PROPERTIES

Authors

Zubov V.P.¹, Than Van Duy¹, Fedorov A.S.¹

¹ Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, 199106, Russian Federation

UNDERGROUND MINING

Authors Information

Zubov V.P., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Mining Department, e-mail: spggi.zubov@mail.ru

Than Van Duy, Postgraduate Student, Mining Department, e-mail: thanduyvp@gmail.com

Fedorov A.S., Associate Professor, Mining Department, e-mail: plyton213@gmail.com

Abstract

The paper argues that among the promising methods of mining thick (5-12 m) gently dipping coal seams there are methods of coal extraction from the top coal layer. Factors are considered that affect the efficiency of using these mining methods in the mines of the Quang Ninh coal basin (Vietnam) when mining seams with low strength properties. It is noted that mining of such seams is characterized by an increased intensity of spontaneous caving of large masses of coal from the top coal layer and the longwall face into the near-face zone, which has a significant negative impact on mining safety, productivity and costs of coal mining. Data is presented on the parameters of spontaneous coal cavings. It is shown that a significant impact on the intensity of coal caving from the longwall face and the top coal layer is caused by the stage of the deformation processes in the poorly caving rocks of the main roof and the advance rate of the longwall face. The process flow sheets are proposed for mining low-strength coal seams, which include water infusion into the coal seam ahead of the longwall face using mine water or solutions based on mine water.

Keywords

Thick seam, Low strength properties of coal, Near-face zone of a longwall face, Top coal layer, Spontaneous coal caving, Water infusion into the seam, Process flow sheets.

References

1. Reyshakhrit E.I., Nevskaya M.A. & Chu Thi Que. Analysis of the state, prospects and problems of the coal industry in Vietnam. *Vestnik Evrazijskoj nauki*, 2021, Vol. 13, P. 1-15.
2. Litvinenko V.S., Tsvetkov P.S. & Molodtsov K.V. The social and market mechanism of sustainable development of public companies in the mineral resource sector. *Eurasian Mining*, 2020, (1), pp. 36-41. DOI: 10.17580/em.2020.01.07.
3. Zubov V.P. State and directions of improvement of systems for the development of coal seams at promising coal mines of Kuzbass. *Zapiski Gornogo instituta*. 2017, (225), pp. 292-297. (In Russ.). DOI: 10.18454/PMI.2017.3.292.
4. Karpov G.N., Kovalski E.R. & Leisle A.V. Analytical studies of strain-stress distribution of rock massif at recovery room T-junctions. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 2019, 10 (2), pp. 596-607. DOI: 10.34218/IJARET.10.2.2019.056.
5. Sementsov V.V., Osminin D.V. & Nifanov E.V. Stability of drift tunnels in mining seams with poorly caving roofs. *Vestnik Nauchnogo centra VostNII po promyshlennoj i ekologicheskoj bezopasnosti*, 2021, (3), pp. 14-25. (In Russ.). DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.47.12.002.
6. Yaroshenko V.V. Directions to improve the coal recovery factor in mining the Vorkutskoye field reserves. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2019, (57), pp. 370-380. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-4-7-370-380.
7. Karpov G.N., Kovalski E.R. & Smychnik A.D. Determination of rock mass pre-unloading at the end sections of the break-down chamber. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2019, (8), pp. 95-107. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-95-107.
8. Jonek-Kowalska I., Ponomarenko T.V. & Marinina O.A. Problems of interaction with stakeholders during implementation of long-term mining projects. *Zapiski Gornogo instituta*, 2018, Vol. 232, pp. 428-437. (In Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2018.4.428.
9. Gabov V.V., Xuan N.V., Zadkov D.A. & Tho T.D. Increasing the content of coarse fractions in the mined coal mass by a combine using paired cuts. *Zapiski Gornogo instituta*, 2022, (257), pp. 764-770. (In Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2022.66.

10. Que Chu Thi, Nevskaya M. & Marinina O. Coal Mines in Vietnam: Geological Conditions and Their Influence on Production Sustainability Indicators. *Sustainability*, 2021, 13(21), 11800. DOI: 10.3390/su132111800.
11. Wang J. Development and prospect on fully mechanized mining in Chinese coal mines. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2014, (1), pp. 253-260.
12. Duong Duc Hai, Nguyen Le Duc, Trung Nguyen Duc et al. Increasing Productivity and Safety in Mining as a Chance for Sustainable Development of Vietnam's Mining Industry. Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining. Springer Nature, 2021, pp. 283-307. DOI: 10.1007/978-3-030-60839-2-15.
13. Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Export-oriented development strategy of the coal companies of Russia – the main factor ensuring their financial stability. *Ugol'*, 2017, (11), pp. 54-56. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
14. Nguyen D.V., Nguyen H.P. & Do T.M. Experimental study on the efficacy of water infusion for underground mining of a coal seam. *Applied Sciences*, 2019, 9(18), 3820.
15. W. Lei, X. Li, W. Du et al. Research on mechanism and prevention technology of rib spalling in fully-mechanized coal mining face with soft and unstable seam. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, April 2019, 252(5), pp. 052065. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/252/5/052065.
16. Zuev B.Yu. Methodology of modeling nonlinear geomechanical processes in blocky and layered rock masses on models made of equivalent materials. *Zapiski Gornogo instituta*, 2021, (250), pp. 542-552. (In Russ.).
17. Le Quang Phuc, Dmitriev P.N., Than Van Duy & Li Yunpeng. Influence of the main roof on the parameters of the abutment pressure zone in the selvedge of the seam. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2022, (6-1), pp. 68-82. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-61-0-68.
18. Kovalskii E.R. & Gromtsev K.V. Development of the technology of stowing the developed space during mining. *Zapiski Gornogo instituta*, 2022, (254), pp. 202-209. (In Russ.).
19. Anisimov K.A. & Nikiforov A.V. Present-day technologies for mining diamondiferous deposits. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2023, Vol. 334, (1), pp. 196-208. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2023/1/3837.
20. Yeremenko V.A., Lushnikov V.N., Sendi M.P. et al. Justification and selection of methods to drive, support and maintain mine workings in unstable rock formations of deep levels of the Kholbinskiy mine. *Gornyj zhurnal*, 2013, (7), pp. 59-66. (In Russ.).
21. Sidorov D.V., Potapchuk M.I., Sidlyar A.V. & Kursakin G.A. Assessment of rock-bump hazards in mining of deep levels of the Nikolayevskoye field. *Zapiski Gornogo instituta*, 2019, (238), pp. 392-398. (In Russ.).
22. Babaskin Yu.G. Ground reinforcement by injection when repairing automobile roads. Minsk, Technoprint Publ., 2002, 176 p. (In Russ.).
23. Order No. 462 of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision as of December 14, 2014. On approval of the 'Guidelines for Dust Control in Coal Mines' Federal Norms and Rules in industrial safety.
24. Order No. 327 of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision as of August 21, 2017. On approval of the 'Recommendations on safe mining operation in coal seams prone to dynamic phenomena' Safety Guidelines.

Acknowledgements

The research was performed at St. Petersburg Mining University as part of the 'Mining of Solid Minerals' scientific school.

For citation

Zubov V.P., Than Van Duy & Fedorov A.S. Technology of underground mining of thick coal seams with low strength properties. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 41-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-41-49.

Paper info

Received March 9, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Уточненная формула для определения радиуса опасной зоны по разлету отдельных кусков горной массы при взрывании скважинных зарядов*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-50-54>



ЧЕРСКИХ О.И.

Канд. техн. наук,
директор ООО «Солнцевский
угольный разрез»,
694910, г. Шахтерск, Россия,
e-mail: cherskikhoi@eastmining.ru



ГАЛИМЬЯНОВ А.А.

Канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник,
руководитель сектора
разрушения горных пород
Института горного дела ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: azot-1977@mail.ru



КОРНЕЕВА С.И.

Канд. тех. наук,
ведущий научный сотрудник
Института горного дела ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: s_korneeva@mail.ru



МИШНЕВ В.И.

Инженер сектора
разрушения горных пород
Института горного дела ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: mishnev.vl@mail.ru

В целях повышения уровня эффективности ведения работ по подготовке горной массы к выемке буровзрывным способом эмпирически уточнена формула расчета радиуса опасной зоны по разлету кусков горной массы для механизмов при производстве массовых взрывов на примере Солнцевского угольного разреза. Применение данной формулы позволило с приемлемым риском снизить радиус опасной зоны в два и более раза на примере отдельного предприятия, повысив при этом экономический эффект. В статье обоснована актуальность применения индивидуального подхода к расчету перемещения породы при взрыве.

Ключевые слова: коэффициент удаления заряда ВВ от устья скважины, формула по определению радиуса, опасная зона для механизмов, разлет отдельных кусков породы, безопасные расстояния, взрывные работы.

Для цитирования: Уточненная формула для определения радиуса опасной зоны по разлету отдельных кусков горной массы при взрывании скважинных зарядов / О.И. Черских, А.А. Галимьянов, С.И. Корнеева и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-50-54.

ВВЕДЕНИЕ

При подготовке горной массы к выемке буровзрывным способом важная роль отводится определению радиуса опасных зон по разным поражающим факторам, так как это напрямую оказывает влияние на уро-

* Исследования проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр обработки и хранения научных данных ДВО РАН», финансируемого Российской Федерацией в лице Минобрнауки России по соглашению № 075-15-2021-663.

вень безопасности и эффективности взрывных работ. Особенно актуален данный вопрос для крупных горнодобывающих предприятий с применением горного оборудования на электроприводном ходу в связи со сложностью отвода оборудования от взрыва в сравнении с перемещением техники на дизельном приводе. В данной статье приведен пример решения проблемы безопасного расстояния по разлету отдельных кусков горной массы для механизмов на примере Солнцевского угольного разреза (СУР), где в 2021 г. проводились исследования в этом направлении при содействии института горного дела ДВО РАН [1].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Безопасные расстояния по разлету кусков горной массы ($r_{\text{разл}}$) от места взрыва до механизмов определяются в проектах буровзрывных работ с учетом конкретных условий (горно-геологических, горнотехнических и других) [2]. Как правило, в отсутствие общепринятой формулы расстояние, безопасное для механизмов по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее действие, определяется согласно Правилам безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения по формуле:

$$r_{\text{разл}} = 1250 \times \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{\text{заб}}} \times \frac{d}{a}}, \quad (1)$$

где η_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом; $\eta_{\text{заб}}$ – коэффициент заполнения скважин забойкой; f – коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодыяконова; d – диаметр взрывающей скважины, м; a – расстояние между скважинами в ряду, м.

Однако формула (1) предназначена для расчета $r_{\text{разл}}$ относительно людей. В связи с чем, Б.Н. Кутузов [3] полученное значение $r_{\text{разл}}$ для горнотранспортного оборудования рекомендует принимать примерно в два раза меньшим, чем для людей.

Радиусы опасных зон по разлету кусков взорванного грунта в зависимости от показателя действия взрыва и ЛНС приводятся в таблице Технических правил ведения взрывных работ (ВР) на дневной поверхности [4] относительно зарядов на выброс и сброс, поэтому во многих случаях к определению безопасных расстояний при взрывании скважинных зарядов рыхления привлекают специализированные организации (научные, экспертные).

Расчет по формуле (1) показывает, что при сохранении удельного расхода ВМ радиус разлета кусков ($r_{\text{разл}}$) увеличивается с увеличением глубины скважин, коэффициента заполнения скважины ВВ и с увеличением длины забойки (при коэффициенте заполнения скважины забойкой, равным 1), что часто не подтверждается многолетней практикой ведения ВР. Соответственно, вопрос определения безопасных расстояний необходимо решать с учетом конкретных условий на основании проведения систематических опытно-промышленных испытаний в разных условиях (технологических и горно-геологических).

В работе В.К. Рубцова [5] говорится о том, что при больших или меньших углах воронки взрыва сосредоточенного заряда выброса горизонтальная дальность разлета будет меньше за счет влияния силы тяжести, и для получения заданного показателя взрыва необходимо увеличить массу заряда. Однако при применении метода скважинных зарядов масса зарядов традиционно увеличивается по мере увеличения глубины скважин и одновременном увеличении расстояния от устья скважины до верхней части заряда. Поэтому увеличение коэффициента заполнения скважины ВВ далеко не всегда сопровождается увеличением дальности разлета породы, особенно если принимать во внимание современный подход к взрывной подготовке горной массы с применением больших междускажинных замедлений [6], позволяющих минимизировать развал и разлет горной массы.

В работе Я.М. Пучкова [7] подробно описаны методики натуральных наблюдений за величиной максимального радиуса разлета осколков породы и приведены частные и общий законы изменения соответствующего радиуса в зависимости от параметров скважинных зарядов и физико-механических свойств взрываемых пород и руд. Соответствующий анализ позволил установить, что при взрыве серии скважинных зарядов в породе или руде радиус максимального разлета осколков прямо пропорционален средней массе заряда в скважине и обратно пропорционален разрушаемому объему массива, находящемуся выше уровня заряда. При этом начальная скорость вылета, следовательно, и максимальная дальность полета осколков зависят от величины неактивной (верхней) части скважины. Однако в указанной работе также не учитывался эффект больших интервалов замедлений [8]. А именно, при увеличенных интервалах замедлений создается необходимый запас времени для прорастания трещин на полную глубину и их слияния, вследствие чего продукты взрыва проникают в образованные трещины с раскливающим эффектом, что приводит к снижению выброса породных кусков.

В целях уточнения формулы определения безопасного расстояния по разлету кусков для механизмов в 2022 г. сотрудниками Института горного дела ДВО РАН совместно со специалистами Солнцевского угольного разреза проведены натурные измерения дальности разлета кусков горной массы при разных параметрах БВР в разных горно-геологических условиях. На *рис. 1* представлены фото производства измерений дальности разлета отдельных кусков горной массы при помощи маркшейдерской службы СУР.

В ходе измерений были получены фактические результаты разлета отдельных кусков горной массы. В *таблице* частично представлены соответствующие результаты.

В ходе проведения теоретических и практических исследований подтверждена гипотеза о существенном влиянии расстояния от заряда ВВ до устья скважины (*рис. 2*) на дальность разлета отдельных кусков породы.

И в результате корректировки базовой формулы (1) по определению радиуса безопасного расстояния по разле-



Рис. 1. Измерения дальности разлета отдельных кусков породы на СУР
 Fig. 1. Measurements of the fly ranges of individual rock pieces at the Solntsevsky Coal Mine

Результаты фактического разлета отдельных кусков породы
 Measurement results of the actual fly ranges of individual rock pieces

Параметры БВР	Скважина №		
	1	2	3
Глубина скважины, м	11		
Удельный расход ВВ, кг/м ³	0,33	0,3	0,25
Длина заряда, м	7,4	6,7	5,6
Длина верхней части скважины, свободной от заряда ВВ, м	3,6	4,3	5,4
Фактический разлет отдельных кусков, м	45-120	31-90	11-50

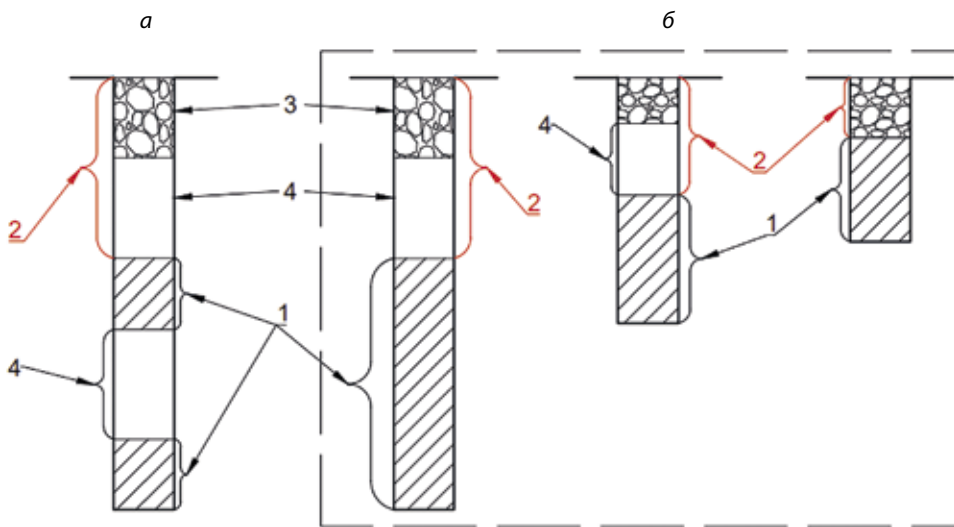


Рис. 2. Конструкция заряда (а – рассредоточенный, б – сплошной): 1 – заряд ВВ, 2 – расстояние от заряда ВВ до устья скважины, 3 – забойка, 4 – инертный промежуток
 Fig. 2. Charge design (a – decked, б – continuous): 1 – explosive charge; 2 – distance from explosive charge to the borehole head; 3 – stemming; 4 – inert gap

ту отдельных кусков породы до механизмов при взрывании скважинных зарядов рыхления относительно условий СУР эмпирическим способом получена уточненная формула:

$$r_{\text{разл}} = 1250 \times \eta_{\text{з}} \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{\text{заб}}} \times \frac{d}{a}} \times \eta_{\text{уз}} \quad (2)$$

где $\eta_{\text{з}}$ – коэффициент удаления заряда ВВ от устья скважины.

Коэффициент удаления заряда ВВ от устья скважины $\eta_{\text{з}}$ рассчитывается по формуле:

$$\eta_{\text{з}} = \frac{2}{L_{\text{нз}}}, \quad (3)$$

где $L_{\text{нз}}$ – расстояние от заряда ВВ до устья скважины (м), сокращенно – длина недозаряда (м).

При использовании формулы (2) в любом случае рекомендуется принимать безопасное расстояние по разлету отдельных кусков для механизмов распорядком массового взрыва не менее 100 м в связи со сложностью исключить локальный пересып заряда ВВ при механизированном зарядании скважин.

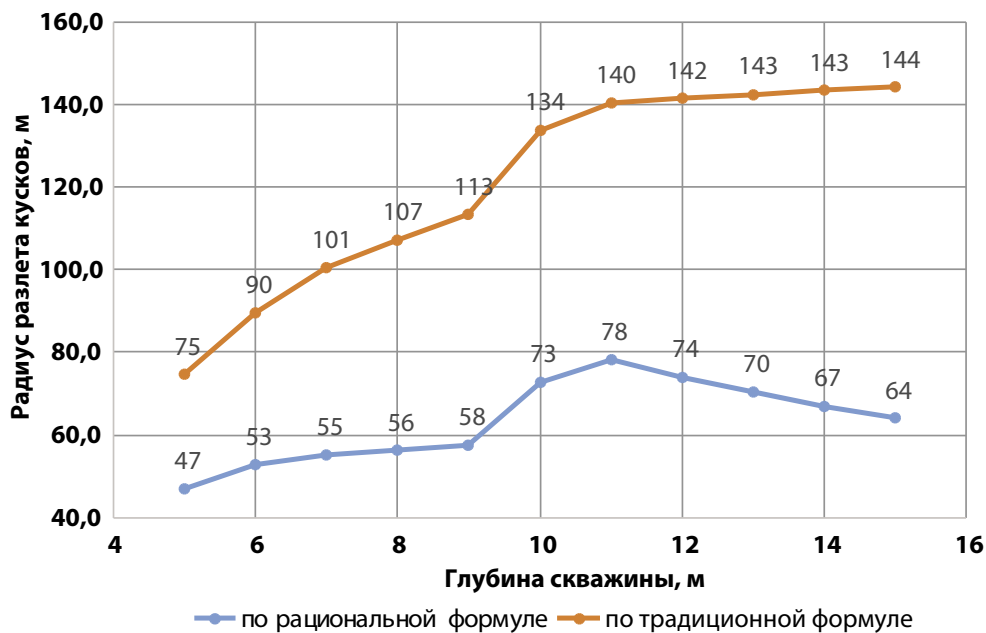


Рис. 3. Графики зависимости $r_{\text{разл}}$ от глубины скважины при применении базовой (традиционной) и уточненной (рациональной) формул

Fig. 3. Dependence graphs of $r_{\text{разл}}$ versus borehole depth when applying basic (traditional) and refined (rational) equations

На рис. 3 приведены графики зависимости безопасного расстояния по разлету отдельных кусков горной массы от глубины скважины при применении базовой (1) и уточненной формул (2).

Из графиков следует, что при уточненной формуле $r_{\text{разл}}$ уменьшается примерно в два раза.

ВЫВОДЫ

Горные породы являются многокомпонентными средами, состоящими из различных твердых частиц. В зависимости от количества воды, воздуха и твердых частиц, и связей между ними свойства грунтов и горных пород сильно меняются. При естественном залегании грунт и горная порода в каждом месте, как правило, представляют собой слоистую среду разной толщины, свойства каждого слоя определяются составом твердых частиц, воздуха и жидкости [9]. Все это делает задачу изучения движения горной породы при взрыве крайне трудной и неопределенной, поскольку каждый участок естественной среды требует, по существу, индивидуальных подходов.

Применение уточненной формулы с приемлемым риском [10] позволило в 2022 г. относительно 2021 г. принимать распорядком массового взрыва радиус опасной зоны по разлету отдельных кусков горной массы для механизмов на СУР в два и более раза меньше относительно традиционного расчета, что повлияло на повышение экономического эффекта за счет уменьшения расстояния отгона техники и механизмов от места взрыва, увеличения среднего объема взрывного блока в 1,35 раза и снижения на 24% количества массовых взрывов в среднем за месяц.

Уточненная локальная формула определения радиуса опасной зоны по разлету отдельных кусков горной массы для механизмов при взрывании скважинных зарядов актуальна для условий СУР при примене-

нии интервалов замедлений между скважинными зарядами ВВ 100 мс и более.

Список литературы

- Черских О.И., Галимьянов А.А., Гевало К.В. Совершенствование буровзрывных работ на Солнцевском угольном разрезе // Уголь. 2022. № 7. С. 44-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». п. 779. В редакции Приказа Ростехнадзора от 25.05.2022 № 171.
- Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. М.: Горная книга, 2009. С. 388.
- Технические правила ведения взрывных работ на дневной поверхности. М.: Недра, 1972. С. 340.
- Рубцов В.К. Уточненная формула для расчета сосредоточенных зарядов выброса // Горный журнал. 1974. № 7. С. 44-46.
- Шевкун Е.Б., Плотников А.Ю. Влияние схем взрывания на процессы в зоне предварительного разрушения // Маркшейдерия и недропользование. 2021. № 4 (114). С. 23-34.
- Пучков Я.М. Кинематика и динамика осколков при массовых взрывах в карьерах. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 416 с.
- Костюнина О.А., Шевкун Е.Б., Лещинский А.В. Влияние интервалов замедлений на разлет осколков горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 12-1. С. 107-120.
- Физика взрыва / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович и др. М., 1975. С. 704.
- Карта боя с опасными производственными ситуациями. Приложение 1 к практическому пособию «Безопасность производства» / В.Б. Артемьев, В.А. Галкин, И.Л. Кравчук и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельная статья. 2015. № 5. (Спец. вып. 21). 40 с.

Original Paper

UDC 622.233.016.25 © O.I. Cherskikh, A.A. Galimyanov, S.I. Korneeva, V.I. Mishnev, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 50-54
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-50-54>

Title

REFINED FORMULA FOR DETERMINING THE RADIUS DANGEROUS ZONE FOR THE SCATTERING OF INDIVIDUAL PIECES OF ROCK MASS DURING THE EXPLOSION OF BOREHOLE CHARGES

Authors

Cherskikh O.I.¹, Galimyanov A.A.², Korneeva S.I.², Mishnev V.I.²

¹ Solntsevsky Coal Mine LLC, Shakhtersk, 694910, Russian Federation

² Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

Authors information

Cherskikh O.I., PhD (Engineering), Director,
 e-mail: cherskikhoi@eastmining.ru

Galimyanov A.A., PhD (Engineering), Leading Researcher,
 Head of the Rock Destruction Sector, e-mail: azot-1977@mail.ru

Korneeva S.I., PhD (Engineering), Chief Scientific Secretary,
 Leading Researcher, e-mail: s_korneeva@mail.ru

Mishnev V.I., Engineer of the Rock Destruction sector,
 e-mail: mishnev.vl@mail.ru

Abstract

In order to increase the level of efficiency of work on the preparation of rock mass for excavation by drilling and blasting, the formula for calculating the radius of the danger zone for the scattering of pieces of rock mass for mechanisms in the production of mass explosions was empirically clarified on the example of the Solntsevskiy coal mine. The use of this formula made it possible to reduce the radius of the danger zone by two or more times with an acceptable risk on the example of an individual enterprise, while increasing the economic effect. The article substantiates the relevance of applying an

individual approach to the calculation of rock movement during an explosion. It is taken into account that the range of expansion is proportional to the kinetic energy of the rock, which is a certain fraction of the charge energy. This article attempts to fill a significant gap in the literature on the physics of explosion and the processes that occur when an explosion affects the environment.

Keywords

The coefficient of removal of the explosive charge from the wellhead; The formula for determining the radius, the danger zone for mechanisms; The scattering of individual pieces of rock, Safe distances, Blasting.

References

- Cherskikh O.I., Galimyanov A.A. & Gevalo K.V. Enhancing drilling and blasting operations at the Solntsevo coal strip mine. *Ugol'*, 2022, (7), pp. 45-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.
- Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety rules for the production, storage and use of explosive materials for industrial purposes". Item 779. As amended by Rostekhnadzor Order No. 171. (In Russ.).
- Kutuzov B.N. Methods of conducting blasting operations. *M/ Mining Book*, 2009. p. 388.
- Technical rules for conducting blasting operations on the daytime surface. Moscow, Nedra Publ., 1972, p. 340. (In Russ.).
- Rubtsov V.K. A refined formula for calculating concentrated ejection charges. *Gornyj zhurnal*, 1974, (7), pp. 44-46. (In Russ.).
- Shevkun E.B. & Plotnikov A.Yu. The influence of blasting schemes on processes in the zone of preliminary destruction. *Markshejderiya i nedropolzovanie*, 2021, 4 (114), pp. 23-34. (In Russ.).
- Puchkov Ya.M. Kinematics and dynamics of fragments during mass explosions in quarries. Yekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007, 416 p. (In Russ.).
- Kostyunina O.A., Shevkun E.B. & Leshchinsky A.V. The influence of deceleration intervals on the scattering of rock fragments. *Gornyj informatsionno-analyticheskij bulletin*, 2021, (12-1), pp. 107-120. (In Russ.).
- Baum F.A., Orlenko L.P., Stanyukovich K.P., Chelyshev V.P. & Shechter B.I. Physics of Explosion. Moscow, 1975, p. 704. (In Russ.).
- Artemyev V.B., Galkin V.A., Kravchuk I.L., Makarov A.M. & Galkin A.V. Battle map with dangerous industrial situations. Appendix 1 to the practical manual "Production safety". A separate article by *Gornyj informatsionno-analyticheskij bulletin*, 2015, (5). (Special issue 21), 40 p. (In Russ.).

Acknowledgements

The studies were carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment "Center for Processing and Storage of Scientific Data of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences", funded by the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under project No. 075-15-2021-663.

For citation

Cherskikh O.I., Galimyanov A.A., Korneeva S.I. & Mishnev V.I. Refined formula for determining the radius dangerous zone for the scattering of individual pieces of rock mass during the explosion of borehole charges. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-50-54.

Paper info

Received January 30, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

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

Методика оценки и планирования эффективности функционирования горнотранспортного комплекса угольного разреза

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-55-60>

В статье рассмотрены актуальные задачи повышения эффективности функционирования горнотранспортного комплекса угольного разреза. Представлен методический подход, учитывающий целевую, резервообразующую и субъектную характеристики эффективности. Приведен понятийный аппарат исследования и предложены дополнения к определению терминов – горнотранспортного комплекса и эффективности его функционирования. Предложены авторские показатели эффективности функционирования горнотранспортного комплекса: коэффициенты эффективности работы оборудования и эффективности труда. Приоритетность мероприятий по повышению эффективности функционирования горнотранспортного комплекса предложено определять с помощью матрицы, учитывающей размер экономического эффекта и уровень использования потенциала оборудования. Описаны результаты применения методики, достигнутые в АО «Разрез Тугнуйский».

Ключевые слова: угольный разрез, эффективность, планирование, горнотранспортный комплекс.

Для цитирования: Методика оценки и планирования эффективности функционирования горнотранспортного комплекса угольного разреза / А.И. Каинов, И.Д. Трофимова, Т.А. Коркина и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 55-60. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-55-60.

ВВЕДЕНИЕ

Обновление и модернизация оборудования, проводимые последние три десятилетия на угольных разрезах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], характеризуются увеличением его единичной производственной мощности и производительности. По оценкам специалистов, за 30 лет средняя вместимость ковша экскаваторов, используемых на отечественных угольных разрезах, выросла в два раза [9].

Повышение единичной производственной мощности экскаваторов приводит к необходимости адекватного изменения мощности всего оборудования, входящего в горнотранспортный комплекс, – автосамосвалов и буровых станков [10]. Например, по данным компании АО «СУЭК», средняя грузоподъем-

КАИНОВ А.И.

Канд. техн. наук,
генеральный директор АО «Разрез Тугнуйский»,
671353, п. Саган-Нур, Республика Бурятия, Россия,
e-mail: KainovAI@suek.ru

ТРОФИМОВА И.Д.

Канд. экон. наук,
начальник планово-экономического отдела
АО «Разрез Тугнуйский»,
671353, п. Саган-Нур, Республика Бурятия, Россия,
e-mail: TrofimovalD@suek.ru

КОРКИНА Т.А.

Доктор экон. наук,
профессор ФГБОУ ВО «ЧелГУ»,
профессор ФГАОУ ВО «ЮрГУ (НИУ)»,
454001, г. Челябинск, Россия,
e-mail: Kort2005@mail.ru

ЗАХАРОВ С.И.

Канд. экон. наук,
заведующий лабораторией
организации и оплаты труда НИИОГР,
454048, г. Челябинск, Россия,
e-mail: svzakharov@bk.ru

ность автосамосвалов за период с 2006 по 2014 г. увеличилась более чем в два раза. В последующие годы эта тенденция продолжилась вследствие создания горнотранспортных комплексов, включающих мощные вскрышные экскаваторы и автосамосвалы грузоподъемностью 220 т [11].

Также наблюдается тенденция роста цен на оборудование, темпы которого превышают инфляцию. Например, стоимость автосамосвалов грузоподъемностью 220 т выросла за 2008-2022 гг. в номинальном выражении в 4,7 раза, в реальном – в 2,3 раза. Индекс инфляции за это время составил 195%.

В то же время сравнение стоимости и производительности экскаваторов с различной единичной мощностью показывает, что при увеличении мощности цена растет более высокими темпами, чем производительность. И эта тенденция сохраняется с течением времени.

При таких тенденциях увеличение единичной производственной мощности оборудования приводит к опережающему росту экономических потерь от простоев и непроизводительной работы. Так, например, проведенные расчеты показали, что потери от одного часа простоя экскаватора с вместимостью ковша 41,3 куб. м в среднем в 8,2 раза больше, чем у экскаватора с вместимостью ковша 9 куб. м.

Указанные процессы характерны и для горнодобывающих предприятий, что проявляется в тенденции ускорения темпов снижения фондоотдачи: по данным Росстата [12], на предприятиях в сфере добычи полезных ископаемых за период с 2009 по 2014 г. среднегодовой темп снижения составил 97%, а в 2015-2021 гг. – 94% [13].

Такая ситуация приводит к необходимости поиска резервов снижения затрат на функционирование горнотранспортного комплекса с целью повышения получаемого эффекта от приобретенного высокопроизводительного оборудования, а также повышения операционной эффективности предприятия в целом на основе совершенствования планирования эффективности процесса функционирования горнотранспортного комплекса.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Основываясь на комплексном теоретико-методическом подходе, учитывающем целевую, резервообразующую и субъектную характеристики, под эффективностью функционирования ГТК предлагается понимать соотношение результативной и затратной составляющих этого процесса, характеризующее степень использования труда персонала и потенциала оборудования относительно целевых конкурентных позиций предприятия и учитывающее экономические интересы субъектов – собственников и работников [14].

Для определения содержания и оценки эффективности функционирования такого объекта управления, как горнотранспортный комплекс предприятия, следует учитывать ряд его особенностей. Под горнотранспортным комплексом (ГТК) в данной статье понимается технологически связанная совокупность горных и транспортных машин, управляемых закрепленным за ними персоналом, осуществляющим производственный процесс на горном предприятии для удовлетворения интересов субъектов предприятия.

Для планирования эффективности функционирования ГТК требуется применение показателей, учитывающих особенности деятельности угольного разреза и интересы его субъектов – собственников и работников.

Исходными методическими положениями были приняты следующие требования к показателям эффективности функционирования ГТК:

- предназначены для обеспечения руководителей угольного разреза и производственных подразделений управленческим инструментарием по организации деятельности, направленной на повышение эффективности функционирования ГТК для удовлетворения экономических интересов ключевых субъектов предприятия (собственник, работник);

- позволяют учитывать изменение эффективности функционирования ГТК, включая результативную и затратную составляющие;

- обеспечивают возможность сравнивать между собой эффективность различного оборудования, входящего в ГТК;

- учитывают организационно-технологические особенности функционирования ГТК угольного разреза.

Исходя из сформулированных методических положений, в качестве показателей эффективности функционирования ГТК предложено использовать коэффициенты эффективности работы оборудования и эффективности труда.

Для расчета коэффициента эффективности работы оборудования целесообразно использовать показатель «функциональное время работы», определяемый как время выполнения оборудованием производственной функции при рациональных организационных и технологических параметрах (1) [15].

Функциональное время работы:

$$T_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{Q_{\text{час}}^{\text{техн}}}, \quad (1)$$

где Q_{ϕ} – объемы бурения, экскавации, транспортировки, м, м³, т; $Q_{\text{час}}^{\text{техн}}$ – технологически возможная часовая производительность, м/ч, м³/ч, т/ч.

Расчет технологически возможной часовой производительности осуществляется по формуле:

$$Q_{\text{час}}^{\text{техн}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} * E_{(\text{пм.бур})(\text{к})(\text{грузоп})} \quad (2)$$

где 3600 – количество секунд в часе, $T_{\text{ц}}$ – технологически возможная продолжительность цикла работы, с; $E_{(\text{пм.бур})(\text{к})(\text{грузоп})}$ – единичная мощность оборудования – объем работ, выполняемых за один цикл (скорость бурения, м; вместимость ковша, куб. м; грузоподъемность, т).

Фактические значения коэффициента эффективности труда по каждой единице оборудования ($K_{\text{эти}}$) предлагается определять по формуле:

$$K_{\text{эти}} = \frac{\text{ФОТ}_i}{T_{\text{рв}i}}, \quad (3)$$

где ФОТ_i – фонд оплаты труда работников на i -том оборудовании, руб.; $T_{\text{рв}i}$ – фонд времени, отработанный работниками на i -том оборудовании, чел.-ч; i – оборудование: буровой станок, экскаватор, автосамосвал.

Среднее значение коэффициента эффективности труда по всем единицам оборудования за определенный период ($K_{э\tau}$) рассчитывается как соотношение среднего фонда оплаты труда работников, занятых на данном оборудовании и среднего фактического фонда времени, отработанного работниками на оборудовании.

Расчет эффективности функционирования оборудования по каждой единице оборудования ($K_{эoi}$) проводится по следующей формуле:

$$K_{эoi} = \frac{T_{\phi i}}{3_{oi}^{прив}}, \quad (4)$$

где $T_{\phi i}$ – функциональное время работы i -той единицы оборудования, маш.-ч.; $3_{oi}^{прив}$ – затраты на i -тую единицу определенного вида оборудования, приведенные к минимальной производственной мощности оборудования данного вида на предприятии, тыс. руб. Использование приведенных затрат объясняется тем, что на угольных разрезах, как правило, применяется разнотипное оборудование, имеющее различную единичную производственную мощность.

Среднее значение коэффициента эффективности работы оборудования рассчитывается как отношение среднего функционального времени по всем единицам оборудования к средним приведенным затратам.

Этап определения целевых показателей начинается с расчета эталонного значения коэффициента эффективности работы оборудования ($K_{эоэ}$):

$$K_{эоэ} = \frac{T_{\max}^{техн}}{3_{э\tau}^{э\tau}}, \quad (5)$$

где $T_{\max}^{техн}$ – максимально технологически возможное функциональное время; $3_{э\tau}^{э\tau}$ – затраты на эталонный объем работы.

Затем для определения уровня конкурентоспособности предприятия по себестоимости рассчитывается коэффициент конкурентоспособности ($K_{кс}$):

$$K_{кс} = \frac{C_{\text{тн угля предприятия}}}{C_{\text{тн угля заруб}}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{тн угля предприятия}}$ – себестоимость единицы продукции предприятия; $C_{\text{тн угля заруб}}$ – себестоимость единицы продукции зарубежных угольных разрезов (без учета накладных расходов).

Расчет удельной себестоимости по процессу функционирования горнотранспортного комплекса осуществляется по каждому виду оборудования:

$$C_{уд} = \frac{3}{Q_{\phi}}, \quad (7)$$

где 3 – затраты по процессу функционирования определенного вида горнотранспортного оборудования, руб.

Затраты на эталонный объем работ парка горнотранспортного оборудования определенного вида рассчитываются по формуле:

$$3_{\text{парка}}^{э\tau} = \frac{Q_{э\tau}}{Q_{\phi}} * 3_{\text{пер}} + 3_{\text{пост}}, \quad (8)$$

где $Q_{э\tau}$ – эталонный объем работ парка горнотранспортного оборудования;

$$Q_{э\tau} = T_{\max}^{техн} * Q_{\text{час}}^{техн}, \quad (9)$$

где $3_{\text{пер}}$ – переменные затраты на функционирование горнотранспортного оборудования; $3_{\text{пост}}$ – постоянные затраты на функционирование горнотранспортного оборудования.

Удельная себестоимость при эталонном объеме работ по процессу функционирования горнотранспортного оборудования рассчитывается по формуле:

$$C_{уд\ э\tau} = \frac{3_{\text{парка}}^{э\tau}}{Q_{\text{норм}}}. \quad (10)$$

Порядок определения целевых значений коэффициентов эффективности аналогичен расчету эталонных значений, но за основу для расчетов используется не максимально возможное технологическое время работы оборудования, а выбранные руководством для обеспечения конкурентоспособного уровня значения функционального времени работы.

Траекторию целевых значений коэффициентов эффективности работы оборудования и труда рекомендуется определять на период от 1 года до 10 лет, принимая эталонное значение в качестве максимально возможного.

Целевое значение коэффициента эффективности труда:

$$K_{э\tau\phi i} = \frac{\text{ФОТ}_{\phi i}}{T_{\text{рврj}}}, \quad (11)$$

где $\text{ФОТ}_{\phi i}$ – фонд оплаты труда работников, занятых на оборудовании при достижении целевых значений функционального времени работы в j -ый планируемый период времени, руб.; $T_{\text{рврj}}$ – фонд времени, отработанный работниками на оборудовании при рациональной их численности, чел.-ч.

Целевое значение коэффициента эффективности оборудования:

$$K_{эoi} = \frac{T_{\phi i j}}{3_{\text{оцj}}^{прив}}, \quad (12)$$

где $T_{\phi i j}$ – целевое (конкурентоспособное) функциональное время работы оборудования в j -ый планируемый период времени, маш.-ч.; $3_{\text{оцj}}^{прив}$ – приведенные затраты по оборудованию при целевом значении функционального времени работы, тыс. руб.

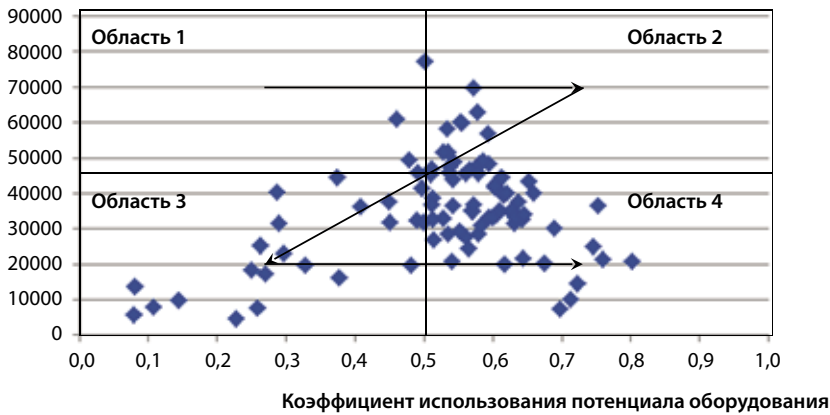
Приоритетность мероприятий по повышению эффективности функционирования горнотранспортного комплекса предлагается определять с помощью матрицы, учитывающей размер экономического эффекта и уровень использования потенциала оборудования (см. рисунок).

При этом экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (3_{\text{удф}} - 3_{\text{удц}}) * T_{\phi\text{факт}}, \quad (13)$$

где $3_{\text{удф}}$ и $3_{\text{удц}}$ – фактические и целевые удельные затраты на один функциональный час работы оборудования, руб./маш.-ч.; $T_{\phi\text{факт}}$ – фактическое функциональное время работы оборудования, маш.-ч.

Экономический эффект,
тыс. руб.



→ Последовательность разработки мер по совершенствованию функционирования оборудования в этих областях

Матрица распределения оборудования по уровню использования потенциала и экономическому эффекту

Matrix of equipment distribution by the level of potential use and economic effect

Область 1 в матрице характеризуется низким использованием потенциала оборудования и высокими затратами на его функционирование. Поэтому мероприятия, направленные на повышение эффективности функционирования оборудования, попавшего в эту область, имеют, как правило, наибольший экономический эффект, и их целесообразно реализовывать в первую очередь. Далее следует уделить внимание оборудованию, находящемуся в области 2 – с относительно высоким уровнем использования потенциала и с высокими затратами, то есть для оборудования в этой области необходимо запланировать прежде всего меры по снижению затрат. В области 3 находится оборудование с низким уровнем использования потенциала и с низким уровнем затрат, следовательно, при планировании эффективности его функционирования требуется предусмотреть меры по увеличению функционального времени работы. В области 4 находится наиболее эффективное оборудование.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Применение описанной выше методики в процессе планирования на угольном разрезе начинается с определения траектории повышения эффективности процесса эксплуатации горнотранспортного оборудования исходя из целевых показателей коэффициента эффективности труда ($K_{\text{этл}}$) и эффективности работы оборудования ($K_{\text{эоц}}$).

Для разработки мер по достижению целевых значений эффективности функционирования горнотранспортного комплекса проводится выявление показателей процесса эксплуатации, которые не соответствуют эталонным значениям и анализ причин низкого уровня использования потенциала конкретных единиц оборудования.

Далее выбираются меры, направленные на реализацию траектории, которые позволяют:

- повысить функциональное время работы оборудования путем снижения аварийных простоев на основе ТО и ТР согласно графикам и стандартам и организации улуч-

шения условий осуществления технологического процесса;

- снизить затраты на функционирование горнотранспортного оборудования путем оптимизации и адаптации к горнотехнологическим условиям предприятия норм расхода МТР, повышения энергоэффективности основных технологических процессов, осуществления импортозамещения дорогостоящих МТР, узлов и агрегатов;

- повысить рациональность расхода ФОТ посредством вовлечения работников в процесс совершенствования эксплуатации и обслуживания оборудования.

Для эффективного осуществления выбранных мер целесообразно применение методологии проектного управления.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Применение методики позволило выявить, что резервы повышения эффективности функционирования оборудования, определяемые как соотношение эталонных и фактических значений предложенных показателей, для автосамосвалов достигают 11 раз, для экскаваторов – 4,2 раза, для буровых станков – 3,2 раза. Эффективность труда при достижении эталонных значений повысится по персоналу, занятому на автосамосвалах, в 1,2 раза, на экскаваторах – в 1,9 раза, на буровых станках – в 3,3 раза [14].

ВЫВОДЫ

1. Выявлена тенденция, характерная для угольных разрезов, заключающаяся в повышении единичной производственной мощности оборудования, что обуславливает рост как экономических выгод, так и потерь из-за простоев и непроизводительной работы.

2. Разработан методический подход к оценке эффективности функционирования горнотранспортного комплекса с применением показателей, учитывающих экономические интересы собственников и работников угольного разреза:

- коэффициент эффективности функционирования ГТК с позиции экономических интересов собственника, который характеризует количество функциональных часов работы оборудования, приходящихся на тысячу рублей затрат на его функционирование;

- коэффициент эффективности труда с позиции экономических интересов персонала, отражающий полезность использования рабочего времени для работников, а именно – среднечасовую заработную плату персонала, занятого на этом оборудовании.

3. Использование этих показателей позволило выявить значительные резервы повышения эффективности функционирования ГТК, определить траекторию и разработать практические рекомендации по ее повышению.

Список литературы

1. Повышение эффективности использования автосамосвалов в условиях карьеров на открытых горных работах / С.Е. Гавришев, А.Д. Кольга, И.А. Пыталев и др. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. № 3. С. 161-170.
2. Жунда С.В. Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования: диссертация ... кандидата технических наук: 05.02.22 / Жунда Сергей Валерьевич; [Место защиты: Ин-т горн. дела УрО РАН]. Екатеринбург, 2019. 192 с.
3. Шмидт А.В., Костарев А.С. Разработка стратегии инновационного развития угледобывающего производственного объединения в условиях смены технологических укладов // Уголь. 2022. № 3. С. 61-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-61-67.
4. Gruenhagen J.H., Parker R. Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature // Resources policy. 2020. Vol. 65. P. 101540.
5. Humphreys D. Mining productivity and the fourth industrial revolution // Mineral Economics. 2020. Vol. 33. No 1. С. 115-125.
6. Improvement of the Global Efficiency of Mining Equipment Through Total Productive Maintenance – TPM / O. Lama, J. Alayo, E. Aparicio et al. / International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 2021. P. 336-344.
7. Löw J., Abrahamsson L., Johansson J. Mining 4.0 – The impact of new technology from a work place perspective // Mining, Metallurgy & Exploration. 2019. Vol. 36. No 4. P. 701-707.
8. Mohammadi M., Rai P., Gupta S. Performance measurement of mining equipment // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2015. Vol. 5. No 7. P. 240-248.
9. Каплан А.В. Управление социально-экономическим развитием горнодобывающего предприятия. М.: Экономика, 2015. 270 с.
10. Каинов А.И. Обоснование способов и показателей концентрации горных работ на угольных разрезах с большегрузным автомобильным транспортом: диссертация ... кандидата технических наук: 25.00.22 / Каинов Александр Иванович; [Место защиты: Магнитог. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова]. Челябинск, 2015. 162 с.
11. Артемьев В.Б. АО «СУЭК» в 2018 году – прогрессивные технологии и инновации на службе производства // Уголь. 2019. № 3. С.4-12. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-4-12.
12. Технологическое развитие отраслей экономики // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 15.04.2023).
13. Трофимова И.Д. Актуальные задачи повышения эффективности использования горнотранспортного оборудования на угольном разрезе // Челябинский гуманитарий. 2019. № 4. С. 19-26.
14. Трофимова И.Д. Организационно-экономический механизм планирования эффективности функционирования горнотранспортного комплекса угольного разреза: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Трофимова Ирина Дмитриевна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»]. М., 2022. 25 с.
15. Опыт и результаты повышения производительного времени работы подготовительного забоя на шахте «Северная» / А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, С.Т. Руденко и др. // Уголь. 2020. № 8. С. 82-86. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-82-86.

Original Paper

UDC 338.984:658.51 © A.I. Kainov, I.D. Trofimova, T.A. Korkina, S.I. Zakharov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 55-60
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-55-60>

Title

METHODOLOGY FOR ASSESSING AND PLANNING THE EFFICIENCY OF THE MINING AND TRANSPORTATION COMPLEX FUNCTIONING AT THE OPENPIT COAL MINE

Authors

Kainov A.I.¹, Trofimova I.D.¹, Korkina T.A.^{2,4}, Zakharov S.I.³

¹ «Razrez Tugnuysky» JSC, Sagan-Nour, Republic of Buryatia, 671353, Russian Federation

² Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, 454001, Russian Federation

³ Institute of Efficiency and Safety of Mining Production, («NII OGR» LLC), Chelyabinsk 454048, Russian Federation

⁴ South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

Authors Information

Kainov A.I., Candidate of Sciences (Technology), General Director, e-mail: KainovAI@suek.ru

Trofimova I.D., Candidate of Sciences (Economics), Head of Planning and Economic Department, e-mail: TrofimovaID@suek.ru

Korkina T.A., Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, Professor at the Department of State and Municipal Administration, Professor at the Department of management, e-mail: kort2005@mail.ru

Zakharov S.I., Candidate of Sciences (Economics), Head of the Labor Organization and Remuneration Laboratory, e-mail: svzakharov@bk.ru

Abstract

The article discusses the urgent tasks of improving the efficiency of mining transport system in a coal strip mine. A methodical approach is pre-

sented, which accounts for the target, reserve-forming and subjective characteristics of efficiency. The conceptual framework of the research is provided and additions are offered to the definition of the following terms: the mining transport system and efficiency of its operation. The authors propose the following efficiency indicators for operation of the mining transport system, i.e. the equipment efficiency factors and the labour efficiency factors. It is offered to determine the priority of measures aimed at improving the operating efficiency of a mining transport system using a matrix, which takes into account the economic effect and the utilization level of the equipment potential. The results of applying this methodology as achieved in by the Tugnuysky strip mine are described.

Keywords

Coal strip mine, Efficiency, Planning, Mining transport system.

SURFACE MINING

References

1. Gavrishv S.E., Kolga A.D., Pytalev I.A. et al. Increasing the efficiency of dump truck application in open-pit mining. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2019, (3), pp. 161-170. (In Russ.).
2. Zhunda S.V. Management of production process safety in a coal strip mine in conditions of increased capacity of mining and transport equipment. Cand. eng. sci. diss. 05.02.22 / Zhunda Sergey Valerievich; [Place of viva examination: Institute of Mining, the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences], Yekaterinburg, 2019, 192 p. (In Russ.).
3. Shmidt A.V. & Kostarev A.S. Development of a strategy for the innovative development of a coal-mining production association under technological paradigms change conditions. *Ugol'*, 2022, (3), pp. 61-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-61-67.
4. Gruenhagen J.H. & Parker R. Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature. *Resources policy*, 2020, (65), pp. 101540.
5. Humphreys D. Mining productivity and the fourth industrial revolution. *Mineral Economics*, 2020, Vol. 33, (1), pp. 115-125.
6. Lama O., Alayo J., Aparicio E. & Nunura C. Improvement of the Global Efficiency of Mining Equipment Through Total Productive Maintenance – TPM. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 2021, pp. 336-344.
7. Lööv J., Abrahamsson L. & Johansson J. Mining 4.0 – The impact of new technology from a work place perspective. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 2019, Vol. 36, (4), pp. 701-707.
8. Mohammadi M., Rai P. & Gupta S. Performance measurement of mining equipment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2015, Vol. 5, (7), pp. 240-248.
9. Kaplan A.V. Managing social and economic development of a mining company. Moscow, Ekonomika Publ., 2015, 270 p. (In Russ.).
10. Kainov A.I. Justification of methods and indicators of concentration of mining operations in coal mines with heavy trucks. Cand. eng. sci. diss. 25.00.22 /

Kainov Aleksandr Ivanovich; [Place of viva examination: Nosov Magnitogorsk State Technical University], Chelyabinsk, 2015, 162 p. (In Russ.).

11. Artemiev V.B. "SUEK" JSC in 2018 – advanced technologies and innovations in the service of production. *Ugol'*, 2019, No. 3, pp. 4-12. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-4-12.
12. Technological development of economic sectors / Federal State Statistics Service. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (accessed 15.04.2023).
13. Trofimova I.D. Topical tasks of increasing the efficiency of mining transport equipment in a coal strip mine. *Celyabinskij gumanitarij*, 2019, (4), pp. 19-26. (In Russ.).
14. Trofimova I.D. Organizational and economic mechanism for planning the operating efficiency of the mining transport system in a coal strip mine, abstract of Cand. econom. sci. diss., 08.00.05 / Trofimova Irina Dmitrievna; [Place of viva examination: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting]. Moscow, 2022, 25 p. (In Russ.).
15. Dobrovolskiy A.I., Feofanov G.L., Rudenko S.T., Essalnikov A.O. & Zakharov S.I. Experience and results of increasing the productive time of the preparatory face at the "Severnaya" mine. *Ugol'*, 2020, No. 8, pp. 82-86. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-82-86.

For citation

Kainov A.I., Trofimova I.D., Korkina T.A. & Zakharov S.I. Methodology for assessing and planning the efficiency of the mining and transportation complex functioning at the openpit coal mine. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 55-60. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-55-60.

Paper info

Received February 21, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

«Шаг в профессию»: СУЭК продолжает профориентационную работу со школьниками

На этот раз сотрудники Назаровского разреза СУЭК в Красноярском крае встретились с девятиклассниками. Мероприятие прошло в молодежном зале Центральной городской библиотеки имени Ф.М. Достоевского. Вместе с горняками участие в нем приняли представители комплексного центра социального обслуживания населения «Назаровский» и работники библиотеки.

«Такие встречи важны не только для учащихся выпускных классов, но и для ребят помладше, – уверена **специа-**



лист по работе с семьей комплексного центра социального обслуживания населения «Назаровский» Наталья Кирильчук. – Многие из них еще не определились, чем будут заниматься в дальнейшей жизни, и для них сейчас – момент раздумья, выбора».

Подростки посмотрели фильм о работе Назаровского разреза, узнали о многообразии горных машин, познакомились с миром профессий, ответили на вопросы викторины, сложили на скорость пазлы с логотипом СУЭК.

«Мы узнали, что на Назаровском разрезе работает единственный в России экскаватор SRs(K)-4000, вес которого равен весу Эйфелевой башни. Теперь хотим побывать на горных работах, своими глазами увидеть этого гиганта», – поделился девятиклассник Владислав Тимофеев.



Работе с молодежью в СУЭК уделяют значительное внимание. Предприятия Компании в Красноярском крае с начала года инициировали либо стали участниками около десятка мероприятий по профориентации самого разного формата – это экскурсии, встречи со школьниками в модельных библиотеках, тематические квизы.

Пресс-служба АО «СУЭК»

Водно-шламовая система фабрики как средство повышения производительности всего предприятия

Ключевые слова: TAPP, водно-шламовая система, заштыбовка трубопровода, пульпопроводы, футеровка Poly-tapp slime (PTS).

Проведенные исследования показали, что вопрос повышение производительности предприятий, даже в условиях ограничений, остается самым актуальным. Ежегодная модернизация производства и внедрение новых технологий стали нормой, и это дает свои результаты. Производительность растет, но вместе с ней растет и нагрузка на водно-шламовую систему фабрики, и если упустить эту деталь из внимания, то можно столкнуться с тем, что все усилия, модернизации и технологии просто не будут давать необходимый показатель. По предварительным подсчетам, около 40% времени специалистов, обслуживающих предприятие, уходит на устранение течей и латку труб.

Трубопроводы выполняют связующую роль между технологическим оборудованием и обеспечивают функционирование всего предприятия. Чтобы понять всю их важность, проведем сравнение с кровеносной системой нашего организма. Множество вен и артерий переплетаются в нашем теле и образуют кровеносные пути, которые идут от одного органа к другому, насыщая их необходимыми веществами и кислородом. Именно это позволяет нашему организму хорошо работать, но, если «перекрыть» один из таких путей, в какой-то орган перестанут поступать важные вещества, что приведет к проблемам со здоровьем и не позволит организму нормально функционировать. Вспомните, сколько связующих линий на вашей технологической схеме.

TAPP GROUP
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY



ЛОХОВ Д.С.

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





Качество «путей» между оборудованием напрямую влияет на производительность всего предприятия.

Сократить до 40% времени специалиста и обеспечить стабильную работу трубопроводов можно, если использовать правильно подобранные футеровочные материалы.

Сегодня на предприятиях чаще всего применяют полиуретан. Он хорошо служит на пульпе с содержанием мелкого класса, и поэтому чаще всего применяется на пульпопроводах. Минусом этого материала является то, что при истирании его может задрать, не оторвав полностью, это перекроет поток в трубопроводе, из-за чего произойдет зашламование, а в зимнее время может произойти замерзание. Этот участок будет очень сложно найти, так как будет не ясно, в чем именно заключается проблема, и визуально не определить, где произошел отрыв футеровки. Футеровка Poly-tapp slime с молекулярной массой до 10,8 миллионов моль может полностью решить эту проблему, так как лишена такого недостатка. Благодаря специальному составу она исключает застыбровку трубопровода, а срок ее ходимости превышает полиуретан, при равной стоимости.

Еще одной часто встречающейся проблемой является то, что при перекачке крупного материала металличе-

ские трубы быстро изнашиваются. Ее можно решить при помощи керамической футеровки. В местах, где отлажена технология и трубопроводы не зашламовываются, а также отсутствует опасность механического воздействия на трубопровод, лучше всего будет работать футеровка алюмооксидной керамикой. Имея крайне высокую твердость по Бринелю – 1700 единиц и высокую износостойкость, она работает 12 и более лет на материале крупностью до 60 мм. Также при футеровке керамикой большое значение имеет метод ее укладки, если работы проведены верно, то даже крупный кусок или скраб не повредят футеровке. На тех участках, где есть риск внешнего ударного воздействия на трубу от механизмов или человека, лучше применять футеровку EWP. Благодаря наплавленному защитному слою по запатентованной технологии в месте удара она служит до 16 раз дольше стальной трубы.

На производстве каждый материал обладает своими особенными свойствами и характеристиками, требуя индивидуального подхода. Ваши задачи, как и производимый материал, уникальны. Под каждую задачу нужно подбирать конкретный вид футеровки, и тогда ваши трубопроводы будут служить десятилетиями, а предприятие будет функционировать без перебоев, давая высокие результаты. Наши специалисты помогут вам в подборе правильного решения.

Если вам необходима более подробная информация о продукте, пожалуйста, свяжитесь с нами любым удобным способом.

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:

УДК 662.749.33 © Т.Г. Черкасова, А.В. Неведров, А.В. Папин, 2023

Физико-химическое исследование углей для использования в качестве сырья для технологии получения пеков*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-63-67>

В статье приведены данные физико-химических исследований углей Кузбасского бассейна, используемых для технологии получения пеков и пекоподобных продуктов из каменных углей методом термического растворения органической массы углей в органических растворителях. Актуальность данных исследований связана с дефицитом на российском и мировом рынках каменноугольного пека. Были проведены исследования по техническому анализу углей, определены пластометрические показатели, определен индекс вспучивания в тигле, получены данные по петрографическому анализу углей.

Ключевые слова: уголь, пекоподобный продукт, пек, термическое растворение, температура, физико-химические исследования.

Для цитирования: Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В. Физико-химическое исследование углей для использования в качестве сырья для технологии получения пеков // Уголь. 2023. № 5. С. 63-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-63-67.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день промышленное производство электродов и современных углеродных материалов невозможно без качественного сырья – каменноугольного пека [1, 2], продукта перегонки каменноугольной смолы коксохимического производства. На рынках, в России и в мире, наблюдается рост спроса и, соответственно, цен на каменноугольный пек при общем снижении производства пека из каменноугольной смолы [3, 4]. Дефицит каменноугольного пека и цены на него заставляют страны искать пути увеличения ресурсов пека. К ним относятся технологии получения пеков и пекоподобных продуктов из каменных углей без стадии высокотемпературного коксования, основанные на процессах их термического растворения [5, 6, 7, 8, 9]. При подборе оптимальных технологических параметров и сырья – рас-

ЧЕРКАСОВА Т.Г.

Доктор хим. наук, профессор,
директор Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

НЕВЕДРОВ А.В.

Канд. техн. наук, доцент,
доцент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,
e-mail: nevedrov@kuzstu.ru

ПАПИН А.В.

Канд. техн. наук, доцент,
доцент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,
e-mail: pav.httt@kuzstu.ru



* Исследование выполнено за счет гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1193).

творителей и каменных углей возможно получать пекоподобные продукты требуемого качества с выходом до 60-80% мас. [10, 11, 12].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Выбор данной технологии связан прежде всего с простотой технологического оформления, отсутствием необходимости использовать дорогостоящие катализаторы и водород, применение которого может представлять большую опасность при нарушении условий эксплуатации.

Наиболее подходящим сырьем для процесса термического растворения являются каменные угли марок Г, ГЖ, Ж. В качестве растворителя органической массы углей наиболее эффективным является антраценовое масло. Процесс термического растворения каменных углей необходимо осуществлять при температурах 350-400°C.

С целью определения сырьевой базы для получения каменноугольных пеков и пекоподобных продуктов из углей был проведен обзор имеющихся в Кемеровской области – Кузбассе месторождений каменных углей и их качественных характеристик (влажность, зольность, выход летучих веществ, содержание серы, толщина пластического слоя), выбор основывался на результатах научных исследований, опубликованных в 2021 г. Федеральным исследовательским центром угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук [13].

Учитывая, что оптимальными для проведения процессов термического растворения являются угли марок Г, ГЖ и Ж, выполнен анализ предприятий в Кузбассе, осуществляющих добычу углей этих марок.

Всего в Кемеровской области работают 28 разрезов и шахт, добывающих угли марок Г, ГЖ, Ж [14]. В этих же литературных источниках приводятся сводные данные по объемам запасов и добыче этих углей предприятиями. Таким образом, в Кемеровской области сосредоточено большое количество угледобывающих предприятий, реализующих угли марок Г, ГЖ и Ж, пригодных для проведения процессов термического растворения и получения синтетического аналога каменноугольного пека. Была проделана работа по отбору проб углей с данных угледобывающих предприятий с целью исследования их комплексом физико-химических методов для определения их качественных характеристик и, соответственно, установления практической возможности их применения как сырья для получения пека.

Рассматривая в перспективе реализацию данного проекта и внедрение технологии получения пека индустриальным партнером проекта, актуальным является привязка исходной сырьевой базы получения пеков к сырьевой базе индустриального партнера – ПАО «Кокс». Поэтому также были отобраны и исследованы пробы углей сырьевой базы ПАО «Кокс».

Исследования образцов углей проводилось комплексом физико-химических методов, включающих в себя определение следующих показателей качества каменных углей: содержание общей влаги, зольность, выход лету-

чих веществ, величина пластического слоя и пластометрической усадки, индекс вспучивания, отражательная способность витринита.

Для проведения технического анализа углей использовались методики, описанные в ГОСТ Р 53357-2013 (ИСО 17246:2010) «Топливо твердое минеральное. Технический анализ» (издание с поправкой) [15]. Показатели технического анализа определялись стандартными методами: общая влага по ГОСТ Р 52911-2013; аналитическая влага по ГОСТ Р 52917-2013; зольность по ГОСТ Р 55661-2013; выход летучих веществ по ГОСТ Р 55660-2013. Определение пластометрических показателей осуществляли по ГОСТ 1186-87 «Угли каменные. Метод определения пластометрических показателей» [16]. Определение индекса вспучивания проводилось по ГОСТ 20330-91 (ИСО 501-81) «Уголь. Метод определения показателя вспучивания в тигле» [17]. Петрографический анализ углей проводился по ГОСТ Р 55659-2013 (ИСО 7404-5:2009) «Методы петрографического анализа углей» [18].

Представленные характеристики углей выбраны, исходя из Технического задания на проект осуществляемой НИР, все исследования выполнены по методикам согласно принятым ГОСТам.

В табл. 1 представлены полученные результаты исследований образцов углей комплексом физико-химических методов.

Согласно проведенному ранее литературному обзору, основными критериями при выборе углей для получения пеков как сырья производства связующего для электродов и сырья для получения углеродных волокон являются: низкая зольность (чем ниже, тем лучше), отражательная способность витринита до 1% и максимально возможная толщина пластического слоя углей.

Получение пеков как сырья производства связующего для электродов и сырья для получения углеродных волокон классическим методом (через коксование углей) является более трудоемким процессом. Более того, в условиях индустриального партнера технологически невозможно коксование только отдельных марок углей с целью получения каменноугольной смолы и далее каменноугольного пека в рамках действующего производства кокса. Поэтому это направление невозможно без реализации независимого от действующего производства блока коксования отдельных марок углей.

Единственным рациональным решением является проведение исследований по получению пека из каменноугольной смолы действующего производства индустриального партнера – ПАО «Кокс», полученной коксованием угольной шихты – смеси углей, идущей на получение кокса. Соответственно, без привязки к конкретным маркам углей.

Полученные экспериментальные результаты исследований образцов углей комплексом физико-химических методов сырьевой базы индустриального партнера ПАО «Кокс» и других потенциальных источников в Кузбассе показали, что наиболее подходящим сырьем для получения пеков методом термического растворения углей являются угли, представленные в табл. 2.

Таблица 1

Результаты исследований образцов углей комплексом физико-химических методов

Results of studying coal samples using a complex of physical and chemical methods

Наименование пробы	W^r	Теханализ		I_{bc} по ИГИ-ДМети/ FSI	Пластометрия		Петрография			Марка по ГОСТ 25543-2013
		A^d	V^{daf}		X	Y	R_0	Vt	ΣOK	
		%	%		%	мм	мм	мм	%	
Сырьевая база Индустриального партнера – ПАО «Кокс»										
Шахта «Полосухинская»	6,9	8,0	38,7	133	36	21	0,844	91	7	ГЖ
Шахта «Есаульская»	7,1	7,5	38,7	131	47	20	0,840	90	6	ГЖ
Шахта им. С.Д. Тихова	7,2	8,4	29,4	131/9	4	31	0,996	94	4	Ж
Разрез «Участок «Коксовый»	6,6	7,7	21,9	53/6,5	35	15	1,329	63	35	К
Разрез «Поляны»	8,8	8,2	25,0	27/4,0	37	13	1,061	57	41	К
Разрез «Поляны»	9,0	8,1	26,6	15	44	10	1,050	51	46	КО
Шахта «Березовская»	7,7	7,7	25,0	15	39	10	1,026	50	47	КО
ШУ «Анжерская»	7,1	8,3	23,2	56	44	10	1,143	62	35	КО
Разрез «Участок «Коксовый»	6,6	7,4	20,4	20/2,5	33	10	1,321	57	40	ОС
АО «Шахта «Антоновская»	7,0	7,5	38,6	7,5	34	22	0,836	89	9	ГЖ
ООО ЦОФ «Краснокаменская»	8,2	8,7	24,3	3,0	36	13	1,074	56	39	К
ООО «Камышанский»	9,0	9,1	38,6	1,5	45	12	0,713	76	27	ГЖО
Обогатительная фабрика «Северная»	8,0	8,9	20,7	4,5	28	14	1,345	57	41	К
Разрез «Участок «Коксовый»	8,2	8,3	18,9	1,5	27	10	1,389	51	45	КС
Разрез «Поляны»	9,5	6,3	16,6	1,0	16	7	1,706	45	53	ОС
ООО «Камышанский»	7,2	7,5	28,6	1,0	33	10	0,919	50	46	КО
АО «ЦОФ «Абашевская»	8,0	7,2	38,4	8,0	40	12	0,836	90	6	ГЖ
Другие потенциальные источники сырья										
Концентрат, шахта «Юбилейная»	9,9	12,1	34,5	9,0	15	35	0,952	94	5	Ж
Концентрат, разрез «Талдинский Южный»	9,0	8,0	38,5	8,0	40	16	0,756	95	4	ГЖ
Концентрат, разрез «Талдинский Кыргызский»	10	13,0	40,9	3,0	30	16	0,674	95	5	Г
Шахта «Чертинская Коксовая»	1,5	9,95	35,3	8,5	32	32	0,859	93,5	5,5	Ж
АО «Луговое»	9,84	5,9	27,4	1,0	40	9	0,867	47	47	КСН
Распадская, пласт 7-7а	2,37	5,1	37,0	6,5	40	20	0,85	90	9	ГЖ
Распадская, пласт 7-7б	2,41	5,5	34,6	6,5	37	20	0,89	86	12	Ж
Шахта «Комсомолец»	2,71	7,0	43,8	6,0	25	14	0,711	93	6	Г
Талдинский угольный разрез, Талдинское поле	8,23	7,9	36,4	6,5	36	10	0,64	78	22	ГЖО
Талдинский угольный разрез, Ерунаковское поле	8,59	8,5	39,1	6,5	41	13	0,636	87	11	Г

Таблица 2

Сырьевая база для получения пеков из углей
Кемеровской области методом термического растворения

Raw materials base for pitch production from the Kemerovo region coals using the thermal dissolution method

Наименование пробы	W^r	Теханализ		I_{bc} по ИГИ-ДМети/ FSI	Пластометрия		Петрография			Марка по ГОСТ 25543-2013
		A^d	V^{daf}		X	Y	R_0	Vt	ΣOK	
		%	%		%	мм	мм	%	%	
Сырьевая база индустриального партнера – ПАО «Кокс»										
Шахта «Полосухинская»	6,9	8,0	38,7	133	36	21	0,844	91	7	ГЖ
Шахта «Есаульская»	7,1	7,5	38,7	131	47	20	0,840	90	6	ГЖ
Шахта им. С.Д. Тихова	7,2	8,4	29,4	131/9	4	31	0,996	94	4	Ж

Наименование пробы	W^r	Теханализ		I_{bc} по ИГИ-ДМети/ FSI	Пластометрия		Петрография			Марка по ГОСТ 25543-2013
		A^d	V^{daf}		X	Y	R_0	Vt	ΣOK	
		%	%		мм	мм	мм	%	%	
АО «Шахта «Антоновская»	7,0	7,5	38,6	7,5	34	22	0,836	89	9	ГЖ
ООО «Камышанский»	9,0	9,1	38,6	1,5	45	12	0,713	76	27	ГЖО
ООО «Камышанский»	7,2	7,5	28,6	1,0	33	10	0,919	50	46	КО
АО «ЦОФ «Абашевская»	8,0	7,2	38,4	8,0	40	12	0,836	90	6	ГЖ
Другие потенциальные источники сырья										
Концентрат, шахта «Юбилейная»	9,9	12,1	34,5	9,0	15	35	0,952	94	5	Ж
Концентрат, разрез «Талдинский Южный»	9,0	8,0	38,5	8,0	40	16	0,756	95	4	ГЖ
Концентрат, разрез «Талдинский Кыргызский»	10	13,0	40,9	3,0	30	16	0,674	95	5	Г
Шахта «Чертинская Коксовая»	1,5	9,95	35,3	8,5	32	32	0,859	93,5	5,5	Ж
АО «Луговое»	9,84	5,9	27,4	1,0	40	9	0,867	47	47	КСН
Распадская, пласт 7-7а	2,37	5,1	37,0	6,5	40	20	0,85	90	9	ГЖ
Распадская, пласт 7-7б	2,41	5,5	34,6	6,5	37	20	0,89	86	12	Ж
Шахта «Комсомолец»	2,71	7,0	43,8	6,0	25	14	0,711	93	6	Г
Талдинский угольный разрез, Талдинское поле	8,23	7,9	36,4	6,5	36	10	0,64	78	22	ГЖО
Талдинский угольный разрез, Ерунаковское поле	8,59	8,5	39,1	6,5	41	13	0,636	87	11	Г

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, получение пеков как сырья производства связующего для электродов и сырья для получения углеродных волокон классическим методом (через коксование углей) возможно путем разработки соответствующей методики. Важным будут являться состав и свойства каменноугольной смолы ПАО «Кокс».

Список литературы

1. Новые высокопрочные углеродные материалы для традиционных технологий / В.И. Костиков, В.М. Самойлов, Н.Ю. Бейлина и др. // Российский химический журнал. 2004. Т. 48. № 5. С. 64-75.
2. Сидоров О.Ф., Селезнев А.Н. Перспективы производства и совершенствование потребительских свойств каменноугольных электродных пеков // Российский химический журнал. 2006. Т. 1. № 1. С. 16-25.
3. Рудыка В.И., Малина В.П. Сталь, кокс, уголь в 2010 году и далее – состояние, посткризисные прогнозы и перспективы // Кокс и химия. 2010. № 12. С. 2-11.
4. Хайрутдинов И.Р., Ахметов М.М., Теляшев Э.Г. Состояние и перспективы развития производства кокса и пека из нефтяного сырья // Российский химический журнал. 2006. Т. 50. № 1. С. 25-28.
5. Thermal dissolution of Shenfu coal in different solvents / H. Shui, Y. Zhou, H. Li et al. // Fuel. 2013. Vol. 108. P. 385-390.
6. Hydro-liquefaction of thermal dissolution soluble fraction of Shenfu subbituminous coal and reusability of catalyst on the hydro-liquefaction / H. Shui, L. Yang, T. Shui et al. // Fuel. 2014. Vol. 115. No 1. P. 227-231.
7. Rahman M., Samanta A., Gupta R. Production and characterization of ash-free coal from low-rank Canadian coal by solvent extraction // Fuel Proc. Tech. 2013. Vol. 115. P. 88-98.
8. Investigation on chemical and structural properties of coal- and petroleum derived pitches and implications on physico-chemical properties / G. Russo, A. Giajolo, F. Stanzione et al. // Fuel. 2019. Vol. 245. P. 479-486.
9. Tailor-made C-CL bond towards rapid homogeneous stabilization of low-softening-point coal tar pitch / Guoli Zhang, Taotao Guan, Juncheng Wu et al. // Fuel. 2020. № 284. P. 1-9.
10. Valuable products from coal tar / I.S. Vetoshkina, V.S. Solodov, S.P. Subbotin et al. // Coke and Chemistry. 2019. Vol. 62. No 2. P. 66-68.
11. Solution of coking coal in the anthracene fraction of coal tar at PAO Koks / I.S. Vetoshkina, V.S. Solodov, S.P. Subbotin et al. // Coke and Chemistry. 2019. Vol. 62. No 6. P. 245-248.
12. Об оценке качества каменноугольного пека как связующего в производстве анодов / Ю.А. Уткин, Э.А. Янко, Э.Я. Соловейчик и др. // Кокс и химия. 2012. № 9. С. 22-24.
13. Кравцова Л.А., Дементьева Л.А. Естественно-научные коллекции углей, осадочных пород и палеонтологических объектов Института угля ФИЦ УУХ СО РАН: К 300-летию Кузбасса. Рос. акад. наук, Сиб. отделение, ФИЦ угля и углехимии. Новосибирск: СО РАН, 2021. 192 с.
14. Список угольных предприятий России 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_угольных_предприятий_Российской_Федерации#Кемеровская_область (дата обращения: 15.04.2023).
15. ГОСТ Р 53357-2013 (ИСО 17246:2010) Топливо твердое минеральное. Технический анализ. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.

16. ГОСТ 1186-87. Угли каменные. Метод определения пластометрических показателей. М.: Издательство стандартов, 1987. 21 с.
17. ГОСТ 20330-91 (ИСО 501-81). Уголь. Метод определения показателя вспучивания в тигле. М.: Издательство стандартов, 1992. 11 с.
18. ГОСТ Р 55659-2013 (ИСО 7404-5:2009). Методы петрографического анализа углей. Метод определения показателя отражения витринита с помощью микроскопа. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

Original Paper

UDC 662.749.33 © T.G. Cherkasova, A.V. Nevedrov, A.V. Papin, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 63-67
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-63-67>

Title

PHYSICAL AND CHEMICAL STUDY OF COALS TO BE USED AS RAW MATERIALS FOR THE PITCH PRODUCTION TECHNOLOGY

Authors

Cherkasova T.G.¹, Nevedrov A.V.¹, Papin A.V.¹

¹T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Cherkasova T.G., Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Nevedrov A.V., PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: nevedrov@kuzstu.ru

Papin A.V., PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: pav.httt@kuzstu.ru

Abstract

The article presents the data of physico-chemical studies of the coals of the Kuzbass basin used for the technology of obtaining pitch and pitch-like products from coal by the method of thermal dissolution of the organic mass of coals in organic solvents. The relevance of these studies is related to the shortage in the Russian and world markets of coal pitch. Studies were carried out on the technical analysis of coals, plastometric indicators were determined, the index of swelling in the crucible was determined, data on the petrographic analysis of coals were obtained.

Keywords

Coal, Pitch-like product, Pitch, Thermal dissolution, Temperature, Physico-chemical studies.

References

- Kostikov V.I., Samoiloov V.M., Beilina N.Yu. & Ostronov B.G. New high-strength carbon materials for traditional technologies. *Russian Chemical Journal*, 2004, Vol. 48, (5), pp. 64-75. (In Russ.).
- Sidorov O.F. & Seleznev A.N. Prospects of production and improvement of consumer properties of coal electrode pitches. *Russian Chemical Journal*, 2006, Vol. 1, (1), pp. 16-25. (In Russ.).
- Rudyka V.I. & Malina V.P. Steel, coke, coal in 2010 and beyond – state, post-crisis forecasts and prospects. *Coke and Chemistry*, 2010, (12), pp. 2-11. (In Russ.).
- Khairutdinov I.R., Akhmetov M.M. & Telyashev E.G. The state and prospects of development of coke and pitch production from petroleum raw materials. *Russian Chemical Journal*, 2006, Vol. 50, (1), pp. 25-28. (In Russ.).
- Shui H., Zhou Y., Li H. et. al. Thermal dissolution of Shenfu coal in different solvents. *Fuel*, 2013, (108), pp. 385-390.
- Shui H., Yang L., Shui T. et al. Hydro-liquefaction of thermal dissolution soluble fraction of Shenfu subbituminous coal and reusability of catalyst on the hydro-liquefaction. *Fuel*, 2014, Vol. 115, (1), pp. 227-231.
- Rahman M. & Samanta A., Gupta R. Production and characterization of ash-free coal from low-rank Canadian coal by solvent extraction. *Fuel Proc. Tech.*, 2013, (115), pp. 88-98.

8. Russo G., Giajolo A., Stanzione F. et. al. Investigation on chemical and structural properties of coal- and petroleum derived pitches and implications on physico-chemical properties. *Fuel*, 2019, (245), pp. 479-486.

9. Guoli Zhang, Taotao Guan, Juncheng Wu et. al. Tailor-made C-CL bond towards rapid homogeneous stabilization of low-softening-point coal tar pitch. *Fuel*, 2020, (284), pp. 1-9.

10. Vetoshkina I.S., Solodov V.S., Subbotin S.P., Vasileva E.V., Cherkasova T.G. & Nevedrov A.V. Valuable products from coal tar. *Coke and Chemistry*, 2019, Vol. 62, (2), pp. 66-68.

11. Vetoshkina I.S., Solodov V.S., Subbotin S.P., Cherkasova T.G., Vasileva E.V. & Nevedrov A.V. Solution of coking coal in the anthracene fraction of coal tar at PAO Koks. *Coke and Chemistry*, 2019, Vol. 62, (6), pp. 245-248.

12. Utkin Yu.A., Yanko E.A., Soloveitchik E.Ya. & Strakhov V.M. On the assessment of the quality of coal pitch as a binder in the production of anodes. *Coke and Chemistry*, 2012, (9), pp. 22-24. (In Russ.).

13. Kravtsova L.A. & Dementieva L.A. Natural-scientific collections of coals, sedimentary rocks and paleontological objects of the Institute of Coal FRC CCC SB RAS: To the 300th anniversary of Kuzbass. – Russian Academy of Sciences, Sib. department, FRC of Coal and Coal Chemistry. Novosibirsk, SB RAS, 2021, 192 p. (In Russ.).

14. List of coal enterprises of Russia 2021. [Electronic resource]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/List_of_coal_enterprises_Russia_federation#Kemerovo_region (accessed 15.04.2023). (In Russ.).

15. State Standard of the Russian Federation R 53357-2013 (ISO 17246:2010) Solid mineral fuel. Technical analysis. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 9 p.

16. State Standard of the Russian Federation 1186-87. Stone coals. Method of determination of plastometric indicators. Moscow, Publishing House of Standards, 1987, 21 p.

17. State Standard of the Russian Federation 20330-91 (ISO 501-81). Coal. Method for determining the index of swelling in the crucible. Moscow, Publishing House of Standards, 1992, 11 p.

18. State Standard of the Russian Federation R 55659-2013 (ISO 7404-5:2009). Methods of petrographic analysis of coals. A method for determining the vitrinite reflection index using a microscope. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 16 p.

Acknowledgements

The research was financially supported by a grant from the Russian Ministry of Education and Science (Agreement No. 075-15-2022-1193).

For citation

Cherkasova T.G., Nevedrov A.V. & Papin A.V. Physical and chemical study of coals to be used as raw materials for the pitch production technology. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 63-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-63-67.

Paper info

Received March 9, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Тенденции к формированию социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-68-71>

СКУФЬИНА Т.П.

Доктор экон. наук, профессор,
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

ХАЦЕНКО Е.С.

Доктор экон. наук, доцент,
председатель комитета молодежной политики
Мурманской области,
183038, г. Мурманск, Россия,
e-mail: egor-mur@bk.ru

В работе рассматриваются вопросы предпосылок формирования социальных кластеров в системе региональной экономики. Отдельное внимание уделяется процессам кластеризации социальной сферы, динамике развития некоммерческого сектора экономики, тенденциям развития и внедрения новых мер поддержки социально-значимых инициатив на региональном уровне. Отдельным направлением в исследовании является оценка значимости формирования социальных региональных кластеров как новых инструментов реализации стратегии социально-экономического развития территорий с преобладающей долей компаний топливно-энергетического комплекса. Рассматривается вопрос приращения теоретической базы теории регионального кластерообразования в части принципов функционирования и развития.

Ключевые слова: социальные кластеры, топливно-энергетический кластер, система региональной поддержки, социально-значимые инициативы.

Для цитирования: Скуфьина Т.П., Хаценко Е.С. Тенденции к формированию социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны // Уголь. 2023. № 5. С. 68-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-68-71.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование в контуре региональной экономики новой структуры – социального кластера становится важной задачей развития и совершенствования региональной социальной инфраструктуры, которая состоит из неоднородных комплексов и социально-экономических систем территории, крупных отраслевых предприятий и региональных отраслевых кластеров. С учетом масштабов и количества реализуемых проектов в социальной сфере (образование, корпоративная культура, добровольчество, молодежные инициативы и т.д.) вопрос формирования единой структуры регионального социального кластера становится актуальным вопросом развития территории [1]. Теория и методология функционирования и развития региональных кластеров в последнее время расширили существующий научный обзор с результатами исследований многих отечественных ученых, однако в большинстве своем научный интерес представляют региональные кластеры с от-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-18-00025, <https://rscf.ru/project/19-18-00025/>.

раслевой специализацией региона, и практически не уделяется внимание процессам кластеризации в региональных социальных системах. Тем не менее региональная социальная система формирует сетевую инфраструктуру по направлениям, а активные процессы кластеризации секторов региональной экономики формируют базовые модели реализации данных инициатив [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом для исследования выступают социальные системы и комплексы Мурманской области как части Арктической экономической зоны, сформированные органами государственной власти, некоммерческими объединениями, в составе учредителей которых выступают предприятия топливно-энергетических, горнодобывающих отраслей. В целом процессы кластерообразования в Мурманской области идут по четырем основным направлениям: инвестиционно-промышленное, социальное, инновационное, туристско-рекреационное. Стоит отметить, что в процессе формирования отраслевых и территориальных кластеров определились пять макрогрупп, сформировавших региональный кластерный зонтик, где отдельными макрокластерами выделяются региональный центр (Мурманск) и Апатитский отраслевой кластер. Данная система кластерного макрообразования сформировала новую типологизацию региональных кластеров по сервисно-отраслевому признаку [3]. Соответственно, интересующими нас объектами являются сервисные кластеры с социальной специализацией.

Исследование объектов социальной инфраструктуры Мурманской области проводилось в период с 2020 по 2022 г. Структура анализа была категоризирована по охвату единиц наблюдения. В выборку были взяты данные деятельности 42 общественных и некоммерческих объединений, сгруппированных по принципу территориального расположения и объема реализации социально значимых проектов в сфере добровольчества и развития корпоративной культуры, образования, молодежной политики [4, 5]. Анализ проводился с использованием методов статистического анализа, в частности были осуществлены сводка и группировка материалов статистического наблюдения относительно формирования территориальных социальных кластеров. В результате проведенного анализа подтвердилась гипотеза идентичности социальных кластерных контуров Мурманской области с отраслевыми региональными кластерными структурами.

По признаку группировки статистического материала были рассмотрены количество и объемы субсидиарной поддержки социально ориентированным организациям и некоммерческим объединениями. На основе данных децентрализованной аналитической сводки выявились тренды роста объемов субсидиарной поддержки проектов по направлениям: развитие добровольчества, корпоративной культуры и молодежной политики в Мурманском и Апатитском кластерах [6, 7, 8, 9].

Рассматривая меры поддержки социально значимых инициатив и развитие процессов кластеризации в социальной сфере на региональном уровне, можно сделать вывод о выстроенной системе грантовой и субсидиарной

поддержки, осуществляемой по трем направлениям: средства федеральных инновационно-общественных фондов, гранты Правительства Мурманской области и гранты на развитие социальных проектов от крупнейших финансово-промышленных групп, осуществляющих деятельность на территории региона. Соответственно, общий объем годового финансирования социально значимых инициатив, проектов, реализуемых региональным социальным кластером варьируется от 620 до 870 млн руб. (гранты и субсидии на развитие молодежной политики, добровольчества, корпоративного и событийного волонтерства), что дает возможность Мурманской области занять второе место в рейтинге поддержки и развития общественно-социального сектора среди регионов Арктической зоны [10].

Отдельным направлением в исследовании является оценка значимости формирования социальных региональных кластеров как новых инструментов реализации стратегии социально-экономического развития территорий с преобладающей долей компаний топливно-энергетического комплекса. Анализ данных деятельности крупных отраслевых предприятий в части реализации социальной корпоративной культуры и поддержки социально значимых инициатив работников показывает рост количества реализованных проектов за период трех лет (2020-2022 гг.), а также рост уровня удовлетворенности сотрудников развитием внутрикорпоративной культуры и нематериальной мотивации с 4,3 балла в 2020 г. до 7,9 балла в 2022 г. (методика рейтингования осуществлялась по комплексу показателей с максимальным значением параметров в 10 баллов). Безусловно, развитие региональных социальных кластеров создает новые предпосылки к развитию не отраслевой социальной инфраструктуры, формированию системы поддержки и развития сотрудников крупных компаний. Для органов государственной власти формирование региональных социальных кластеров является новым механизмом реализации социально-экономической стратегии развития территории.

Теоретико-методологическая база функционирования региональных кластеров в последнее время получила заметное развитие в части формирования методик, принципов и типовых моделей региональных кластерных структур [11]. Однако в ходе исследования нами был получен вывод о необходимости приращения теоретической базы в части уточнения принципов создания, функционирования и развития региональных кластеров. С учетом того, что региональные социальные кластеры являются составной частью региональных сервисно-отраслевых структур, мы полагаем, что принципы развития кластерной политики будут идентичны для всех видов региональных кластеров, за исключением принципа социальной ориентированности, заключающегося в формировании условий для развития социальной инфраструктуры и поддержки социально значимых инициатив жителей территории и направленного на региональный социальный кластер. В совокупности все существующие принципы реализации региональной кластерной политики с учетом добавления принципа социальной ориентированности являются полными и охватывают все сферы регионального кластерообразования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие процессов кластеризации в социальной сфере являются актуальными задачами социально-экономического и пространственного развития территории Арктической зоны. Формирование программы поддержки некоммерческих и общественных организаций, осуществляющих деятельность в социально значимых отраслях экономики, является действенным инструментом развития социальной инфраструктуры.

Особое внимание при реализации долгосрочных программ развития территорий следует уделить вопросам формирования и развития региональных социальных кластеров как новых инструментов реновации существующей социальной инфраструктуры и создания благоприятных условий для реализации социально важных проектов, направленных на развитие субъекта.

Список литературы

1. 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.
2. Иваненко Л.В., Тимошук Н.А. Создание социального кластера как механизма инновационных преобразований социальной сферы в регионе // Вестник СамГУ. 2013. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-sotsialnogo-klastera-kak-mehanizm-innovatsionnyh-preobrazovaniy-sotsialnoy-sfery-v-regione> (дата обращения: 15.04.2023).
3. Хаценко Е.С. Теория и методология функционирования и развития кластеров в системе региональной экономики: автореф. дис. ... докт. экон. наук: 5.2.3; [Место защиты: БелГУ]. Белгород. 2022. 44 с.
4. Скуфьина Т.П., Баранов С.В., Самарина В.П. Анализ документов прогнозирования социально-экономического развития российской Арктики // Арктика и Север. 2022. № 48. С. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57.
5. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Добывающие регионы российской Арктики во время пандемии: экономико-статистические оценки // Уголь. 2022. № 11. С. 74-80. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-74-80.
6. 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.
7. Экономическое пространство российской Арктики и пенсионная реформа: оценки, риски, последствия: Монография. Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 2022. 242 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0.
8. 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. EDN: BSDMZO.
9. Management of Externalities in the Context of Sustainable Development of the Russian Arctic Zone / V.P. Samarina, T.P. Skufina, D.Y. Savon et al. // Sustainability. 2021. Vol. 13. 7749. EDN: NRWOTE.
10. Скуфьин П.К., Самарина В.П. Освоение угольных месторождений Арктической зоны России // Уголь. 2022. № 11. С. 69-74. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-69-74.
11. Karginova-Gubinova V., Volkov A., Tishkov S., Shcherbak A. The impact of economic interests on eco-consumption: the case of the Russian Arctic Zone of Karelia // Entrepreneurship and Sustainability. 2021. Is. 8(4). P. 68-84. DOI: 10.9770/jesi.2021.8.4(4).

Original Paper

UDC 334.7 © T.P. Skufina, E.S. Khatsenko, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 68-71
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-68-71>

Title

TRENDS TOWARDS THE FORMATION OF SOCIAL CLUSTERS IN THE SYSTEM OF THE REGIONAL ECONOMY OF THE ARCTIC ZONE

Authors

Skufina T.P.¹, Khatsenko E.S.²

¹ Luzin Institute of Economic Problems of the North Federal Research Center "Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Apatity, 184209, Russian Federation

² Youth department of Murmansk regional government, Murmansk, 183038, Russian Federation

Authors Information

Skufina T.P., Doctor of Economics Sciences, Professor, Chief Researcher, e-mail: skufina@gmail.com

Khatsenko E.S., PhD (Economics), Associated Professor, Chief, e-mail: egor-mur@bk.ru

Abstract

The paper considers the issues of prerequisites for the formation of social clusters in the system of regional economy. Special attention is paid to the processes of clustering of the social sphere, the dynamics of the development of the non-profit sector of the economy, trends in the development and implementation of new measures to support socially significant initiatives at the regional level. A separate direction in the study is to assess the importance of the formation of social regional clusters

as new tools for implementing the strategy of socio-economic development of territories with a predominant share of fuel and energy complex companies. The issue of increment of the theoretical basis of the theory of regional cluster formation in terms of the principles of functioning and development is considered.

Keywords

Social clusters, Fuel and energy cluster, Regional support system, Socially significant initiatives.

References

1. Samarina V.P., Skufina T.P. & Samarina 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.

SOCIAL & ECONOMIC ACTIVITY

2. Ivanenko L.V. & Tymoshchuk N.A. Creation of a social cluster as a mechanism of innovative transformations of the social sphere in the region. *Bulletin of the Samara State University*, 2013, (10). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-sotsialnogo-klastera-kak-mehanizm-innovatsionnyh-preobrazovaniy-sotsialnoy-sfery-v-regione> (accessed 15.04.2023). (In Russ.).

3. Khatsenko E.S. Theory and methodology of functioning and development of clusters in the system of regional economy: Abstract. dis. ... doct. economy. Sciences: 5.2.3; [Place of protection: BelSU]. Belgorod, 2022, 44 p. (In Russ.).

4. Skufina T.P., Baranov S.V. & Samarina V.P. Analysis of documents for forecasting socio-economic development of the Russian Arctic. *Arctic and North*, 2022, (48), pp. 57-74. (In Russ.). DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57

5. Skufina T.P. & Baranov S.V. The extractive regions of the Russian Arctic during the pandemic: economic and statistical assessments. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 74-80. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-74-80.

6. Socio-economic dynamics and prospects for the development of the Russian Arctic, taking into account geopolitical, macroeconomic, environmental and mineral resource factors: Monograph. Apatity, Publishing House of the KNC RAS, 2021, 209 p. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.458.7.

7. The economic space of the Russian Arctic and pension reform: assessments, risks, consequences: Monograph. Apatity, Publishing House of the KNC RAS, 2022, 242 p. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0.

8. Larchenko L.V., Gladkiy Yu.N. & Sukhorukov V.D. Resources for sustainable development of Russian Arctic territories of raw materials orientation. 4th International Scientific Conference "The Arctic: history and modernity", 2019, (302), 012121. EDN: BSDMZO.

9. Samarina V.P., Skufina T.P., Savon D.Yu. et al. Management of external factors in the context of sustainable development of the Arctic zone of Russia. *Sustainable development*, 2021, (13), 7749. EDN: NRWOTE.

10. Skufina T.P. & Samarina V.P. Concerning development of coal deposits in Russia's Arctic zone. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 69-74. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-69-74.

11. Karginova-Gubinova V., Volkov A., Tishkov S. & Shcherba A. The influence of economic interests on environmental consumption: on the example of the Russian Arctic zone of Karelia. *Entrepreneurship and Sustainability*, 2021, 8(4): 68-84. DOI:10.9770/jesi.2021.8.4(4).

Acknowledgements

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 19-18-00025.

For citation

Skufina T.P. & Khatsenko E.S. Trends towards the formation of social clusters in the system of the regional economy of the Arctic zone. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 68-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-68-71.

Paper info

Received April 6, 2023

Reviewed April 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Волонтеры СУЭК поддерживают федеральную программу «Формирование комфортной городской среды»

Сотрудники предприятий СУЭК в шахтерской столице Красноярского края, городе Бородино, станут волонтерами федеральной программы «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда».

Вместе с добровольцами от бюджетных учреждений они помогут землякам поучаствовать в рейтинговом голосовании по выбору территории для благоустройства в 2024 г. Волонтеры уже прошли инструктаж, и готовы приступить к работе в самое ближайшее время. На голосование будут представлены два проекта: сквер за домом № 47 по улице Ленина и пешеходный бульвар вдоль улицы Октябрьская. Оба эти проекта могут стать достойным продолжением обустройства делового и исторического центра Бородино. В 2022 г. улица Ленина кардинально преобразилась благодаря гранту Всероссийского конкурса лучших проектов комфортной городской среды в малых городах



и исторических поселений и поддержке СУЭК. По инициативе и на средства угольщиков вдоль улицы Ленина также были разбиты Аллея Памяти с мемориалом воинам-бородинцам, погибшим в годы Великой Отечественной войны, Сквер «Миллиардная тонна», посвященный

достижению Бородинским разрезом знакового рубежа – добычи миллиардной тонны угля с момента ввода предприятия в промышленную эксплуатацию. Чтобы город вошел в программу «Формирование комфортной городской среды» в 2024 г., необходимо собрать 3 203 голоса. Онлайн-голосование продлится до конца мая.

Волонтеры СУЭК не первый год участвуют в федеральной программе «Формирование комфортной городской среды». В 2021 г. бородинские добровольцы-угольщики были отмечены благодарственными письмами Минстроя России за поддержку рейтингового голосования.

Пресс-служба АО «СУЭК»



Математическое моделирование массопереноса в коллоидных системах

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-72-76>

ФИЛИН А.Э.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: aleks_filin@bk.ru

ТЕРТЫЧНАЯ С.В.

Канд. техн. наук,
старший преподаватель кафедры
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: tertychnaia.sv@misis.ru

КУРНОСОВ И.Ю.

Ассистент кафедры
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: kurnosovilya@yandex.ru

КОЛЕСНИКОВА Л.А.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры НИТУ МИСИС,
ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г.В. Плеханова»,
117997, г. Москва, Россия,
e-mail: luzu@yandex.ru

Совершенствование параметров пылеосаждения в угольных шахтах, влияющих на обеспечение аэрологической безопасности, является актуальной задачей. В настоящей статье описана математическая модель процесса осаждения угольной пыли рабочей зоны горных выработок горнодобывающего производства. Математическое моделирование процесса переноса пыли согласовывалось с экспериментом по осаждению пылинок угольной пыли дисперсностью до 40 мкм в воздухе лабораторного стенда объемом 1 м³. Благодаря построенной модели перемещения частицы пыли можно исследовать поведение частиц различной природы при введении определенных параметров, таких как плотность частицы, диаметр, ее молярная масса и дисперсность.

Ключевые слова: пыль, математическое моделирование, массоперенос, импульс молекулы газа, движение молекул пыли, время и скорость осаждения пыли.

Для цитирования: Математическое моделирование массопереноса в коллоидных системах / А.Э. Филин, С.В. Тертычная, И.Ю. Курносов и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 72-76. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-72-76.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение и совершенствование параметров пылеосаждения рабочей зоны в горных выработках являются актуальнейшей задачей для безопасного функционирования горнодобывающего производства [1, 2]. В настоящее время существует достаточно большое количество методов пылеосаждения, однако не всегда эти методы обеспечивают требуемый результат [3]. Одним из перспективных методов пылеосаждения может быть применение пульсирующей вентиляции в паре с жидкостным орошением [4].

Поскольку описанный выше метод на сегодняшний день не получил научного подтверждения своей эффективности, необходимо провести ряд экспериментов. Для достижения желаемого результата требуется путем математического моделирования найти подходящие параметры среды, необходимые для выполнения поставленной задачи пылеосаждения [5, 6].

Предложенное описание по осаждению пыли посредством орошения предваряет исследования вентиляции с применением пульсирующей вентиляции и предполагает достаточно емкий набор экспериментов, в связи с чем было принято решение в дальнейшем разделить его на части. В первой части эксперимента бу-

дет проведен эксперимент по осаждению пыли [7]. Исходя из проведенных экспериментов по осаждению пыли угольных шахт, определены ключевые параметры поведения пыли в воздухе рабочей зоны [8]. К таким параметрам относятся время осаждения, масса частички пыли в навеске, используемой при проведении эксперимента, вероятность нахождения требуемой массы в 1 г исследуемой пробы, температура и влажность исследуемой среды [9, 10, 11].

Для подтверждения достоверности результатов эксперимента по осаждению пыли требовалось математически описать поведение пылинки в 1 м³ воздуха согласно полученным экспериментальным данным. Для этого была разработана математическая модель, учитывающая описанные выше ключевые параметры. Построенная математическая модель основана на описании процессов поведения молекулы газа при соударении о стенку пылинки, падении пылинки, обтекаемой молекулами воздуха, и импульсе, передаваемом стенке молекулой газа.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПАДЕНИЯ ПЫЛИНКИ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

Значения времени осаждения пыли, полученные эмпирическим путем в установке по осаждению пыли, были сведены в табл. 1. На основе этих экспериментальных значений времени будет формироваться математическая модель осаждения пылинки в воздухе лабораторного стенда [12, 13].

Пусть молекула газа массой m_m падает на стенку площадью S со скоростью $\vec{\vartheta}$ [14]. Удар молекулы о стенку сосуда будем считать абсолютно упругим. При этом изменяется только компонента скорости ϑ_x , нормальная к стенке, а компоненты скорости ϑ_y и ϑ_z остаются неизменными, так как они параллельны стенке (см. рисунок).

Импульс, передаваемый стенке молекулой, равен изменению импульса молекулы, его можно записать следующей формулой [15]:

$$\Delta p = m_m(\vartheta_x + 2u) - (-m_m \vartheta_x) = 2m_m(\vartheta_x + u).$$

Для движения стенки в обратном направлении:

$$\Delta p = m_m(\vartheta_x - 2u) - (-m_m \vartheta_x) = 2m_m(\vartheta_x - u).$$

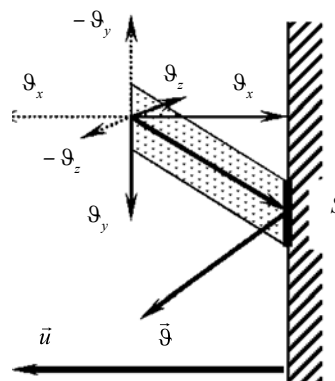


Схема взаимодействия молекулы воздуха, со стенкой сосуда: m_m – масса молекулы газа, g ; S – площадь стенки, м²; $\vec{\vartheta}$ – скорость падения молекулы газа на стенку, м/с; $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ – компоненты скорости падения, м/с; u – скорость частицы, м/с

Schematic representation of an air molecule interaction with the vessel wall: m_m – mass of the gas molecule, g ; S – the vessel wall area, м²; $\vec{\vartheta}$ – the gas molecule fall velocity on the wall, м/с; $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ – components of fall velocity, м/с; u – particle velocity, м/с

Импульс, передаваемый стенке всеми молекулами, движущимися в данном направлении со скоростью $\vec{\vartheta}$, будет равен произведению изменения импульса одной молекулы на число всех молекул.

За время Δt о площадку S могут удариться только те молекулы, которые движутся со скоростью $\vec{\vartheta}$ внутри цилиндра с площадью основания S и высотой, равной $\vartheta_x \Delta t$:

$$N_g = n_g S \vartheta_x \Delta t,$$

где n_g – число молекул в единице объема, обладающих скоростью $\vec{\vartheta}$.

В связи с тем, что молекулы в сосуде имеют любые по величине и направлению скорости, отсортируем их все по величине составляющей скорости ϑ_x . Предположим, что в единице объема газа содержится n_x молекул с составляющей скорости ϑ_{x1} , n_2 – с составляющей скорости и т. д. В силу равной вероятности всех направлений движения молекул можно считать, что если n_1 молекул в единице объема обладают составляющей скорости ϑ_{x1} , то точ-

Таблица 1

Значения времени осаждения при проведении 10 экспериментов по осаждению угольной пыли в лабораторном стенде

Deposition time values obtained in 10 tests of coal dust deposition using a laboratory bench

№	Масса навески, г	Время (с) осаждения до 0,1 (ПДК) мг/м ³ , с
1	5,08	300
2	5,04	156
3	5,02	873
4	5,02	1638
5	5,02	679
6	5,03	1660
7	5,02	597
8	5,04	215
9	5,03	463
10	5,03	1695

но такое же количество молекул n_1 должно обладать составляющей скорости $(-v_{x1})$, $n_2 - (-v_{x2})$ т. д.

Очевидно, полное число молекул в единице объема, обладающих составляющими скорости v_{x1}, v_{x2}, \dots , равно:

$$n = 2(n_1 + n_2 + \dots).$$

Молекулы с составляющей скорости v_{x1} передают стенке S за время Δt импульс, равный:

$$\begin{aligned} \Delta p &= 2m_m(v_{x1} + 2u)n_1S(v_{x1} + u)\Delta t = \\ &= 2m_m n_1(v_{x1} + u)^2 S \Delta t. \end{aligned}$$

Молекулы с составляющей скорости v_{x2} передают стенке S за время Δt импульс, равный:

$$\Delta p_2 = 2m_m n_2(v_{x2} + u)^2 S \Delta t.$$

Импульс, передаваемый стенке всеми молекулами за время Δt , будет равен:

$$\begin{aligned} \Delta p &= \Delta p_1 + \Delta p_2 + \dots = 2m_m[(n_1 v_{x1}^2 + n_2 v_{x2}^2 + \dots) + \\ &+ 2u(n_1 v_{x1} + n_2 v_{x2} + \dots) + (n_1 + n_2 + \dots)u^2] S \Delta t. \end{aligned} \quad (1)$$

Считая, что среднее значение квадрата составляющей скорости v_x равно:

$$\langle v_x^2 \rangle = \frac{2n_1 v_{x1}^2 + 2n_2 v_{x2}^2 + \dots}{n},$$

среднее значение составляющей скорости v_x равно:

$$\langle v_x \rangle = \frac{2n_1 v_{x1} + 2n_2 v_{x2} + \dots}{n},$$

можно записать:

$$n \langle v_x^2 \rangle = 2(n_1 v_{x1}^2 + n_2 v_{x2}^2 + \dots); n \langle v_x \rangle = 2(n_1 v_{x1} + n_2 v_{x2} + \dots).$$

Тогда полный импульс, передаваемый стенке S всеми молекулами за время Δt , будет равен:

$$\Delta p = nm_m (\langle v_x^2 \rangle + 2u \langle v_x \rangle + u^2) S \Delta t. \quad (2)$$

Этот импульс равен импульсу силы \vec{F} , действующей на стенку со стороны всех молекул:

$$\Delta p = F \Delta t.$$

Тогда давление газа на стенки сосуда будет равно:

$$p = \frac{F}{S} = nm_m (\langle v_x^2 \rangle + 2u \langle v_x \rangle + u^2).$$

Давление, создаваемое молекулами воздуха впереди частицы можно записать:

$$p = nm_m (\langle v_x^2 \rangle + 2u \langle v_x \rangle + u^2),$$

позади частицы:

$$p = nm_m (\langle v_x^2 \rangle - 2u \langle v_x \rangle + u^2).$$

Разность давлений воздуха впереди и позади пылинки (u – скорость пылинки):

$$\Delta p = 4nm_m \langle v_x \rangle u. \quad (3)$$

В силу равновероятности всех направлений движения молекул средние значения квадратов составляющих ско-

ростей по трем взаимно перпендикулярным направлениям должны быть одинаковыми:

$$\langle v_x^2 \rangle = \langle v_y^2 \rangle = \langle v_z^2 \rangle.$$

Для любой молекулы среднее значение квадрата скорости равно сумме средних значений квадратов ее составляющих:

$$\langle v^2 \rangle = \langle v_x^2 \rangle = \langle v_y^2 \rangle = \langle v_z^2 \rangle,$$

или

$$\frac{1}{3} \langle v^2 \rangle = \langle v_x^2 \rangle$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= 4 \frac{p_a}{kT} * \frac{M}{N_a} \langle v_x \rangle u = \\ &= \frac{4p_a M}{RT} * \frac{1}{3} \sqrt{\frac{3RT}{M}} * u = 4p_a \sqrt{\frac{M}{3RT}} * u. \end{aligned}$$

Следовательно, сила сопротивления будет определяться по следующей формуле:

$$F_c = \frac{\pi D^2}{4} * 4p_a \sqrt{\frac{M}{3RT}} * u, \quad (4)$$

где D – диаметр пылинки,

$$a = \frac{du}{dr} = g - \frac{6\pi D^2}{\pi D^3 \rho_{\text{угля}}} 4p_a \sqrt{\frac{M}{3RT}} * u,$$

$$\frac{du}{dr} = g - \frac{2p_a}{D \rho_{\text{угля}}} * \sqrt{\frac{3M}{RT}} * u,$$

или

$$\frac{du}{dr} + b(D)u = g,$$

параметр

$$b(D) = \frac{2p_a}{D \rho_{\text{угля}}} * \sqrt{\frac{3M}{RT}} \approx \frac{1}{D} \text{ (с}^{-1}\text{)}. \quad (5)$$

Установившаяся скорость осаждения ($\frac{du}{dt} = 0$):

$$u^* = \frac{g}{b(D)} \approx 10D \text{ (м/с)} \quad (6)$$

и время падения

$$t^* = \frac{h}{u} \approx (10D)^{-1} \text{ (с)}. \quad (7)$$

При имеющихся порядках величин ($D \sim 10 \text{ мкм} = 10^{-5} \text{ м}$) получаем $t^* \approx 10^4 \text{ (с)}$.

При заданных параметрах: $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$; $\rho_{\text{угля}} = 1300 \text{ кг/м}^3$; $M = 85,91 * 10^{-3} \text{ кг/м}^3$; $T = 296 \text{ К}$ получаем значения времени осаждения, приведенные в табл. 2.

Как следует из табл. 2, теоретическая модель хорошо согласуется с экспериментом (см. табл. 1) при размерах частиц пыли порядка 40 мкм.

Выводы

Благодаря проведенному математическому моделированию удалось вычислить разность давлений воздуха

**Значения времени осаждения пыли в зависимости
от радиуса частиц дисперсностью до 40 мкм**

Dust deposition time value as a function of radii for particles below 40 μm in size

Радиус частиц, мкм	Время осаждения, с $t_{\text{теор}}$
2,44	$31,5 \times 10^3$
6,36	$12,09 \times 10^3$
12,92	$59,54 \times 10^2$
18,86	$40,8 \times 10^2$
25,74	$29,9 \times 10^2$
32,98	$23,3 \times 10^2$
37,54	$20,5 \times 10^2$
46,58	$16,5 \times 10^2$

как впереди, так и позади пылинки, установившуюся скорость осаждения пылинки определенной массы и время осаждения пылинки дисперсностью до 40 мкм. Определена согласованность эксперимента с описанной в настоящей статье моделью. Значение времени осаждения пылинки, полученное эмпирическим путем, совпадает со временем осаждения, вычисленное при использовании построенной математической модели.

Таким образом, согласно описанной выше модели можно математически описать поведение пылинки в единице объема воздуха, зная плотность этой частицы, молярную массу и ее диаметр. Данная модель может применяться не только для изучения поведения частичек угольной пыли горных выработок, но и для других производств, к примеру пыли агломерационного производства металлургического комбината.

Список литературы

- Баловцев С.В., Скопинцева О.В. Критерии опасности и уязвимости в структуре рангов аэрологических рисков угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 10. С. 153-165. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-10-0-153.
- Обоснование рациональных параметров обеспыливающей обработки угольного массива в шахтах / О.В. Скопинцева, А.С. Вертинский, С.В. Иляхин и др. // Горный журнал. 2014. № 5. С. 17-20.
- Оценка прогнозной запыленности в забоях угольных шахт с учетом особенностей смачиваемости угольной пыли / А.В. Корнев, Н.В. Ледяев, Е.И. Кабанов и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6-2. С. 115-134. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-115.
- Развитие пульсирующей вентиляции в горном производстве / А.Э. Филин, Т.И. Овчинникова, О.М. Зиновьева и др. // Горный журнал. 2020. № 3. С. 67-71. DOI: 10.17580/gzh.2020.03.13.
- Методы оценки смачиваемости углей растворами для пылеподавления / Е.П. Вишневецкая, А.А. Николаев, Н.Н. Добрякова и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 5. С. 17-25. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-5-0-17-25.
- Experimental investigation on the microwettability of coal dust: considering the comprehensive effects of physical chemistry characteristics / G. Zhou, G. Luan, S. Li et al. // Arabian Journal of Geosciences. 2022. Vol. 15. Article 1102. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10352-7>.
- Experimental study on atomization characteristics and dust-reduction performance of four common types of pressure nozzles in underground coal mines / H. Han, P. Wang, R. Liu et al. // International Journal of Coal Science & Technology. 2020. Vol. 7. P. 581-596. <https://doi.org/10.1007/s40789-020-00329-w>.
- К вопросу моделирования процесса осаждения пыли для условий угольной шахты / А.Э. Филин, И.Ю. Курносков, Л.А. Колесникова и др. // Уголь. 2022. № 9. С. 67-72. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-67-72.
- Effects of Metamorphic Degree of Coal on Coal Dust Wettability and Dust-Suppression Efficiency via Spraying / Pengfei Wang, Han Han, Ronghua Liu et al. // Advances in Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 2020. Article 4854391. <https://doi.org/10.1155/2020/4854391>.
- Experimental characterization of multi-nozzle atomization interference for dust reduction between hydraulic supports at a fully mechanized coal mining face / J. Wang, G. Zhou, X. Wei et al. // Environmental Science and Pollution Research. 2019. Vol. 26. No. 10. P. 10023-10036.
- Experimental Study on the Wettability of Coal with Different Metamorphism Treated by Surfactants for Coal Dust Control / Xiaoxue Liao, Bo Wang, Liang Wang et al. // ACS Omega. 2021. Vol. 6. No 34. P. 21925-21938. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c02205>.
- Calibration of the cloud and aerosol spectrometer for coal dust composition and morphology / T.L. Barone, E. Hesse, S.E. Seaman et al. // Advanced Powder Technology. 2019. Vol. 30. Is. 9. P. 1805-1814. DOI:10.1016/j.apt.2019.05.023.
- Лабораторная установка для улавливания и концентрирования взвешенной угольной пыли / В.А. Красилова, Е.Л. Коссович, Д.И. Гаврилова и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6. С. 121-130. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-121.
- Влияние горения угольной пыли на интенсивность ударной волны от аварийного взрыва метана в шахте / А.Ю. Крайнов, О.Ю. Лукашов, К.М. Моисеева, и др. // Уголь. 2022. № 9. С. 73-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-73-78.
- Черданцев С.В., Филатов Ю.М., Шлапаков П.А. Режимы диффузионного горения мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в атмосфере горных выработок // Уголь. 2020. № 2. С. 27-32. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-27-32.

Original Paper

UDC 622.411.5 © A.E. Filin, S.V. Tertychnaya, I.Yu. Kurnosov, L.A. Kolesnikova, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 72-76
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-72-76>

Title MATHEMATICAL MODELING OF MASS TRANSFER IN COLLOIDAL SYSTEMS

Authors

Filin A.E.¹, Tertychnaya S.V.¹, Kurnosov I.Yu.¹, Kolesnikova L.A.^{1,2}

¹ Federal National Independent Educational Institution of Higher Education "National University of Science and Technology MISIS" (NUST MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, 117997, Russian Federation

Authors Information

Filin A.E., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: aleks_filin@bk.ru;

Tertychnaya S.V., PhD (Engineerin), Senior lecturer,

e-mail: tertychnaia.sv@misis.ru;

Kurnosov I.Yu., Department assistant, e-mail: kurnosovilya@yandex.ru;

Kolesnikova L.A., PhD (Economic), Associate professor,

e-mail: luzu@yandex.ru

Abstract

Improving the parameters of dust settling in coal mines, which affect the provision of aerological safety, is an urgent task. This article describes a mathematical model of the deposition of coal dust in the working area of mine workings. Mathematical modeling is based on part of the experiment on dust deposition by pulsed ventilation, together with spraying of liquid aerosol of dusty air, namely the experiment on deposition of coal dust particles with dispersion up to 40 microns in the air of the laboratory bench of volume 1 m³. The mathematical model described in this paper is the underlying model. Other parts of mathematical description related to the deposition of dust by irrigation and using the pulse ventilation will be based on this model. Also, due to the built model of dust particle behavior it is possible to investigate the behavior of particles of different nature by introduction of certain parameters such as particle density, its molar mass and dispersity.

Keywords

Dust, Mathematical modeling, Mass transfer, Momentum of a gas molecule, Motion of dust molecules, Time and speed of dust deposition.

References

- Balovtsev S.V. & Skopintseva O.V. Hazard and vulnerability criteria in the rank structure of aerological risks in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2022; (10): 153-165. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-10-0-153.
- Skopintseva O.V., Vertinskiy A.S., Ilyakhin S.V., Savelev D.I. & Prokopovich A.Yu. Substantiation of efficient parameters of dust-controlling processing of coal massif in mines. *Gornyi Zhurnal*, 2014, (5), pp. 17-20. (In Russ.).
- Kornev A.V., Ledyayev N.V., Kabanov E.I. & Korneva M.V. Estimation of predictive dust content in the faces of coal mines taking into account the peculiarities of the wettability of coal dust. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2022; (6-2): 115-134. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-62-0-115.
- Filin A.E., Ovchinnikova T.I., Zinovieva O.M. & Merkulova A.M. Advance of pulsating ventilation in mining. *Gornyi Zhurnal*, 2020, (3), pp. 67-71. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2020.03.13.
- Vishnevskaya E.P., Nikolayev A.A., Dobryakova N.N. & Bannikov A.A. Methods for assessing the wettability of coal with dust suppression solutions. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2020; (5): 17-25. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2020-5-0-17-25.
- Zhou G., Luan G., Li S., Liu Zh., Zhang Qi & Miao Ya. Experimental investigation on the microwettability of coal dust: considering the comprehensive effects of physical chemistry characteristics. *Arabian Journal of Geosciences*, 2022, (15), article 1102. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10352-7>.
- Han H., Wang P., Liu R. & Tian Ch. Experimental study on atomization characteristics and dust-reduction performance of four common types of pressure nozzles in underground coal mines. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2020, (7), pp. 581-596. <https://doi.org/10.1007/s40789-020-00329-w>.
- Filin A.E., Kurnosov I.Yu., Kolesnikova L.A., Ovchinnikova T.I. & Kolesnikov A.S. Description of the methodology for conducting an experiment on dust deposition of mining and metallurgical production. *Ugol'*, 2022, (9), pp. 67-72. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-67-72.
- Pengfei Wang, Han Han, Ronghua Liu, Yongjun Li & Xuanhao Tan. Effects of Metamorphic Degree of Coal on Coal Dust Wettability and Dust-Suppression Efficiency via Spraying. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, (2020), article 4854391. <https://doi.org/10.1155/2020/4854391>.
- Wang J., Zhou G., Wei X. & Wang S. Experimental characterization of multi-nozzle atomization interference for dust reduction between hydraulic supports at a fully mechanized coal mining face. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, Vol. 26, (10), pp. 10023-10036.
- Xiaoxue Liao, Bo Wang, Liang Wang, Jintuo Zhu, Peng Chu, Zibin Zhu & Siwen Zheng. Experimental Study on the Wettability of Coal with Different Metamorphism Treated by Surfactants for Coal Dust Control. *ACS Omega*, 2021, 6 (34), 21925-21938. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c02205>.
- Barone T.L., Hesse E., Seaman S.E., Baran A.J., Beck T.W., Harris M.L., Jaques P.A., Lee T. & Mischler S.E. Calibration of the cloud and aerosol spectrometer for coal dust composition and morphology. *Advanced Powder Technology*, 2019, Vol. 30, (9), pp. 1805-1814. DOI:10.1016/j.apt.2019.05.023.
- Krasilova V.A., Kossovich E.L., Gavrilova D.I. & Kozyrev M.M. Laboratory installation for collection and concentration of airborne coal dust. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2022; (6): 121-130. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-121.
- Kraynov A.Yu., Lukashov O.Yu., Moiseeva K.M. & Kolegov G.A. Effect of coal dust combustion on shockwave intensity of a methane explosion in an underground mine. *Ugol'*, 2022, (9), pp. 73-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-73-78.
- Cherdantsev S.V., Filatov Yu.M. & Shlapakov P.A. Modes of diffusion combustion of fine dust-gas-air mixtures in the atmosphere of mine workings. *Ugol'*, 2020, (2), pp. 27-32. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-27-32.

For citation

Filin A.E., Tertychnaya S.V., Kurnosov I.Yu. & Kolesnikova L.A. Mathematical modeling of mass transfer in colloidal systems. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 72-76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-72-76.

Paper info

Received March 3, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Научно-методический подход к экологической оценке горнодобывающих и энергетических проектов Арктики

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-77-83>

В статье рассмотрены основные подходы к экологической оценке проектов. Выделены важность проблемы изменения климата и оценка вызванных этим последствий. Проведен анализ эколого-экономической ситуации в регионах, отнесенных действующими нормативно-правовыми актами к Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗРФ). Обоснована необходимость определения уровня отходоёмкости при разработке месторождений и создании энергетических мощностей с классификацией отходов как ресурсов по направлениям использования и способам нейтрализации. Определены принципы, которыми следует руководствоваться при разработке методики экологической оценки энергетических и горнопромышленных проектов, реализуемых в АЗРФ. Предложено использование интегрального индекса для оценки экологической безопасности арктических проектов и «экологичности» деятельности компаний. Введено предположение о целесообразности учета интегрального экологического индекса при оценке экологической ориентированности компании. Доказана эффективность применения ряда показателей для интегральной эколого-экономической оценки проектов с учетом весомости групп.

Ключевые слова: экологическая безопасность, интегральная оценка, климат, углеродный след, энергетика, экономика, производство, проекты, Арктика.

Для цитирования: Петров И.В., Меркулина И.А., Харитоновна Т.В. Научно-методический подход к экологической оценке горнодобывающих и энергетических проектов Арктики // Уголь. 2023. № 5. С. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-77-83.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире сложилось несколько подходов к экологической оценке проектов. Наиболее распространенным в международной практике является подход, базирующийся на соответствии показателей проекта целям устойчивого развития ООН с приоритетом решения проблемы изменения климата и вызванных им последствий [1, 2].

ПЕТРОВ И.В.

Горный инженер-экономист,
доктор экон. наук, профессор,
профессор Департамента отраслевых рынков
Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
125993, Москва, Россия,
e-mail: ivvpetrov@fa.ru

МЕРКУЛИНА И.А.

Доктор экон. наук, профессор,
профессор Департамента логистики и маркетинга
Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
125993, Москва, Россия,
e-mail: iamerkulina@fa.ru

ХАРИТОНОВА Т.В.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент Департамента отраслевых рынков
Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
125993, Москва, Россия,
e-mail: tvharitonova@fa.ru

Использование такого подхода для отраслей и секторов, связанных с добычей углеводородов и производством продукции на их основе, означает необходимость ориентации на ряд ключевых индикаторов, установленных международными соглашениями¹ и нормативно-правовыми документами национального уровня. В числе таких индикаторов можно назвать:

- сокращение к 2050 г. на 65-70% выбросов парниковых газов по сравнению с 1990 г. с целью сдерживания глобального потепления;
- укрепление международного сотрудничества, в том числе и на уровне хозяйствующих субъектов, в части концентрации совместных усилий по достижению целей устойчивого развития.

В российских компаниях для экологической оценки проектов чаще всего используют показатели, характеризующие степень негативного воздействия на окружающую среду. В рамках данного подхода для подавляющего большинства проектов топливно-энергетического комплекса важнейшим оценочным индикатором становится объем негативного воздействия на окружающую среду с приоритетом оценки выбросов парниковых газов.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

На сегодняшний день протокол по парниковым газам (GHG Protocol) является одним из наиболее широко используемых стандартов отчетности о выбросах – он требует от компаний разбивать свои выбросы на три категории в зависимости от места возникновения:

- к I категории относятся выбросы, возникающие в результате деятельности компании, а также при эксплуатации собственных источников электроэнергии и/или транспортных средств;
- II категория – это выбросы, возникающие у партнеров – поставщиков электроэнергии и иных ресурсов;
- III категорию составляют выбросы из внешних источников, косвенно связанных с деятельностью компании.

Для получения более целостного представления о воздействии на окружающую среду необходимо проводить экологическую оценку проектов не только на стадиях разработки или начала реализации, а на протяжении всего жизненного цикла, включающего геологоразведку, добычу, транспортировку, закрытие и консервацию объектов с рекультивацией нарушенных земель и утилизацией отходов.

К сожалению, в настоящее время отечественная законодательная база недостаточно мотивирует компании топливно-энергетического комплекса на снижение выбросов и переработку отходов, в том числе с учетом особенности деятельности в Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗРФ) [3, 4]. Поэтому к вопросу экологической оценки топливно-энергетических проектов следует подходить с особенной ответственностью, так как, нанося вред окружающей среде и теряя при этом потенциальную прибыль, компании, реализующие данные проекты, дискредитируют деятельность в АЗРФ. Клима-

тические проблемы могут также с высокой степенью эффективности подниматься при моделировании программ корпоративной социальной ответственности компаний различной отраслевой направленности и региональной принадлежности [5].

Как правило, наибольший вред окружающей среде наносится в результате генерации энергии путем сжигания угля, мазута и дизельного топлива. Высокий уровень износа оборудования предприятий энергетики отрицательно сказывается на экологии чувствительных арктических территорий. Именно поэтому чрезвычайно важной задачей для развития территорий АЗРФ является внедрение в производственные системы инновационных технологий, позволяющих не только защищать от аварий и выбросов, но и предупреждать о возможных чрезвычайных ситуациях.

В ходе проектирования горнопромышленных и энергетических объектов необходим учет факторов отходоёмкости с обоснованием возможности перевода отходов во вторичное сырье с учетом в проектах направлений их местного использования в смежных производствах и способов утилизации. Необходима разработка арктических стандартов проектирования и размещения объектов сжигания отходов с выработкой тепла и электроэнергии с учетом воздействия на окружающую среду и мировой практики реализации таких проектов [6, 7, 8]. Синергетический эффект в решении данного вопроса может быть достигнут в случае объединения усилий добывающих и перерабатывающих компаний при непосредственном участии государства.

Экологическую оценку проектов следует осуществлять с учетом проблем, связанных с развитием промышленной деятельности на Арктических территориях, и направлений их решения (см. рисунок).

В основу предлагаемого подхода к оценке проектов, реализуемых в АЗРФ, положены следующие методические принципы:

- соответствие целям устойчивого развития;
- расчет «углеродного следа» по всей цепочке создания добавленной стоимости [9];
- степень замкнутости производства;
- учет экологических факторов на протяжении всего жизненного цикла проекта [10];
- открытость экологической информации.

При разработке методики экологической оценки энергетических и горнопромышленных проектов, реализуемых в АЗРФ, следует руководствоваться следующими принципами.

Во-первых, при экологической оценке проектов, помимо степени негативного воздействия на окружающую среду и объема образующихся отходов, следует учитывать их влияние на экологическую безопасность и экологическую приемлемость данной деятельности с учетом региональных и отраслевых особенностей. Этот принцип является основой выработки системы запретов завоза в АЗРФ экологически опасных материалов и упаковок.

Во-вторых, с учетом современных геополитических и экологических тенденций при обосновании решений по

¹ Парижское соглашение и Рамочная конвенция ООН об изменении климата.



Источник: составлено авторами.

Взаимосвязь проблем и решений при экологической оценке проектов, реализуемых в АЗРФ

Interrelationship of challenges and solutions in environmental assessment of projects implemented in the Arctic Zone of the Russian Federation

минимизации урона окружающей среде необходимо ориентироваться на технологии, обеспечивающие возможность сохранения богатой ресурсами экосистемы Арктики. Для этого необходимо учитывать мировой опыт устойчивого развития и объединять усилия различных стран. А также на законодательном уровне необходимо выработать нормативные и правовые акты, которые будут регламентировать технологический процесс на всех стадиях жизненного цикла проекта, реализуемого в АЗРФ.

В-третьих, при экологической оценке проектов необходимо использование интегрального подхода к оценке влияния многосторонних факторов на экологическую безопасность проектов.

В настоящее время имеется опыт оценки экологической безопасности реализуемых арктических проектов и «экологичности» деятельности компаний в АЗРФ с использо-

ванием интегрального индекса, сформированного исходя из ряда определяемых показателей, подробно описанных в научной литературе [11, 12]. Вместе с тем, по мнению авторов, приведенные выше показатели позволяют дать преимущественно количественную оценку экологической ситуации уже в результате реализации проекта, но не позволяют оценить в полной мере уровень экологической безопасности объекта на стадии проектирования. В предлагаемом подходе целесообразно осуществлять интегральную оценку как самого проекта, так и компании – оператора проекта по группам показателей с учетом их весомости [13].

В табл. 1 приведены показатели сегмента методики интегральной эколого-экономической оценки проектов с учетом весомости групп. Проведенные расчеты позволяют рейтинговать проекты на пять групп, исходя из балль-

Показатели для интегральной эколого-экономической оценки проектов с учетом весомости групп

Indicators for integrated environmental and economic assessment of projects with account of group weighting

Группа показателей, показатель	Балльная оценка негативного влияния			Вес группы показателей
	1	2	3	
Эколого-экономическая оценка территории реализации проекта				0,25
Экологическая значимость территории	Промышленная зона	Зона поселений	Особо охраняемая природная зона	0,08
Эффективность системы экологического менеджмента территории	Высокая	Средняя	Низкая	0,02
Территория малочисленных народов Севера	Нет	Смешанная	Да	0,05
Эффективность мероприятий по обеспечению экологической безопасности проектов				0,75
Экологическая безопасность и безотходность используемых сырья, оборудования, технологий	Наличие требований к экологическим характеристикам	Соблюдение требований к экологическим характеристикам	Контроль соблюдения требований к экологическим характеристикам	0,08
Мероприятия, обеспечивающие уменьшение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ	Проводятся системно	Проводятся не системно	Не проводятся	0,08
Мероприятия, проводимые в целях регулирования выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях	Проводятся системно	Проводятся не системно	Не проводятся	0,04
Мероприятия, обеспечивающие защиту водотоков и водоемов	Проводятся системно	Проводятся не системно	Не проводятся	0,1
Мероприятия по обращению с отходами производства	Проводятся системно	Проводятся не системно	Не проводятся	0,08
Мероприятия, направленные на уменьшение объема образования отходов	Проводятся системно	Проводятся не системно	Не проводятся	0,08
Экономическая оценка эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности проектов	Проводится системно	Проводится не системно	Не проводится	0,04

Источник: составлено авторами.

Таблица 2

Группировка проектов на основе балльной оценки
Score-based grouping of projects

Группировка проектов	Интервал балльной оценки
Проекты с очень высоким уровнем экологической безопасности	от 2,7 до 3,0 баллов
Проекты с достаточно высоким уровнем экологической безопасности	от 2,2 до 2,69 баллов
Проекты со средним уровнем экологической безопасности	от 1,5 до 2,19 баллов
Проекты с уровнем экологической безопасности ниже среднего	от 1,0 до 1,49 баллов
Проекты с низким и очень низким уровнем экологической безопасности	Ниже 1,0 балла

Источник: составлено авторами.

ного значения интегрального экологического индекса горнопромышленных и энергетических проектов, реализуемых в АЗРФ (табл. 2).

Все горнопромышленные и энергетические проекты можно сгруппировать как по отраслевому признаку (проекты в нефтегазовой сфере, проекты альтернативной энергетики и т.п.), так и по видам выполняемых работ [14]. Для каждой группы проектов формируется система дополнительных (специфических) показателей.

Так, для горнопромышленных и нефтегазовых проектов такими показателями являются:

- уровень соответствия международным экологическим стандартам и целям устойчивого развития;
- степень соответствия предпочтительному направлению развития территории и государственным приоритетам;
- уровень согласованности проекта;
- имидж компании, реализующей проект;

- уровень вовлеченности территориальных ресурсов в проект;
- соответствие технологий НДТ, в том числе перспективным;
- технологические решения, оказывающие влияние на окружающую среду;
- уровень рисков технологических и экологических нарушений;
- эколого-экономическая и социальная эффективность;
- уровень открытости информации в мониторинговых системах;
- степень зависимости проектов от изменений на мировых рынках энергоресурсов и минерального сырья.

Для проектов в области электроэнергетики и теплоснабжения обычно рассматриваются следующие показатели:

- уровень изолированности энергосистемы;
- степень покрытия дефицита;
- устойчивость и качество тепло- и энергоснабжения;
- КПД энергоустановок;
- зависимость от завоза;
- способ тарификации, уровень тарифа для населения и промышленности;
- соответствие технологий НДТ;
- технологические решения, оказывающие влияние на окружающую среду;
- риск технологических и экологических нарушений;
- эколого-экономическая и социальная эффективность;
- уровень соответствия принципу замкнутости и нулевого воздействия;
- уровень открытости информации в мониторинговых системах;
- уровень кластерной взаимосвязи с горнопромышленными и иными проектами.

Таким образом, состав показателей для экологической оценки горнопромышленных и энергетических проектов может различаться в зависимости от заданных параметров оценивания. В этой связи в методике экологической оценки проектов следует предусмотреть дополнительный раздел – специфические или частные показатели проекта.

Как показывает опыт, наиболее проблемными с точки зрения «экологичности» являются объекты угольной генерации в АЗРФ, характеризующиеся значительной отходоёмкостью и в первую очередь нуждающиеся в создании специальной системы регулирования. В АЗРФ наиболее крупными объектами электроэнергетики, работающими на угле, не считая территориальных котельных, являются: Нерюнгринская ГРЭС, Чульманская ТЭЦ, Анадырская ТЭЦ, Эгвекинотская ГРЭС, Северодвинская ТЭЦ-1, Апатитская ТЭЦ, Воркутинская ТЭЦ-1, Воркутинская ТЭЦ-2. Общий объем накопленных золошлаковых отходов ежегодно составляет порядка 40,0 млн куб. м., что обуславливает высокую степень риска указанных объектов [15]. В Архангельской области работают шесть ТЭЦ суммарной мощностью 1518 МВт. Практически все электростанции г. Архангельска работают на угле, древесине, мазуте и дизельном топливе. В Республике Коми функционируют две ТЭЦ суммарной мощностью 300 МВт. В Чукотском автономном округе также преобладают угольные станции.

Анализ проектов по дальнейшей эксплуатации данных энергетических объектов с учетом интегральных оценок позволил определить их рейтинг как «запрет к реализации». Это свидетельствует о необходимости модернизации объектов с целью усиления экологической содержательности.

Угольная промышленность присутствует практически во всех регионах АЗРФ. Так, в настоящее время осуществляется активное развитие Беринговского каменноугольного минерально-сырьевого центра в Чукотском автономном округе. На севере Республики Коми создаются угольные минерально-сырьевые центры на базе Печорского угольного бассейна, включая создание на их основе комплексов по глубокой переработке угольного сырья и углехимии. В Якутии продолжается освоение Таймырского месторождения каменных углей. Активно осваивается Западно-Таймырский углепромышленный кластер.

В настоящее время разработаны оптимальные технологии, позволяющие осуществлять переработку и вторичное использование отходов угледобычи и угольной гене-

Таблица 3

Рейтинг горнопромышленных и энергетических проектов с учетом повышенного значения экологического фактора АЗРФ

Ranking of mining and power generation projects based on increased value of the environmental factor in the Arctic Zone of the Russian Federation

Проект	Рейтинг
Энергетические ВИЭ-проекты	1
Проекты по ликвидации ранее накопленного экологического вреда	2
Энергетические нетрадиционные проекты	3
Нефтяные проекты (Приразломная)	4
Рудные проекты (Норильск)	5
Энергетические атомные проекты	6
СПГ-проекты (Ямал)	7
Угольные проекты (Таймыр)	8

Источник: составлено авторами.

рации в рамках циркулярной экономики с моделированием возможных направлений использования вторичных минеральных ресурсов, в том числе на основе маркетинговых исследований [16, 17, 18].

Предлагаемый методический подход предусматривает таргетированный алгоритм оценки и укрупненного ранжирования проектов разной отраслевой направленности. Результаты рейтингования проектов с учетом значимости экологического фактора приведены в *табл. 3*.

Таким образом, мы смогли продемонстрировать приоритетность экологического фактора для ранжирования и систематизации проектов, реализуемых в АЗРФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что на предпроектной стадии необходимо проведение оценки безусловной экологической безопасности создаваемых объектов с учетом выше рассмотренных подходов. В перспективе это будет способствовать «переходу» к концепции полной экологической ответственности в АЗРФ. Бесспорно, это потребует от компаний значительных инвестиций, как минимум, для разработки и внедрения на начальном этапе новых прогрессивных технологий, а на последующих этапах – модернизации, реконструкции или полного технического перевооружения производства. При этом результатом станет повышение конкурентоспособности в глобальном экономическом пространстве и, как следствие, увеличение прибыли на фоне достижения социально-экономического эффекта и экологического благополучия, что, по сути, и является индикатором устойчивого развития АЗРФ.

Список литературы

- Иватанова Н.П., Стоянова И.А. ESG-инвестирование – новый подход к устойчивому развитию арктических регионов России // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 4. С. 610-619. DOI: 10.46689/2218-5194-2021-4-1-610-620.
- Грицевич И.Г., Кокорин А.О., Юлкин М.А. Бизнес и климат. Мировой опыт компаний в деле снижения выбросов парниковых газов. ЮНЕП, WWF- Россия, 2005. С. 32.
- Пухова М.М. Специфика функционирования российской системы обращения с отходами производства и потребления // Самоуправление. 2020. Т. 2. № 1. С. 338-342.
- Харчилава Х.П., Топалов Р.В. Анализ существующей в Российской Федерации системы обращения с отходами производства и потребления с учетом региональных территориальных схем обращения с отходами // Самоуправление. 2019. Т. 2. № 2. С. 224-225.
- Моделирование программы корпоративной социальной ответственности угольных компаний в арктическом регионе / И.В. Петров, И.Ю. Новоселова, А.Л. Новоселов и др. // Уголь. 2022. № 3. С. 53-58. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
- Венде Ф.Д., Калацкий А.Н. Анализ зарубежных практик обработки, утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления // Экономические науки. 2019. № 12.
- Influences of environmental impact assessment on public acceptance of waste-to-energy incineration projects / Yong Liu, Min Xu, Yujia Ge et al. // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 304. 127062.
- Zobaidul Kabir, Imran Khan. Environmental impact assessment of waste to energy projects in developing countries: General guidelines in the context of Bangladesh // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2020. Vol. 37. 100619.
- Zero carbon communities. [Электронный ресурс]. URL: https://www.scottishpower.com/pages/zero_carbon_communities.aspx (дата обращения: 15.04.2023).
- Колесник Г.В., Меркулина И.А. Концепция обращения с отходами производства и потребления на основе экономики замкнутого цикла // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. № 11. С. 1984-2000.
- Харитонов Т.В. Обеспечение экологической безопасности при реализации арктических горнопромышленных и энергетических проектов. В Сборнике материалов круглого стола «Современный миропорядок и его влияние на национальную безопасность Российской Федерации». М.: ВАГШ ВС РФ, 2020. 611 с.
- О концептуальных подходах к разработке полярного индекса и Баренц-индекса В сборнике: Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики / С.М. Никоноров, К.В. Папенков, К.С. Ситкина и др. / Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. 2019. С. 107-115.
- Методологические подходы к организации и оценке системы обращения с отходами угледобывающего производства / И.В. Петров, И.А. Меркулина, Т.В. Харитонов и др. // Уголь. 2020. № 9. С. 59-64. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-59-64.
- Методы эффективного обращения с отходами производства и потребления на основе экономики замкнутого цикла: Монография. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2022. 182 с.
- Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Желтенков А.В. Механизм оценки рисков при реализации проектов развития Арктического региона // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2021. № 2. С. 56-66.
- Васильева О.Н., Журавлев М.Д. Рекомендации по формированию российской отрасли по обращению с отходами с учетом принципа «3R» // Экономические науки. 2019. № 12.
- Новоселов А.Л., Петров И.В. Моделирование использование вторичных минеральных ресурсов // Горный журнал. 2019. № 7. С. 80-84. DOI: 10.17580/gzh.2019.07.06.
- Меркулина И.А. Управление маркетинговой деятельностью в системе обращения с отходами производства и потребления // Мониторинг. Наука и технологии. 2018. № 55. С. 63-67.

Original Paper

UDC 622.2:334.021(338.1) © I.V. Petrov, I.A. Merkulina, T.V. Kharitonova, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 77-83
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-77-83>

Title**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF MINING AND ENERGY PROJECTS IN THE ARCTIC****Authors**

Petrov I.V.¹, Merkulina I.A.¹, Kharitonova T.V.¹

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125993, Russian Federation

Authors Information

Petrov I.V., Mining Engineer-Economist, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Industrial Markets, e-mail: ivvpetrov@fa.ru

Merkulina I.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Logistics and Marketing, e-mail: iamerkulina@fa.ru

Kharitonova T.V., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industry Markets, e-mail: tvkharitonova@fa.ru

Abstract

The article discusses the main approaches to the environmental assessment of projects. The importance of the problem of climate change and the assessment of the consequences caused by it are highlighted. The analysis of the ecological and economic situation in the regions referred by the current regulatory legal acts to the Arctic zone of the Russian Federation (hereinafter – the Russian Arctic) is carried out. The necessity of determining the level of waste capacity in the development of deposits and the creation of energy capacities with the classification of waste as resources according to the directions of use and methods of neutralization is substantiated. The principles that should guide the development of methods of environmental assessment of energy and mining projects implemented in the Russian Arctic are defined. The use of an integral index to assess the environmental safety of Arctic projects and the “environmental friendliness” of companies’ activities is proposed. The assumption about the expediency of taking into account the integral ecological index in assessing the environmental orientation of the company is introduced. The effectiveness of the use of a number of indicators for the integrated environmental and economic assessment of projects, taking into account the weight of groups, is proved.

Keywords

Environmental safety, Integrated assessment, Climate, Carbon footprint, Energy, Economy, Production, Projects, Arctic.

References

- Ivatanova N.P. & Stoyanova I.A. ESG-investing – a new approach to the sustainable development of the Arctic regions of Russia. *Izvestiya Tuls'kogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2021, (4), pp. 610-619. (In Russ.). DOI: 10.46689/2218-5194-2021-4-1-610-620.
- Gritsevich I.G., Kokorin A.O. & Yulkin M.A. Business and climate. World experience of companies in reducing greenhouse gas emissions. UNEP, WWF-Russia, 2005, pp. 32. (In Russ.).
- Pukhova M.M. The specifics of the functioning of the Russian system of waste management of production and consumption. *Samoupravlenie*, 2020, Vol. 2, (1), pp. 338-342. (In Russ.).
- Kharchilava H.P. & Topalov R.V. Analysis of the existing system of production and consumption waste management in the Russian Federation, taking into account regional territorial waste management schemes. *Samoupravlenie*, 2019, Vol. 2, (2), pp. 224-225. (In Russ.).
- Petrov I.V., Novoselova I.Yu. & Novoselov A.L. Modelling a corporate social responsibility programme for coal companies in the Arctic region. *Ugol'*, 2022, (3), pp. 53-58. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
- Wende F.D. & Kalatsky A.N. Analysis of foreign practices of waste treatment, disposal and neutralization production and consumption. *Economicheskije nauki*, 2019, (12). (In Russ.).

7. Yong Liu, Min Xu, Yujia Ge, Caiyun Cui, Bo Xia & Martin Skitmore. Influences of environmental impact assessment on public acceptance of waste-to-energy incineration projects. *Journal of Cleaner Production*, 2021, (304), 127062.

8. Zobaidul Kabir & Imran Khan. Environmental impact assessment of waste to energy projects in developing countries: General guidelines in the context of Bangladesh. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2020, (37), 100619.

9. Zero carbon communities. [Electronic resource]. Available at: https://www.scottishpower.com/pages/zero_carbon_communities.aspx (accessed 15.04.2023).

10. Kolesnik G.V. & Merkulina I.A. The concept of production and consumption waste management based on a closed-cycle economy. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost*, 2019, Vol. 15, (11), pp. 1984-2000. (In Russ.).

11. Kharitonova T.V. Ensuring environmental safety in the implementation of Arctic mining and energy projects. In Collection of materials of the round table “Modern world order and its impact on the national security of the Russian Federation”. Moscow, VAGSH VS RF, 2020, 611 p. (In Russ.).

12. Nikonorov S.M., Papenov K.V., Sitkina K.S. & Krivichev A.I. On conceptual approaches to the development of the polar index and the Barents Index In the collection: Strategies and tools for environmentally sustainable economic development. proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference of the Russian Society of Ecological Economics, 2019, pp. 107-115. (In Russ.).

13. Petrov I.V., Merkulina I.A., Kharitonova T.V. & Kolesnik G.V. Methodological approaches to organization and assessment of coal mine waste management system. *Ugol'*, 2020, (9), pp. 59-64. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-59-64.

14. Methods of effective waste management of production and consumption based on the closed-cycle economy: Monograph. Moscow, Publishing and Trading Corporation “Dashkov & Co”, 2022, 182 p. (In Russ.).

15. Novoselov A.L., Novoselova I.Yu. & Zheltenkov A.V. Risk assessment mechanism in the implementation of Arctic region development projects. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. 2021. No. 2. pp. 56-66. (In Russ.).

16. Vasilyeva O.N. & Zhuravlev M.D. Recommendations on the formation of the Russian waste management industry taking into account the principle of “3R”. *Economicheskije nauki*, 2019, (12). (In Russ.).

17. Novoselov A.L. & Petrov I.V. Modeling the use of secondary mineral resources. *Gornyj zhurnal*, 2019, (7), pp. 80-84. DOI: 10.17580/gzh.2019.07.06. (In Russ.).

18. Merkulina I.A. Marketing activity management in the production and consumption waste management system. *Monitoring. Nauka i Tekhnologii*, 2018, (55), pp. 63-67. (In Russ.).

For citation

Petrov I.V., Merkulina I.A. & Kharitonova T.V. Scientific and methodological approach to environmental assessment of mining and energy projects in the Arctic. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 77-83. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-77-83.

Paper info

Received March 15, 2023

Reviewed March 24, 2023

Accepted April 27, 2023

Алгоритмическое обеспечение цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-84-89>

ТАЙЛАКОВ О.В.

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий лабораторией ресурсов
и технологий извлечения угольного метана
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук», Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: oleg2579@gmail.com

СОКОЛОВ С.В.

Канд. техн. наук, научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук», Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: sokolovsviui@bk.ru

УТКАЕВ Е.А.

Канд. техн. наук, старший научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук», Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: utkaev@mail.ru

МИХАЛЕВ Д.С.

Лаборант
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук», Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: mikhalev@mail.ru

Рассмотрены методологические подходы к контролю эмиссии метана и повышению достоверности ее количественного учета в угледобывающей промышленности Кузбасса. Представлено алгоритмическое обеспечение оценки фугитивных выбросов метана и углекислого газа при добыче угля открытым и подземным способами, а также выбросов метана при последующем обращении с углем, добытым подземным способом. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности мониторинга выбросов парниковых газов в регионе и внедрения технологий улавливания и переработки угольного метана.

Ключевые слова: добыча угля, метан угольных пластов, углекислый газ, эмиссия, парниковые газы, цифровая платформа, фугитивные выбросы.

Для цитирования: Алгоритмическое обеспечение цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче / О.В. Тайлаков, С.В. Соколов, Е.А. Уткаев и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 84-89. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-84-89.

ВВЕДЕНИЕ

Выбросы метана в атмосферу при угледобыче оказывают заметное влияние на изменение климата. По укрупненным оценкам, при использовании усредненных значений коэффициентов метановыделения (15,1 м³/т – при добыче угля подземным способом, 3 м³/т – при последующем обращении с углем, добытым этим способом, 5,5 м³/т – при добыче угля открытым способом) ежегодная эмиссия шахтного метана в Кузбассе превышает 2 млрд куб. м [1]. Ожидается, что с увеличе-

* Исследование выполнено в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р (Соглашение № 075-15-2022-1196).



нием глубины ведения горных работ и переходом к отработке угольных пластов с большей газоносностью выбросы метана в угольной промышленности Кузбасса увеличатся до 2,58 млрд куб. м в год. Эмиссии шахтного метана и углекислого газа, который может содержаться в угольных пластах [2], относятся к категории фугитивных выбросов парниковых газов [3, 4].

Различными международными профессиональными сообществами разрабатываются специализированные программные средства для унификации и автоматизации учета и подготовки отчетности о выбросах парниковых газов. Так, например, Международной ассоциацией аэропортов (Airports Council International) разработан специализированный продукт Airport Carbon Emission Reporting Tool (ACERT), предназначенный для учета выбросов парниковых газов в процессе функционирования технических средств аэропортов, который включает такие источники эмиссий, как движение технологического транспорта, руление самолетов при движении по территории аэропорта, доставка пассажиров и грузов в аэропорт, противообледенительная обработка воздушных судов. Однако подобные общедоступные программные продукты инвентаризации выбросов парниковых газов при угледобыче и угольной генерации тепло- и электроэнергии отсутствуют. В связи с этим актуальным является совершенствование подходов к количественному учету эмиссий углекислого газа и метана в угледобывающей промышленности [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] для разработки и обоснования унифицированной цифровой платформы, обеспечивающей возможность контроля выбросов парниковых газов до и после применения чистых угольных технологий, направленных на снижение углеродного следа в этом секторе промышленного производства.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ УГЛЕДОБЫЧЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕМ ОБРАЩЕНИИ С УГЛЕМ

Для разработки цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче на основе анализа и обобщения материалов «Методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации», утвержденных приказом Минприроды России от 30.06.2015 № 300, разработано алгоритмическое обеспечение расчета эмиссий парниковых газов при угледобыче и последующем обращении с углем, которое содержит категории: фугитивные выбросы, выбросы от сжигания топлива на стационарных объектах, выбросы от сжигания транспортного топлива.

Алгоритм расчета выбросов CO_2 и CH_4 при добыче угля подземным способом

При добыче угля подземным способом шахтный метан и углекислый газ, содержащийся в угольных пластах, выводятся на поверхность через дегазационные скважины и вентиляционные стволы, которые можно рассматривать

как точечные источники. При этом выбросы CO_2 и CH_4 определяются как [5]:

$$E_{i,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times W_{i,j,y} \times \rho_i \times 10^{-2}), \quad (1)$$

где $E_{i,y}$ – фугитивные выбросы i -парникового газа (CO_2 либо CH_4) за период y , т; $FC_{j,y}$ – расход j -углеводородной смеси на технологические операции (объем отведения без сжигания) за период y , тыс. м^3 ; $W_{i,j,y}$ – содержание i -парникового газа в j -углеводородной смеси за период y , % об.; ρ_i – плотность i -парникового газа, $\text{кг}/\text{м}^3$; i – CO_2 , CH_4 ; j – вид углеводородной смеси; n – количество видов углеводородных смесей, используемых на технологические операции (отводимых без сжигания).

Граф-схема алгоритма расчета выбросов углекислого газа и метана представлена на рис. 1, а.

Алгоритм расчета выбросов CH_4 после добычи угля подземным способом

При последующем обращении с добытым подземным способом углем, включающим его переработку, хранение и транспортировку, эмиссия метана, сопровождающая эти технологические процессы, рассчитывается по формуле [9]:

$$E_{\text{пCH}_4} = k_{\text{пCH}_4} \times Q_{\text{п}} \times K_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{пCH}_4}$ – выбросы метана при подземной добыче угля, тыс. т; $Q_{\text{п}}$ – объем угля, добытого подземным способом, т; $K_{\text{пр}}$ – коэффициент преобразования (плотность метана при 20°C и давлении в 1 атмосферу) – $0,67 \cdot 10^{-3} \text{ т}/\text{м}^3$; $k_{\text{пCH}_4}$ – коэффициент выбросов метана после подземной добычи угля, $\text{м}^3/\text{т}$.

Граф-схема алгоритма расчета выбросов метана после добычи угля подземным способом представлена на рис. 1, б.

Алгоритм расчета выбросов CH_4 при добыче угля открытым способом

Эмиссии CH_4 при добыче угля открытым способом обусловлены выбросами метана, высвобождающегося из рабочих пластов и пластов-спутников при выполнении технологических операций по выемке угля. Расчет выбросов метана выполняется на основе информации об объемах угля, добытого за рассматриваемый период, и коэффициентов выбросов метана, которые выбираются в зависимости от толщины вскрышных пород. Минимальное значение коэффициента принимается при толщине вскрышных пород менее 25 м, максимальное – при превышении толщины 50 м, в остальных случаях, а также при отсутствии информации по мощности вскрышных пород применяется среднее значение коэффициента выбросов.

Эмиссии метана при добыче угля открытым способом рассчитываются по формуле [9]:

$$E_{\text{оCH}_4} = k_{\text{оCH}_4} \times Q_{\text{о}} \times K_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где $E_{\text{оCH}_4}$ – выбросы метана при открытой добыче угля, тыс. т; $Q_{\text{о}}$ – объем угля, добытого открытым способом, т; $K_{\text{пр}}$ – коэффициент преобразования (плотность метана при 20°C и давлении в 1 атмосферу) – $0,67 \cdot 10^{-3} \text{ т}/\text{м}^3$; $k_{\text{оCH}_4}$ – коэффициент выбросов метана при открытой добыче угля, $\text{м}^3/\text{т}$.

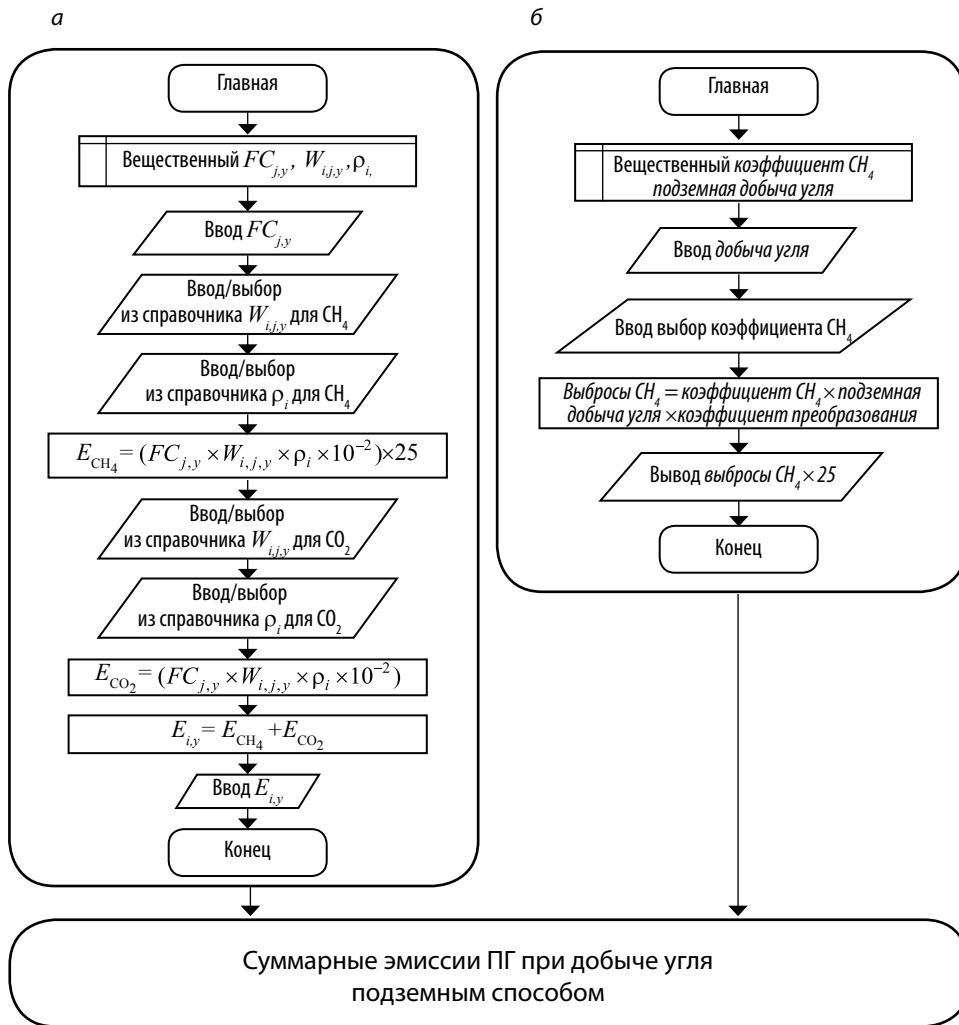


Рис. 1. Граф-схема алгоритма расчета фугитивных выбросов при добыче угля подземным способом

Fig. 1. A flow chart of the calculation algorithm for fugitive emissions in underground coal mining

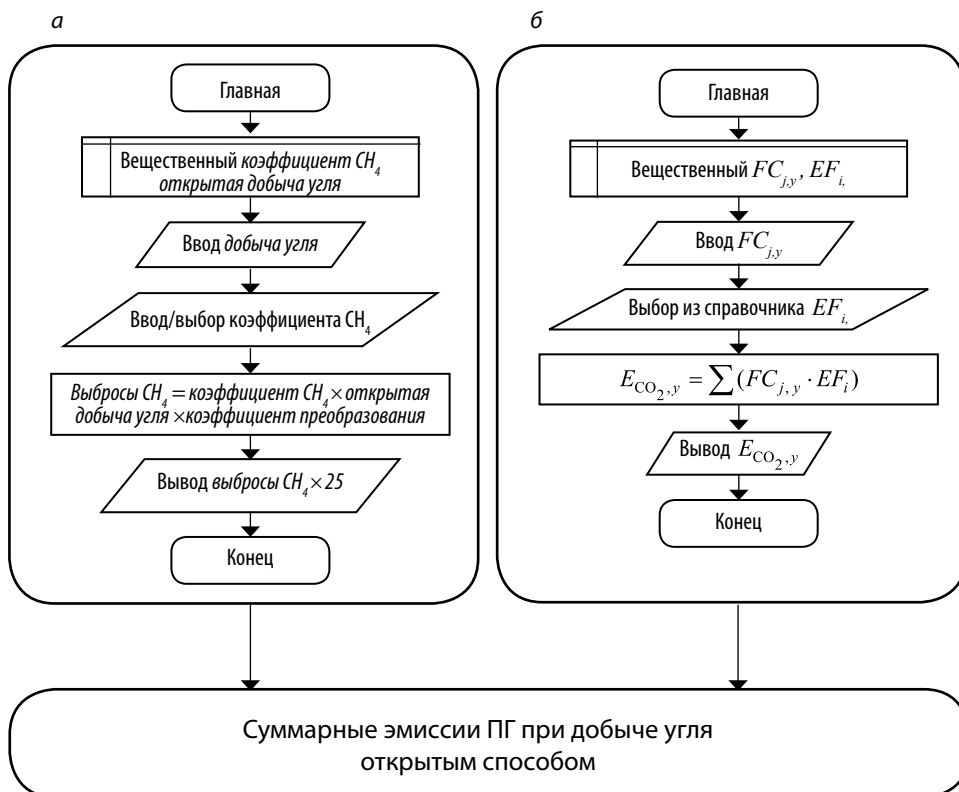


Рис. 2. Граф-схема алгоритма расчета выбросов CH₄ при добыче угля открытым способом

Fig. 2. A flow chart of the calculation algorithm for CH₄ emissions in open-cast coal mining

Граф-схема алгоритма расчета выбросов метана при добыче угля открытым способом представлена на *рис. 2, а*.

Алгоритм расчета выбросов CO₂ при добыче угля открытым способом (выбросы от транспорта)

На угледобывающих предприятиях, использующих открытый способ добычи угля, эмиссии углекислого газа обусловлены применением горнотранспортного оборудования и рассчитываются по формуле [5]:

$$E_{CO_2,y} = \sum (FC_{j,b,y} \cdot EF_{i,b}), \tag{4}$$

где $E_{CO_2,y}$ – выбросы CO₂ от сжигания топлива в двигателях автотранспортных средств за период y , т CO₂-экв; $FC_{j,b,y}$ – расход топлива вида j транспортным средством за период y , т; $EF_{i,b}$ – коэффициент выбросов CO₂ при использовании в транспортном средстве топлива i , т CO₂-экв/т; i – вид топлива.

Граф-схема алгоритма расчета выбросов CO₂ при добыче угля открытым способом (выбросы от транспорта) представлена на *рис. 2, б*.

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Для обобщенной оценки эмиссий метана и углекислого газа на предприятиях угольной промышленности предложено использовать цифровую платформу мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при внедрении чистых угольных технологий на основе современных цифровых решений, обеспечивающих клиент-серверное взаимодействие для обработки запросов угледобывающих компаний на выполнение расчетов (*рис. 3*).

Существенным преимуществом такого подхода являются возможность выполнения облачных вычислений и квалифицированная экспертная поддержка подготовки отчетности об инвентаризации выбросов парниковых газов.

Разработанная цифровая платформа представляет собой настольное приложение, устанавливаемое на пользовательском устройстве, которое обеспечивает выполнение расчетов, визуализацию их результатов, составление

и хранение отчетов. Платформа содержит блоки логических и расчетных модулей. Расчетные модули представляют собой программную реализацию алгоритмов (1-4) и могут в последующем дополняться новыми модулями при изменении нормативной базы количественного учета выбросов парниковых газов.

Клиентское приложение размещается на вычислительной машине пользователя, серверное приложение и база данных – на удаленной вычислительной машине. Серверная часть помимо расчетных модулей содержит базу данных со справочной информацией, необходимой для выполнения расчетов, и позволяет осуществлять поиск, выбор, модификацию, а также удаление данных. Клиентское приложение включает основные процедуры обработки данных и визуализации полученных результатов [13, 14].

Для ввода данных, выполнения расчетов, вывода из результатов разработан интерфейс цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при использовании чистых угольных технологий (*рис. 4*).

Интерфейс цифровой платформы является интуитивно понятным, его элементы обеспечивают возможность: авторизации и регистрации пользователей, создания новых проектов и управления созданными проектами, ввода исходных данных, перемещения между разделами платформы (объекты – ключевые объекты компании; проекты – все проекты компании; справочники – справочные материалы, используемые в платформе; настройки – параметры платформы, которые могут гибко настраиваться), выбора методик расчета, визуализации полученных результатов, использования дополнительных инструментов, позволяющих упростить отдельную работу с данными без обращения к сторонним сервисам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая платформа будет использована для оценки выбросов парниковых газов, сопровождающих процессы добычи угля подземным и открытым способами, а также операции последующего обращения с углем, добытого подземным способом. Это позволит повысить качество

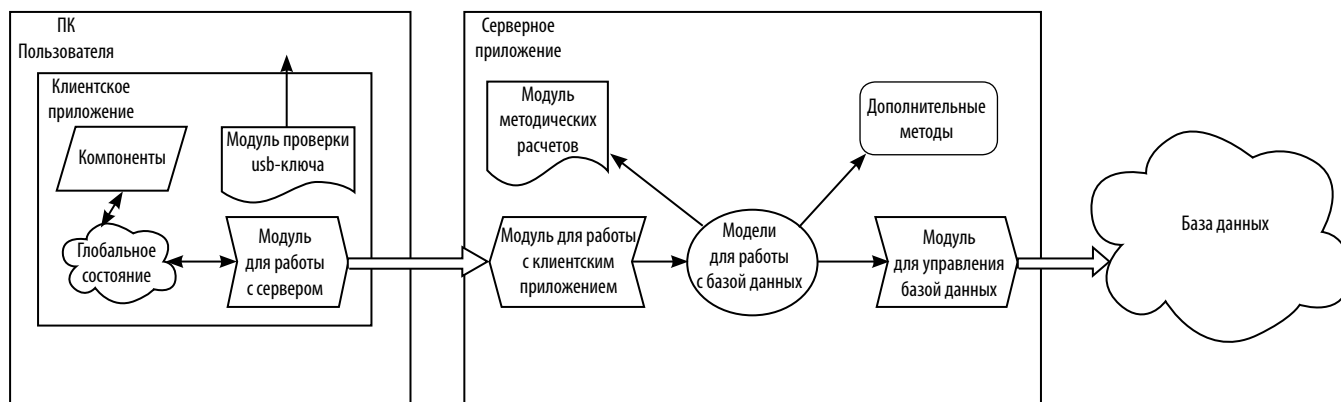


Рис. 3. Диаграмма размещения цифровой платформы
Fig. 3. A location diagram of the digital platform

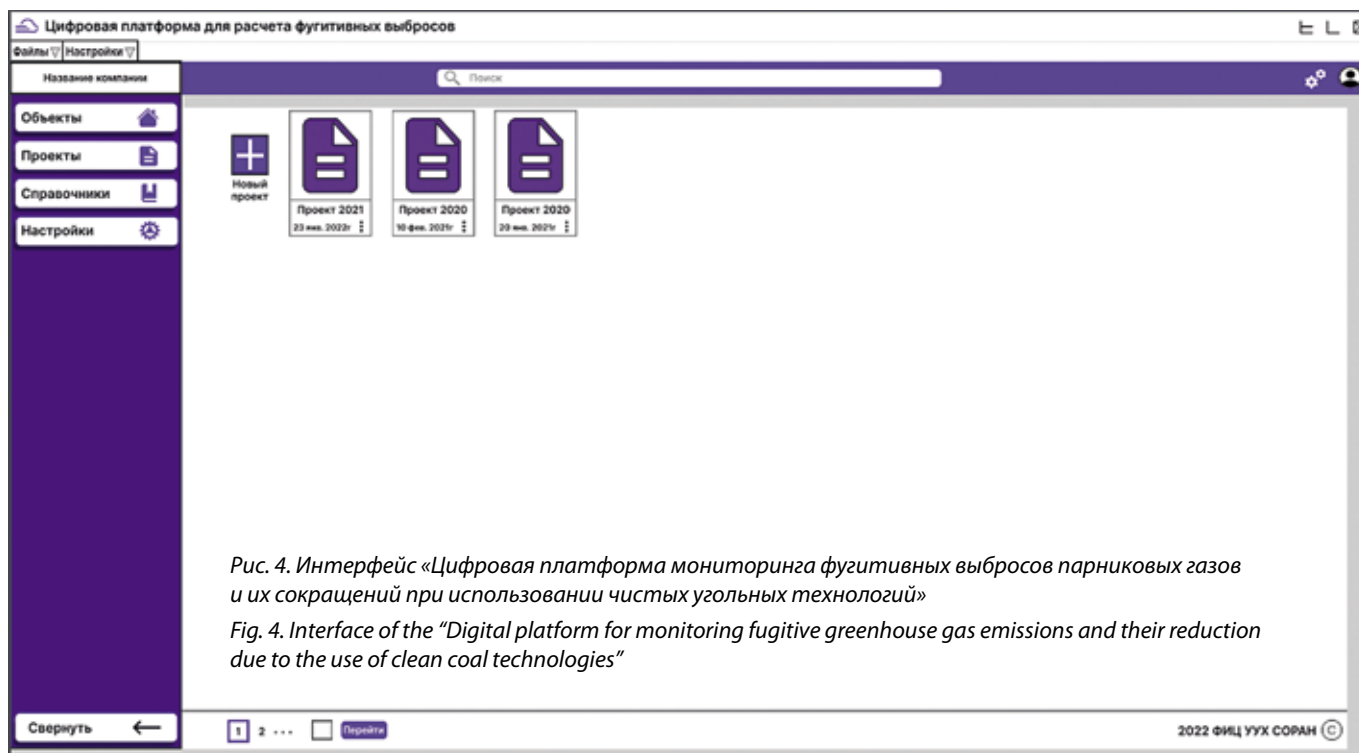


Рис. 4. Интерфейс «Цифровая платформа мониторинга fugitive greenhouse gas emissions and their reduction due to the use of clean coal technologies»

Fig. 4. Interface of the "Digital platform for monitoring fugitive greenhouse gas emissions and their reduction due to the use of clean coal technologies"

подготовки отчетов угольных компаний об инвентаризации выбросов парниковых газов, тиражировать положительный опыт применения чистых угольных технологий, направленных на утилизацию шахтного метана и снижение техногенного воздействия на окружающую среду. В перспективе цифровая платформа будет дополнена функциональными возможностями обмена данными с внутрикорпоративными специализированными цифровыми платформами угледобывающих компаний на основе общеметодологических подходов к разработке цифровых платформ и унифицированных протоколов обмена данными.

Список литературы

- Петренко И.Е., Шинкин В.К. Итоги работы угольной промышленности России за январь-март 2022 года // Уголь. 2022. № 6. С. 6-16. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-6-6-16.
- CH₄ and CO₂ monitoring in the air of underground coal mines in Southern Brazil and GHG emission estimation Revista Escola de Minas / В. Bonetti, R.C. Abruzzi, C.P. Peglow et al. // Gomes. 2019. № 72. P. 635-642.
- Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production / N. Kholod, M. Evans, Raymond C. et al. // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 256. 120489.
- Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н., Уткаев Е.А. Извлечение и переработка угольного метана / В.Б. Артемьев, В.Н. Костеренко, А.П. Садов и др. М.: Горное дело, 2016. 208 с.
- Приказ Минприроды России от 27 мая 2022 г. № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207290034> (дата обращения: 15.04.2023).
- ГОСТ Р ИСО 14064-1-2007 «Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077407> (дата обращения: 15.04.2023).
- ГОСТ Р ИСО 14064-2-2007 «Газы парниковые. Часть 2. Требования и руководство по количественной оценке, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их удаления на уровне проекта». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077680> (дата обращения: 15.04.2023).
- ГОСТ Р ИСО 14064-3-2007 «Газы парниковые. Часть 3. Требования и руководство по валидации и верификации утверждений, касающихся парниковых газов» Охрана атмосферного воздуха. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077410> (дата обращения: 15.04.2023).
- МГЭИК. Руководящие принципы МГЭИК 2006 года для национальных кадастров парниковых газов. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА, ИГЭС. Япония, 2006.
- Mehdi N., Rafiee R. Development of a new index for methane drainageability of a coal seam using the fuzzy rock engineering system // Rud. Geol. Naft. Zb. 2019. No 34. P. 33-44.
- Qingdong Qu, Hua Guo, Rao Balusu. Methane emissions and dynamics from adjacent coal seams in a high permeability multi-seam mining environment // Int. J. Coal Geol. 2022. 253. 103969.
- Reservoir characteristics and coalbed methane resource evaluation of deep-buried coals: A case study of the No.13-1 coal seam from the Panji Deep Area in Huainan Coalfield, Southern North China / Qiang Wei, Xianqing Li, Baolin Hu et al. // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2019. Vol. 179. P. 867-884.
- Richardson L., Amundsen M. RESTful Web APIs. O'REILLY, 2013. 404 p.
- Тайлаков О.В., Уткаев Е.А., Макеев М.П. Фугитивные выбросы метана и технологии их сокращения при угледобыче в Кузбассе // Горная промышленность. 2022. № 6. С. 54-59.

Original Paper

UDC 551.583; 662.764; 504.054 © O.V. Tailakov, S.V. Sokolov, E.A. Utkaev, D.S. Mikhalev, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 84-89
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-84-89>

Title**ALGORITHMIC SUPPORT OF THE DIGITAL PLATFORM FOR MONITORING FUGITIVE GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM COAL MINING****Authors**Tailakov O.V.¹, Sokolov S.V.¹, Utkaev E.A.¹, Mikhalev D.S.¹¹ Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, 650000, Russian Federation**Authors Information**

Tailakov O.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Laboratory of Coal methane extraction resources and technologies, Institute of coal, e-mail: oleg2579@gmail.com

Sokolov S.V., PhD (Engineering), Researcher, Institute of coal, e-mail: sokolovsvuu@bk.ru

Utkaev E.A., PhD (Engineering), Senior researcher, Institute of coal, e-mail: utkaev@mail.ru

Mikhalev D.S., Laboratory Assistant, Institute of coal, e-mail: mikhalev@mail.ru

Abstract

The methodological approaches to the control of methane emission and increasing the reliability of its quantitative accounting in the coal mining industry of Kuzbass are considered. Algorithmic support of the estimation of the fugitive emissions of methane and carbon dioxide in surface and underground coal mining, as well as methane emissions from subsequent handling of underground coal is presented. The obtained results can be used to improve the efficiency of greenhouse gas emissions monitoring in the region and for the applying of the technologies for coal methane capturing and processing.

Keywords

Coal mining, Coalmine methane, Carbon dioxide, Emission, Greenhouse gases, Digital platform, Fugitive emissions.

References

- Petrenko I.E. & Shinkin V.K. Russia's coal industry performance for January-March, 2022. *Ugol'*, 2022, (6), pp. 6-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-6-6-16.
- Bonetti B., Abruzzi R.C., Peglow C.P., Pires M.J.R. & Gomes C.J.B. CH₄ and CO₂ monitoring in the air of underground coal mines in Southern Brazil and GHG emission estimation. *Revista Escola de Minas*, 2019, (72), pp. 635-642.
- Kholod N., Evans M., Raymond C., Pilcher V., Roshchanka F., Ruiz M. & Coté R. Collings Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production. *Journal of Cleaner Production*, 2020, (256), 120489.
- Artemiev V.B., Kosterenko V.N., Sadov A.P., Tailakov O.V., Zastrelov D.N. & Utkaev E.A. Coalbed methane recovery and utilization, Moscow, Gornoe Delo Publ., 2016, 208 p. (In Russ.).
- Order No. 371 of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation as of May 27, 2022, "On Approval of Methods of Quantitative Determination of Greenhouse Gas Emissions and Greenhouse Gas Absorption". Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207290034> (accessed 15.04.2023).
- GOST R ISO 14064-1-2007 'Greenhouse gases. Part 1. Specification with guidance at the organizational level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals'. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200077407> (accessed 15.04.2023).

- GOST R ISO 14064-2-2007 'Greenhouse gases. Part 2. Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements'. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200077680> (accessed 15.04.2023).
- GOST R ISO 14064-3-2007 'Greenhouse gases. Part 3. Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions'. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200077410> (accessed 15.04.2023).
- IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IPCC/IGES/OECD/IEA, IGES, Japan 2006.
- Mehdi N. & Rafiee R. Development of a new index for methane drainageability of a coal seam using the fuzzy rock engineering system. *Rud. Geol. Naft. Zb.*, 2019, (34), pp. 33-44.
- Qingdong Qu, Hua Guo & Rao Balusu. Methane emissions and dynamics from adjacent coal seams in a high permeability multi-seam mining environment. *Int. J. Coal Geol.*, 2022, (253), 103969.
- Qiang Wei, Xianqing Li, Baolin Hu, Xueqing Zhang, Jizhen Zhang, Yukai He, Yachao Zhang & Wenwei Zhu. Reservoir characteristics and coalbed methane resource evaluation of deep-buried coals: A case study of the No.13-1 coal seam from the Panji Deep Area in Huainan Coalfield, Southern North China. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2019, (179), pp. 867-884.
- Richardson L. & Amundsen M. RESTful Web APIs. O'REILLY, 2013, 404 p.
- Tailakov O.V., Utkaev E.A. & Makeev M.P. Fugitive methane emissions and technologies for their reduction in Kuzbass coal mining. *Gornaya promyshlennost'*, 2022, (6), pp. 54-59. (In Russ.).

Acknowledgements

The research was carried out as part of the 'Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life' Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle, approved by Order No. 1144-p of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022 (Agreement No. 075-15-2022-1196).

For citation

Tailakov O.V., Sokolov S.V., Utkaev E.A. & Mikhalev D.S. Algorithmic support of the digital platform for monitoring fugitive greenhouse gas emissions from coal mining. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 84-89. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-84-89.

Paper info

Received April 4, 2023

Reviewed April 15, 2023

Accepted April 27, 2023

Факторы современного ценообразования на рынке энергоресурсов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-90-95>

ЗОНОВА О.В.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: zov.fk@kuzstu.ru

КУМАНЕЕВА М.К.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kmk.fk@kuzstu.ru

ШЕВЕЛЕВА О.Б.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shob.fk@kuzstu.ru

Вопрос формирования цен на уголь – один из ключевых и во многом определяющих для всего топливно-энергетического комплекса России, как ввиду серьезности потенциальных последствий ценовой турбулентности, так и вследствие влияния цен на конкурентоспособность всей отрасли. Вопрос формирования цен на энергоносители традиционно принято рассматривать с позиции многофакторности. Однако в современных условиях совокупность факторов, не имеющих экономической природы, значительно деформирует рыночный механизм ценообразования и, как следствие, ведет к глобальной неопределенности. В данной статье предпринята попытка рассмотреть современные проблемы многофакторности ценообразования на рынке энергоресурсов. Для решения поставленных в статье вопросов авторами была выдвинута гипотеза о первостепенности динамики стоимости нефти в определении мировых цен на газ и уголь. Для проверки гипотезы была построена прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от анализируемых факторов. Результатом исследования стал всесторонний анализ факторов различной природы, определяющих тенденции современного ценообразования на энергоносители.

Ключевые слова: угольная промышленность, энергоресурсы, ценообразование, ограничения, факторы.

Для цитирования: Зонова О.В., Куманеева М.К., Шевелева О.Б. Факторы современного ценообразования на рынке энергоресурсов // Уголь. 2023. № 5. С. 90-95. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-90-95.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях санкционного давления, потери европейского рынка сбыта, проблем с реализацией продукции угольной отрасли в результате инфраструктурных и логистических ограничений в связи с переориентацией на юго-восточное направление состояние отечественного угольного бизнеса является нестабильным. Еще пару лет назад уголь был первым углеводородом, попадающим под «нож» декарбонизации. Но радикальные перемены на мировой геополитической арене 2022 г. изменили отношение к углю, сделав его новым «черным золотом». Цены на уголь на мировых рынках периодически обновляют максимумы. Однако для самих угольных компаний последствия происходящего нельзя рассматривать однозначно.

Во-первых, августовское эмбарго Запада привело к тому, что экспорт угля в европейском направлении сократился почти на 20%, достигнув значения 65,6 млн т. Надежда на компенсацию данного нисходящего тренда за счет восточного направления оказалась несостоятельной: экспорт из-за высокой загрузки Восточного полигона удалось нарастить только на 5%. В сложившейся ситуации основные ставки были сделаны на Китай и Индию: Китай продолжает оставаться крупнейшим покупателем российского угля с долей в совокупном импорте в 23%, а Индия за счет получения дисконта нарастила импорт почти в три раза в течение текущего года.

Во-вторых, высокие цены на уголь могли бы стать отправной точкой для роста собственных финансовых ресурсов угольных компаний, однако это было частично компенсировано внесением изменений в налоговое законодательство. Первоначально речь шла о введении экспортных пошлин на энергетический и коксующийся уголь с 2023 г. путем установления цены отсечения. Введение цены отсечения означало, что если цена на энергетический уголь повысится до установленного показателя в размере 150 дол. США за 1 т, то часть сверхдохода от прибыли сверх цены будет направляться в бюджет¹.

Однако, так как экспортная пошлина при текущих контрактных ценах могла не сработать, Правительством РФ было принято решение о том, что рост налоговой нагрузки будет обеспечен повышением ставок НДС. Так, временное увеличение ставок НДС в отношении угля на период 01.01.2023 – 31.03.2023, должно обеспечить дополнительные поступления в бюджет 30 млрд руб.²

Еще одной попыткой регулятора повлиять на угольный рынок стало введение обязательной продажи на бирже минимум 10% угля, исходя из среднего количества, реализованного крупными компаниями в соответствующем месяце за последние три года. Эта мера влечет за собой ряд сложностей с реализацией, что связано как с ограниченностью круга потенциальных покупателей, так и с приоритетностью экспортных отгрузок.

В-третьих, увеличившаяся логистическая сложность перевозок угля отягощается и введением летом 2022 г. новых тарифов на железнодорожные перевозки. Рост тарифов на 11% вместе с отменой понижающих коэффициентов для энергетической угольной продукции, привели к значительному удорожанию транспортной компоненты в себестоимости угля.

Все вышеперечисленные факторы играют активную роль в формировании уровня цен на уголь на отечественном и мировом рынках.

Целью исследования является проверка гипотезы: мировая стоимость нефти является базовой величиной, определяющей мировые цены на газ и уголь.

В процессе работы авторами были исследованы труды как отечественных, так и зарубежных ученых по вопро-

сам ценообразования на мировых рынках энергоресурсов, среди которых работы Л.С. Плактикиной [1], Ю.А. Плакиткина [2], А.А. Макарова [3], С. Брауна [4], С. Кумара [5], Р. Ли [6, 7, 8] и др.

МЕТОДЫ

В рамках исследования использовались общенаучные методы. Количественные показатели цен на энергоресурсы оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Механизмы формирования цен на энергоресурсы различны. Эмпирическим путем доказано, что цена нефти на 80–85% определяется соотношением между спросом и предложением, а оставшиеся 15–20% приходятся на прочие факторы³. Факторы, влияющие на ценообразование барреля нефти можно рассматривать обобщенно, без привязки к конкретному сорту. Безусловно, стоимость барреля разных сортов «черного золота» различается, но между ними всегда сохраняется практически 100%-ная корреляция⁴.

Основными факторами, влияющими на уровень цен на нефть, являются⁵:

- геополитические факторы. Так, введение санкций ограничивает предложение на рынке, отмена санкций – вызывает избыток предложения при том же уровне спроса;
- влияние ОПЕК на нефтяные биржевые котировки путем ограничения объемов добычи нефти;
- объемы запасов нефти: увеличение объема разведанных запасов ведет к росту предложения и, следовательно, уменьшению цены, и наоборот;
- себестоимость добычи нефти. Затратная модель ценообразования является наиболее обоснованной, но в случае с нефтью есть ограничения ее применения: во-первых, нефть не производится, а добывается; во-вторых, условия добычи существенно различаются, так как затраты могут быть связаны не только с добычей, но и с разведкой и разработкой новых месторождений;
- уровень развития альтернативной энергетики.

Управление энергетической информации США выделяет три основных фактора спроса, определяющие стоимость газа: уровень экономического роста; погодные условия; доступность и стоимость других видов топлива.

Авторы разделяют эту точку зрения, обосновывая ее тем, что экономический рост способствует увеличению потребления газа, а рецессия – напротив, приводит к со-

¹ Экспортные пошлины на уголь с января в РФ вводиться не будут. Финмаркет: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.finmarket.ru/news/5841341> (дата обращения: 15.04.2023).

² Дума одобрила в I чтении налоговые поправки о росте НДС на нефть и газ на 2023–2025 годы. ТАСС: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/16088237> (дата обращения: 15.04.2023).

³ От чего зависит цена на Нефть – 11 факторов. Что влияет на курс нефти. STOLF: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://stolf.today/chto-vliyaet-na-neft.html> (дата обращения: 15.04.2023).

⁴ Там же.

⁵ Там же.

Соотношение цен на энергоресурсы*

Correlation of energy prices

Дата наблюдения	Цена на уголь, дол. США**	Цена на газ, евро	Кросс-курс валют на рынке Форекс, EUR/USD	Цена на газ, дол. США	Цена на нефть Brent, дол. США	Соотношение цен нефть : газ : уголь
01.01.21	67,80	16,85	1,2136	20,45	55,04	1 : 0,4 : 1,2
01.02.21	65,90	15,68	1,2074	18,93	64,42	1 : 0,3 : 1
01.03.21	70,10	20,18	1,1728	23,67	62,74	1 : 0,4 : 1,1
01.04.21	71,75	23,99	1,2018	28,83	66,76	1 : 0,4 : 1,1
01.05.21	86,10	25,64	1,2225	31,34	68,95	1 : 0,5 : 1,2
01.06.21	120,75	34,67	1,1855	41,10	74,62	1 : 0,6 : 1,6
01.07.21	132,80	39,16	1,1870	46,48	75,41	1 : 0,6 : 1,8
01.08.21	154,60	49,57	1,1807	58,53	71,63	1 : 0,8 : 2,2
01.09.21	218,10	44,88	1,1581	51,98	78,31	1 : 0,7 : 2,8
01.10.21	231,35	40,05	1,1561	46,30	83,72	1 : 0,6 : 2,8
01.11.21	111,75	44,19	1,1336	50,09	69,23	1 : 0,7 : 1,6
01.12.21	136,75	63,12	1,1368	71,75	77,35	1 : 0,9 : 1,8
01.01.22	178,25	80,37	1,1233	90,28	89,26	1 : 1 : 2
01.02.22	254,65	96,15	1,1219	107,87	97,97	1 : 1,1 : 2,6
01.03.22	273,35	115,12	1,1065	127,38	104,71	1 : 1,2 : 2,6
01.04.22	319,25	93,73	1,0541	98,80	107,14	1 : 0,9 : 3
01.05.22	328,35	98,50	1,0733	105,72	115,60	1 : 0,9 : 2,8
01.06.22	370,35	146,44	1,0482	153,50	109,03	1 : 1,4 : 3,4
01.07.22	389,00	187,25	1,0218	191,33	103,97	1 : 1,8 : 3,7
01.08.22	364,55	237,44	1,0057	238,79	95,64	1 : 2,5 : 3,8
01.09.22	328,50	179,25	0,9799	175,65	85,14	1 : 2,1 : 3,9
01.10.22	221,00	128,51	0,9883	127,01	94,83	1 : 1,3 : 2,3
01.11.22	276,00	146,17	1,0423	152,35	85,43	1 : 1,8 : 3,2
01.12.22	266,50	137,73	1,0468	144,18	79,58	1 : 1,8 : 3,3

* Составлено авторами на основе данных: Investing.com.

Цены на газ – URL: <https://ru.investing.com/commodities/natural-gas-ttf-seasonal-energy-futures-historical-data>, кросс-курс EUR/USD – URL: <https://ru.investing.com/currencies/eur-usd-historical-data>, фьючерс на нефть Brent – Mapm 23 (LCOH3) – URL: <https://ru.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>.

** Мировые рынки угля используют оценку цен API2 для соглашений о поставках, управления рисками, хеджирования, анализа и многого другого.

кращению. Безусловное влияние оказывают и природные условия, вызывающие необходимость повышенного потребления газа в холодный отопительный период. Если же цены на другие энергоресурсы падают, то потребление газа может сократиться вследствие переориентации потребителей (там, где это возможно) на более доступные энергоресурсы.

Выделяют три группы факторов, определяющих цену предложения газа: объем производства; уровень в хранилищах; снижение цен на газ в результате увеличения объемов его производства и импорта.

Факторы, определяющие уровень цен на уголь, могут быть объединены в две группы:

1 – фундаментальные, определяющие спрос и предложение на рынке: объем разведанных запасов; экономическая целесообразность извлечения; объемы добычи и экспорта; уровень и изменения мирового спроса на энергоресурсы;

2 – прочие: спекулятивные операции на бирже; военные действия в регионах добычи энергоресурсов; санкции и иные форс-мажорные обстоятельства.

В настоящее время цена на уголь показывает положительную динамику (табл. 1). В июле 2022 г. фьючерсы на уголь торговались по 389 дол. США за 1 т, тогда как в июле

2021 г. они стоили 189 дол. США. С июля цена снижается, составив на 1 декабря 2022 г. 289 дол. США⁶. Спад цены на уголь наблюдается вследствие снижения цен на другие энергоносители, в частности на газ (см. табл. 1). Максимальная цена на газ также была зафиксирована на 1 июля 2022 г. В августе-октябре наблюдалось снижение биржевых котировок, затем цена изменялась в ценовом диапазоне 130-145 дол.⁷ Максимальная цена на нефть была зафиксирована в мае 2022 г. В течение августа-октября наблюдалось общее снижение цен на энергоресурсы. Несмотря на значительное абсолютное изменение цен, соотношение их уровней также менялось. Это свидетельствует о волатильности цен на энергоресурсы в сложившихся условиях функционирования рыночной экономики на мировых топливных рынках. За анализируемый период среднее соотношение цен на энергоресурсы (нефть : газ : уголь) составило 1 : 1 : 2,4.

⁶ Coal (API2) CIF ARA (ARGUS-MsCloskey) Futures – (MTFc1). [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.investing.com/commodities/coal-api2-cif-ara-futures-historical-data> (дата обращения: 15.04.2023).

⁷ Dutch TTF Natural Gas Futures – Ноябрь. 22 (TFAc1). Investing.com: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.investing.com/commodities/dutch-ttf-gas-c1-futures> (дата обращения: 15.04.2023).

Результаты корреляционного анализа взаимосвязи цен на различные энергоресурсы

Results of the correlation analysis of the relationship between different energy prices

Показатель	Характеристика корреляционной связи			Вывод	Уравнение парной регрессии
	r_{xy}	Теснота связи по шкале Чеддока	p		
газ – уголь	0,887	Высокая	< 0,001	Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)	$Y_{\text{уголь}} = 1,555 \times X_{\text{газ}} + 67,223$
нефть – газ	0,702	Высокая	< 0,001		$Y_{\text{газ}} = 2,595 \times X_{\text{нефть}} - 126,258$
нефть – уголь	0,877	Высокая	< 0,001		$Y_{\text{уголь}} = 5,681 \times X_{\text{нефть}} - 267,419$

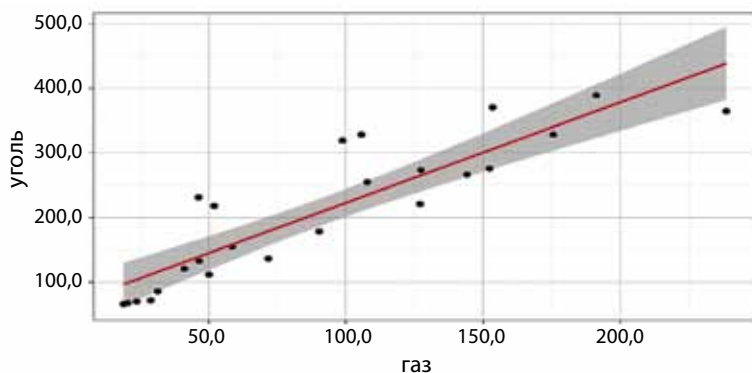


Рис. 1. График регрессионной функции, характеризующий зависимость цены на уголь от стоимости газа

Fig. 1. Regression function plot that shows the dependence of coal prices on the gas prices

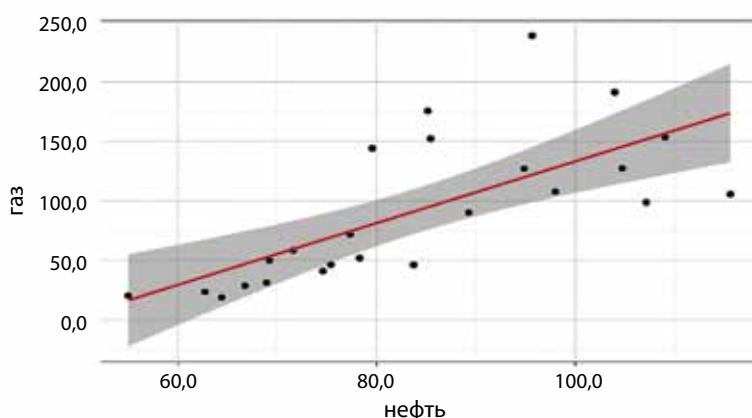


Рис. 2. График регрессионной функции, характеризующий зависимость цены на газ от стоимости нефти

Fig. 2. Regression function plot that shows the dependence of gas prices on the oil prices

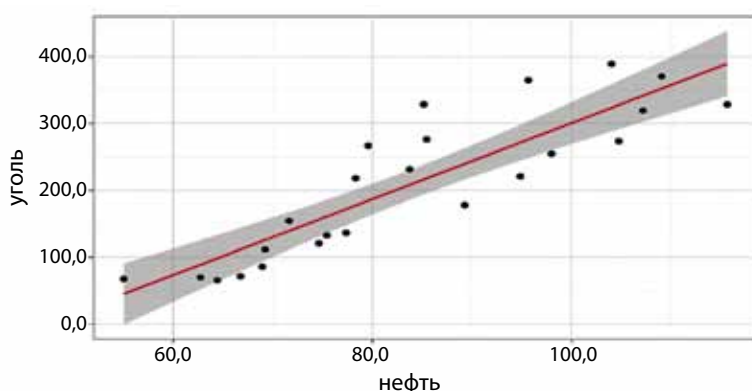


Рис. 3. График регрессионной функции, характеризующий зависимость стоимости угля от цены на нефть

Fig. 3. Regression function plot that shows the dependence of coal prices on oil prices

Анализируя уровни и динамику мировых цен на первичные энергоносители, выявляем устойчивое их соотношение и практически взаимозависимое изменение во времени, что подтверждают результаты расчетов, приведенные в табл. 2.

Согласно уравнению парной регрессии, при увеличении цены газа на 1 у.е. следует ожидать увеличение стоимости угля на 1,555 у.е.; модель объясняет 78,8% наблюдаемой дисперсии показателя «цена на уголь» (рис. 1). При увеличении цены на нефть на 1 у.е. следует ожидать увеличение цены на газ на 2,595 у.е. (рис. 2); модель объясняет 49,3% наблюдаемой дисперсии показателя стоимости газа.

Применяемые в мировой практике спотовые и фьючерсные цены на уголь – это в основном цены на энергетический уголь. Рост спроса на энергетические угли является одной из причин более тесной связи цен на уголь и нефть в последние годы. В отличие от энергетического угля, коксующийся уголь не составляет конкуренцию нефти, газу или другим источникам энергии [9].

В рамках проводимого исследования был также выполнен корреляционный анализ взаимосвязи цен на уголь и нефть (см. табл. 2), в результате которого выявлено, что при увеличении цены нефти на 1 у.е. следует ожидать увеличение цены угля на 5,681 у.е.; модель объясняет 77,0% наблюдаемой дисперсии стоимости угля (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

О взаимосвязи роста цен на уголь и газ говорят многие аналитики. Так, эксперты «Ведомостей» отмечают, что стоимость угля растет вслед за подорожанием газа, подтверждая это графиками, отражающими динамику роста цен фью-

черсов на уголь и газ⁸. Аналитики информационного агентства East Russia отмечают, что поддержку индексам котировок энергетического угля в декабре 2022 г. оказали увеличение спроса на электроэнергию на фоне похолодания в Европе, а также резкий рост цен на газ⁹. Еврокомиссия в своем докладе объясняет повышение спроса на уголь в европейских странах слишком высокими ценами на природный газ, в результате чего многие страны начали увеличивать долю производства электричества на угольных ТЭС, так как даже с учетом дороговизны квот на углеродные выбросы переход с газа на уголь в условиях резкого роста цен на газ оказывается экономически выгодным.

В связи с экологической повесткой отказа от угля как «грязного» топлива спрос на уголь в последнее время на мировых рынках снижался. Однако чем дороже становился газ, тем больше возрастал спрос на уголь и, соответственно, его цена. В настоящее время использование угля является вынужденной мерой, и цели «зеленой» повестки, скорее всего, будут отодвинуты во времени – дефицит энергоресурсов вынуждает использовать наиболее доступные из них.

Цены на уголь подвержены влиянию различных факторов, в том числе они регулируются с учетом изменения поведения крупнейших потребителей энергоресурсов. К примеру, планируя отмену запрета на импорт угля из Австралии и сокращая объемы покупки российского угля, Китай, являясь одной из крупнейших промышленно развитых стран, может оказывать значительное влияние на мировой и российский рынки энергоресурсов, диверсифицируя поставщиков углеводородов и добываясь наиболее выгодных ценовых предложений.

Тем не менее в настоящее время спрос на газ, а вслед за ним и на уголь, может начать расти и в Китае в связи с тем, что в стране 7 декабря 2022 г. объявлено об ослаблении ограничительных мер из-за COVID, что может повлечь рост экономики. Как отмечает «Коммерсантъ», сейчас европейские покупатели платят за газ больше, чем азиатские, но рост потребления в Китае может усилить борьбу за спотовые партии газа на рынке¹⁰.

До введения эмбарго на импорт угля из России наша страна являлась третьим по величине экспортером угля на мировой рынок и наиболее значимым – в Европу (страны ЕС импортировали до 60% топлива для своих электростанций из РФ). В результате принятия Евросоюзом в апреле 2022 г. очередного пакета санкций импорт угля из России с 10 августа 2022 г. был прекращен, европейским странам пришлось заниматься поиском альтернатив российскому углю, а российским компаниям – новых покупа-

⁸ Милкин В. *Цены на газ и уголь в Европе обновили максимумы на фоне военной спецоперации на Украине. Ведомости: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/03/02/911778-tseni-gaz-ugol-evrope> (дата обращения: 15.04.2023).*

⁹ Пульс угля – 4 декабря. Информационно-аналитическое агентство «Восток России» East Russia: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eastrussia.ru/material/puls-uglya-4-dekabrya/> (дата обращения: 15.04.2023).

¹⁰ Цены на СПГ вошли в зимний режим. Коммерсантъ: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5707940> (дата обращения: 15.04.2023).

телей, переориентируя свои потоки на восточное направление. Это стало своего рода катализатором роста цен на уголь. Некое снижение биржевых цен на углересурсы намечилось в результате смягчения санкционных ограничений на российский уголь 22 сентября 2022 г.¹¹.

Подводя итог сказанному, считаем важным отметить, что немаловажное значение при формировании стоимости угля играет динамика объемов добычи и реализации, так как устойчивость развития угольной промышленности во многом определяется факторными пропорциями, связывающими ресурсный потенциал с производственными и рыночными возможностями [10], внутрисистемными проблемами отрасли [11], экологическими и социальными рисками [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день можно констатировать, что механизмы ценообразования конкурентных видов топлива коррелируют между собой в рамках как локального, так и международного контекста. Наличие долгосрочной тесной связи между ценами на природный газ и нефть не раз находило эмпирическое подтверждение, однако, сегодня мы можем говорить о начале периода возрастания силы коинтеграции не только между указанными энергоресурсами, но и углем. Проведенное авторами исследование выявило устойчивое соотношение мировых цен на первичные энергоносители (нефть, газ, уголь), а также коррелированную динамику цен в рассматриваемом периоде времени. Наличие коинтеграции цен может свидетельствовать о начале формирования в текущий момент времени единого мирового рынка энергоносителей. Механизм ценообразования на данном рынке формируется под воздействием как традиционных, так и новых факторов глобальной неопределенности. Авторами были рассмотрены группы факторов, влияющих на современный механизм ценообразования, среди которых особое внимание уделено факторам неэкономического характера в сложившихся форс-мажорных экономических условиях.

Список литературы

1. Плакиткина Л.С. Прогнозирование рыночных цен на уголь на внешнем и внутреннем рынках до 2030 г. // Уголь. 2008. № 9. С. 45-49. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/092008pdf> (дата обращения: 15.04.2023).
2. Плакиткин Ю.А. Мировой финансовый кризис, его причины и последствия для развития отраслей ТЭК (в т.ч. угольная отрасль) // Oil in Russia. 2009. № 4. С. 35-37.
3. Макаров А.А. Посткризисное развитие топливно-энергетического комплекса России // Академия энергетики. 2009. № 5. С. 18-26.
4. Brown S.P.A. Natural gas vs. oil in U.S. transportation: will prices confer an advantage to natural gas? // Energy Policy. 2017. Vol. 110. P. 210-221.
5. Correlations and volatility spillovers between oil, natural gas, and stock prices in India / Satish Kumar, Ashis Kumar Pradhan, Aviral Kumar Tiwari et al. // Resources Policy. 2019. Vol. 62. P. 282-291.

¹¹ Королева А. У рынка угля открылось второе дыхание: сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://expert.ru/2022/10/18/u-rynka-uglya-otkrylos-vtoroye-dykhaniye/> (дата обращения: 15.04.2023).

6. Raymond Li, Roselyne Joyeux, Ronald D. Ripple. International steam coal market integration // *The Energy Journal*. 2010. Vol. 31. No. 3. P. 181-202.
7. Raymond Li, Roselyne Joyeux, Ronald D. Ripple. International Natural Gas Market Integration // *The Energy Journal*. 2014. Vol. 35. No. 4. P. 159-179.
8. Liu D., Xu H. A rational policy decision or political deal? A multiple streams' examination of the Russia – China natural gas pipeline // *Energy Policy*. 2021. Vol. 148. Part B.
9. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Формирование цен на уголь: отечественная и мировая практика // *Уголь*. 2015. № 1. С. 52-55. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012015pdf> (дата обращения: 15.04.2023).
10. Чернова О.А. Относительная безубыточность как детерминанта динамического равновесия угольной промышленности России // *Journal of applied economic research*. 2021. Т. 20. № 2. С. 194-216.
11. Limitations of the implementation of the concept of sustainable development in a coal mining region (the case of the Kemerovo region – Kuzbass) / O.V. Zonova, N.V. Kudrevatykh, O.B. Sheveleva et al. / *E3S Web of Conferences*. VIth International Innovative Mining Symposium. 2021. P. 04021.
12. Системный анализ параметров устойчивого развития угледобывающего региона в свете нарастания экологических проблем (на примере Кемеровской области – Кузбасса) / А.А. Хорешок, Н.В. Кудреватых, О.Б. Шевелева и др. // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2021. Т. 13. № 4. С. 505-517.

Original Paper

UDC 338.517 © O.V. Zonova, M.K. Kumaneeva, O.B. Sheveleva, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • *Ugol'* – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 90-95
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-90-95>

Title

THE FACTORS OF MODERN PRICING IN THE ENERGY MARKET

Authors

Zonova O.V.¹, Kumaneeva M.K.¹, Sheveleva O.B.¹

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Zonova O.V., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: zov.fk@kuzstu.ru

Kumaneeva M.K., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: kmk.fk@kuzstu.ru

Sheveleva O.B., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: shob.fk@kuzstu.ru

Abstract

The issue of coal pricing is one of the key and, to a large extent, defining for the entire fuel and energy complex of Russia, both due to the seriousness of the potential consequences of price turbulence, and due to the impact of prices on the competitiveness of the entire industry. The issue of pricing for energy carriers is traditionally considered from the position of multifactoriality. However, in modern conditions, a combination of factors that do not have an economic nature significantly deforms the market pricing mechanism and, as a result, leads to global uncertainty. This article attempts to consider the current problems of multi-factorial pricing in the energy market. To solve the questions posed in the article, the authors put forward a hypothesis about the primacy of the dynamics of the cost of oil in determining world prices for gas and coal. To test the hypothesis, a predictive model was built that characterizes the dependence of a quantitative variable on the analyzed factors. The study resulted in a comprehensive analysis of factors of various nature that determine the trends in modern energy pricing.

Keywords

Coal industry, Energy resources, Pricing, Restrictions, Factors.

References

1. Plakitkina L.S. Forecasting market prices for coal in the foreign and domestic markets until 2030. *Ugol'*, 2008, (9), pp.45-49. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092008pdf> (accessed 15.04.2023). (In Russ.).
2. Plakitkin Yu.A. Global financial crisis, its causes and consequences for the development of fuel and energy industries (including the coal industry). *Oil in Russia*, 2009, (4), pp. 35-37. (In Russ.).
3. Makarov A.A. Post-crisis development of the fuel and energy complex of Russia. *Academiya energetiki*, 2009, (5), pp. 18-26. (In Russ.).

4. Brown S.P.A. Natural gas vs. oil in U.S. transportation: will prices confer an advantage to natural gas? *Energy Policy*, 2017, (110), pp. 210-221.

5. Satish Kumar, Ashis Kumar Pradhan, Aviral Kumar Tiwari & Sang Hoon Kang. Correlations and volatility spillovers between oil, natural gas, and stock prices in India. *Resources Policy*, 2019, (62), pp. 282-291.

6. Raymond Li, Roselyne Joyeux & Ronald D. Ripple. International steam coal market integration. *The Energy Journal*, 2010, Vol. 31, (3), pp. 181-202.

7. Raymond Li, Roselyne Joyeux & Ronald D. Ripple. International Natural Gas Market Integration. *The Energy Journal*, 2014, Vol. 35, (4), pp. 159-179.

8. Dawei Liu & Hang Xu. A rational policy decision or political deal? A multiple streams' examination of the Russia – China natural gas pipeline. *Energy Policy*, 2021, (148), Part B.

9. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. & Dyachenko K.I. Formation of prices for coal: domestic and world practice. *Ugol'*, 2015, (1), pp. 52-55. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012015pdf> (accessed 15.04.2023). (In Russ.).

10. Chernova O.A. Relative break-even as a determinant of the dynamic balance of the Russian coal industry. *Journal of applied economic research*, 2021, Vol. 20, (2), pp. 194-216. (In Russ.).

11. Zonova O.V., Kudrevatykh N.V., Sheveleva O.B., Slesarenko E.V. & Vagina N.D. Limitations of the implementation of the concept of sustainable development in a coal mining region (the case of the Kemerovo region – Kuzbass). *E3S Web of Conferences*. VIth International Innovative Mining Symposium, 2021, pp. 04021.

12. Horeshok A.A., Kudrevatykh N.V., Sheveleva O.B. & Slesarenko E.V. System analysis of the parameters of sustainable development of a coal-mining region in the light of growing environmental problems (on the example of the Kemerovo region – Kuzbass). *Ustoichivoe razvitie gornykh territorij*, 2021, Vol. 13, (4), pp. 505-517. (In Russ.).

For citation

Zonova O.V., Kumaneeva M.K. & Sheveleva O.B. The factors of modern pricing in the energy market. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 90-95. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-90-95.

Paper info

Received January 9, 2023

Reviewed March 15, 2023

Accepted April 27, 2023

ECONOMICS

Сравнительный анализ разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угольном производстве

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-96-98>

ОГАНЕСЯН А.С.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Автоматизированного проектирования и дизайна»
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: oganesyan.as@misis.ru

АГАФОНОВ В. В.

Доктор техн. наук, профессор
кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСИС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

МАСКАЕВ К.В.

Горный инженер
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

БЫЧКОВ А.С.

Горный инженер
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

АЛИМОВ В.А.

Горный инженер
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Обоснована актуальность проведения исследований в области выбора технических средств для реализации когенерационных технологий в функциональной структуре угледобывающих предприятий, направленных на рационализацию природопользования. Рассмотрены класс поршневых двигателей внутреннего сгорания (ГПУ), класс газотурбинных двигателей (ГТУ), класс силовых установок на базе использования различных топливных элементов (ТЭ). Проведенный анализ основных характеристик и параметров применимости альтернативных силовых установок на базе использования ГПУ, ГТУ и ТЭ в целях создания мини-ТЭЦ на угледобывающих предприятиях обозначил приоритет использования ГПУ.

Ключевые слова: когенерационные технологии, угледобывающее предприятие, газопоршневая установка, газотурбинная установка, топливный элемент.

Для цитирования: Сравнительный анализ разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угольном производстве / А.С. Оганесян, В.В. Агафонов, К.В. Маскаев и др. // Уголь. 2023. № 5. С. 96-98. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-96-98.

ВВЕДЕНИЕ

С учетом сложившихся тенденций и закономерностей развития научно-технического прогресса в области конструирования и проектирования силовых установок, обслуживающих современные когенерационные технологии, можно отметить преимущественное использование следующих классов: класс поршневых двигателей внутреннего сгорания (ГПУ) [1], класс газотурбинных двигателей (ГТУ) [2], класс силовых установок на базе использования различных топливных элементов (ТЭ) [3].

Процедура выбора конкретного класса силовой установки подразумевает использование общепринятых критериев, которые отражают различные технические стороны и особенности, к ним можно отнести: электрическую и тепловую нагрузку; общие затраты на приобретение;

общий ресурс работы и степень надежности составных агрегатов; показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность; степень конкурентоспособности среди аналогичных образцов; степень экологичности и др. [4].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Мини-ТЭЦ угледобывающих предприятий на базе использования силовой установки ГПУ

Технически принципиально важным отличием данного класса энергоустановок является наличие поршневого двигателя внутреннего сгорания – Стирлинга. Эти двигатели подразделяются на два класса: по типу воспламенения рабочей смеси (искровое и сжатие) и по типу используемого первичного топлива (бензин и дизельное топливо, природный газ). Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки данной модификации представлены на рис. 1.

Мини-ТЭЦ на базе использования силовой установки ГТУ

Технически принципиально важным отличием данного класса энергоустановок является наличие газовой турбины, за основу берется процесс смешивания в рабочей камере топливного газа с воздухом с помощью компрессора. Далее реализуется процесс воспламенения рабочей смеси и воздействия рабочих газов с



Рис. 1. Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки ГПУ
Fig. 1. General elements in the conceptual design of a gas reciprocating power plant

температурой 950-1250°C на ряды лопаток газовой турбины и вала электрического генератора для выработки электроэнергии. Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки данной модификации представлены на рис. 2.

Мини-ТЭЦ на базе использования силовой установки с ТЭ

Технически принципиально важным отличием данного класса энергоустановок является наличие так называ-

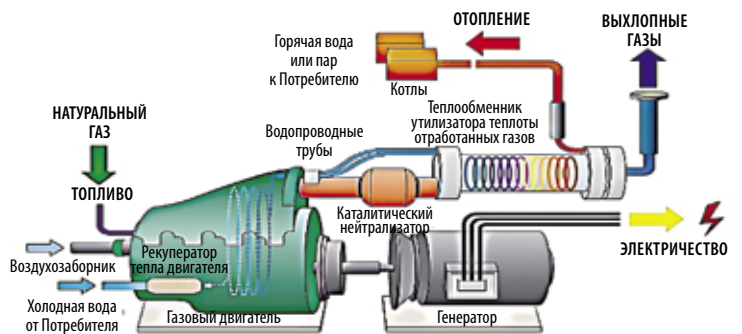


Рис. 2. Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки ГТУ
Fig. 2. General elements in the conceptual design of a gas turbine power plant

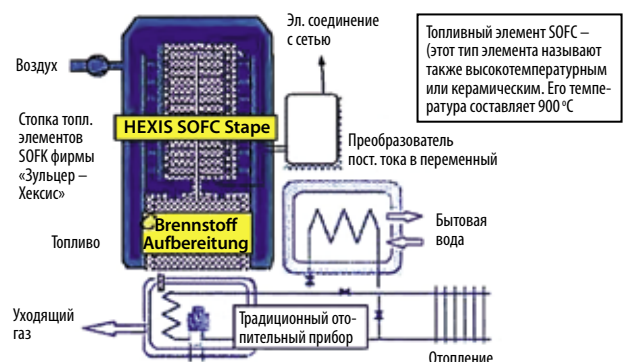


Рис. 3. Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки ОТЭ модификации с топливным элементом фирмы Зульцер – Хексис SOFC

Fig. 3. General elements in the conceptual design of a power plant based on reversible Sulzer Hexis Solid Oxide Fuel Cells (SOFC)

емых топливных элементов (ТЭ). Принципиальная схема работы данной силовой энергоустановки выглядит следующим образом: технологическая схема оснащается высокотемпературными модулями топливных ячеек, в основу которых заложены анод и катод. Под воздействием химической реакции электроны начинают перемещаться в область катода и осуществлять генерацию электрического тока. Общие элементы принципиальной схемы конструктивного исполнения силовой установки с топливным элементом фирмы Зульцен – Хексис SOFC представлены на *рис. 3*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ основных характеристик и параметров применимости альтернативных силовых установок на базе использования ГПУ, ГТУ и ТЭ в целях создания мини-ТЭЦ на угледобывающих предприятиях позволяет сделать следующий вывод:

– при учете всех составляющих наиболее рациональным в составе мини-ТЭЦ является использование силовых установок на базе ГПУ с учетом того, что на угледобывающих предприятиях имеется технологическая потребность в тепловой энергии в виде пара (до 10-12 бар и 180-200°C) и горячей воды круглогодично.

Список литературы

1. Жирова А.В. Газопоршневые установки // Аллея науки. 2018. Т. 2. №. 6. С. 893-896.
2. Изотова В.М. Газотурбинные установки // Вестник магистратуры. 2019. №. 11-2. С. 31.
3. Принцип работы топливного элемента / С.И. Становов, Ф.Ю. Смирнов, Д.А. Чиров и др. В сборнике: Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. 2020. С. 149-151.
4. Fontvieille L., Martin L., Brunel R. Method and system of diagnostics of a power plant with two multistage turbochargers. 2016.

Original Paper

UDC 622.013.3 © A.S. Oganessian, V.V. Agafonov, K.V. Maskaev, A.S. Bychkov, V.A. Alimov, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 5, pp. 96-98
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-96-98>

Title

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF TECHNICAL MEANS FOR THE IMPLEMENTATION OF COGENERATION TECHNOLOGIES IN COAL PRODUCTION

Authors

Oganessian A.S.¹, Agafonov V.V.¹, Maskaev K.V.¹, Bychkov A.S.¹, Alimov V.A.¹

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

Authors Information

Oganessian A.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Automated Design and Engineering, e-mail: oganesyan.as@misis.ru

Agafonov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Geotechnologies of Subsurface Development Mining Institute, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Maskaev K.V., Mining engineer, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Bychkov A.S., Mining engineer, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Alimov V.A., Mining engineer, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Abstract

The relevance of research in the field of the choice of technical means for the implementation of cogeneration technologies in the functional structure of coal mining enterprises aimed at the rationalization of environmental management is substantiated. The class of reciprocating internal combustion engines (GPU), gas turbine engines (GTU), power plants based on the use of various fuel cells (TE) are considered. The analysis of the main characteristics and parameters of the applicability of alternative power plants based on the use of GPU, GTU and TE in order to create mini-CHP plants at coal mining enterprises indicated the priority of the use of GPU.

Keywords

Cogeneration technologies, Coal mining enterprise, Gas piston installation, Gas turbine installation, Fuel cell.

References

1. Zhirona A.V. Gas piston installations. *Alleya nauki*, 2018, Vol. 2, (6), pp. 893-896. (In Russ.).
2. Izotova V.M. Gas turbine installations. *Vestnik magistratury*, 2019, (11-2), pp. 31. (In Russ.).
3. Stanov S.I., Smirnov F.Yu., Chirov D.A. et al. The principle of operation of the fuel cell. In: Priority directions of innovation activity in industry, 2020, pp. 149-151. (In Russ.).
4. Fontvieille L., Martin L. & Brunel R. Method and system of diagnostics of a power plant with two multistage turbochargers, 2016.

For citation

Oganessian A.S., Agafonov V.V., Maskaev K.V., Bychkov A.S. & Alimov V.A. Comparative analysis of different types of technical means for the implementation of cogeneration technologies in coal production. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 96-98. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2023-5-96-98](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-5-96-98).

Paper info

Received March 20, 2023

Reviewed March 31, 2023

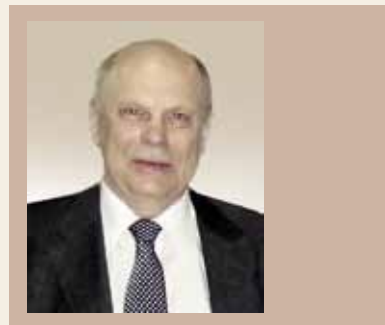
Accepted April 27, 2023

GEOTECHNOLOGY

Руденко Юрий Федорович

(к 75-летию со дня рождения)

12 мая 2023 г. исполнилось 75 лет горному инженеру, известному организатору горного производства, крупному специалисту в области охраны труда, промышленной безопасности и организации горноспасательного дела России, кандидату физико-математических наук – Юрию Федоровичу Руденко.



Трудовая деятельность Юрия Федоровича Руденко началась в 1965 г. на шахте 22 треста «Ленинуголь» комбината «Карагандауголь» с промывщика отбойных молотков, посадчика кровли, и после окончания службы на Тихоокеанском флоте вся его дальнейшая трудовая биография связана с добычей угля и углеобогащением, обеспечением безопасности горных и горноспасательных работ.

После окончания учебы в Карагандинском Ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте и получения диплома полученные теоретические знания Юрий Федорович укрепил и развил, работая старшим научным сотрудником в отраслевой лаборатории Карагандинского политехнического института. Понимание производства, полученные научные знания, природная энергия и организаторский талант в период с 1980 по 1994 г. способствовали профессиональному росту Юрия Федоровича на предприятиях и в технической дирекции ПО «Карагандауголь», где он работал в должностях главного горняка, заместителя технического директора по технике безопасности и промышленной санитарии, заместителя технического директора по подготовительным работам, главным инженером и директором шахты «Карагандинская».

В непростой забастовочный период Юрий Федорович, как директор, смог сохранить коллектив шахты «Карагандинская» благодаря искреннему пониманию проблем и психологии шахтеров, стремлению к улучшению условий их работы и жизни.

В 1994 г. Юрий Федорович был приглашен на работу в Центральный штаб ВГСЧ Минтопэнерго России, где в должности заместителя начальника ВГСЧ по профилактической работе проработал 12 лет. Под его руководством в ВГСЧ создана и до настоящего времени успешно функционирует информационно-аналитическая система, направленная на повышение противоаварийной устойчивости угледобывающих и перерабатывающих предприятий России. В подразделениях ВГСЧ и на предприятиях внедрен целый ряд уникальных программных комплексов и баз данных. Он принимал непосредственное участие в ликвидации наиболее сложных аварий на угольных шахтах Казахстана и России, а также в работе комиссий по расследованию причин происшедших аварий. За участие в организации спасения 46 шахтеров шахты «Западная» ООО «Компания «Ростовуголь» при ликвидации последствий прорыва воды в шахту указом Президента Российской Федерации он награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени.

С 2006 по 2022 г. Ю.Ф. Руденко работал в АО «СУЭК» сначала техническим директором, а с 2011 г. советником генерального директора. В должности технического директора он заложил основные технологические и пространственно-планировочные решения шахт и разрезов АО «СУЭК», а также технологические решения переработки и обогащения угля, промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, которые в настоящее время позволили достичь безопасной, стабильной, высокопроизводительной работы предприятий и установить ряд мировых рекордов по добыче угля и подготовке очистного фронта. Он курировал строительство таких значимых объектов, как обогатительная фабрика «Тугнуйская», балкерный терминал в порту Ванино и др.

Накопленный практический опыт и теоретические знания позволили Юрию Федоровичу в 2009 г. успешно защитить кандидатскую диссертацию на тему: «Управление распространением ударных волн в сети выработок угольной шахты при взрыве газа и пыли».

Юрий Федорович участник разработки многочисленных отраслевых нормативных и методических документов, информационных и компьютерных технологий в области производства и промышленной безопасности угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик. Он имеет более 20 авторских свидетельств и более 50 печатных работ. Под руководством Руденко Ю.Ф. разработаны и внедрены на предприятиях и в подразделениях ВГСЧ России компьютерные программы для решения задач маркшейдерии и геологии, вентиляции, водоснабжения, расчета зон поражения при аварийных ситуациях, конвейеризации и др.

Являясь горным инженером наивысшей квалификации, Государственным, которому не безразличны интересы шахтеров, Юрий Федорович входил в межведомственные рабочие группы при Минэнерго РФ по подготовке комплекса мер, направленных на повышение безопасности и улучшение условий труда в угольной отрасли, и при Минтруде по разработке отраслевых профессиональных стандартов, а также являлся членом Технического Комитета по стандартизации № 269 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Он участвовал в разработке нормативной документации по проведению специальной оценки условий труда на предприятиях угольной промышленности, а затем координировал работу по фактическому проведению специальной оценки условий труда в производственных еди-

ницах АО «СУЭК», активно взаимодействуя с отраслевыми профсоюзными организациями.

Под его руководством и при непосредственном участии на предприятиях АО «СУЭК» внедрены автоматизированные комплексы управления производством, такие как «Карьер», Система диспетчеризации Компании, многофункциональная система безопасности «ГРАНЧ», программный комплекс «Единая книга предписаний и формирования сменных нарядов». Он координировал процесс разработки и внедрения прототипа Системы дистанционного контроля параметров промышленной безопасности для угольных шахт, создаваемого в рамках внедрения риск-ориентированного подхода к осуществлению контроля безопасности производства.

За свою полувековую профессиональную деятельность Юрий Федорович награжден медалью «Ветеран труда», знаками «Ветеран угольной промышленности»,

«Шахтерская слава» I, II и III степени, Золотым знаком «Горняк России».

Юрий Федорович является Лауреатом премии Совета Министров Казахской ССР за 1986 г. за работу «Исследование и разработка способов добычи метана на угольных шахтах Карагандинского бассейна и высокоэффективного использования его как вторичного энергетического ресурса», Лауреатом премии имени Академика А.А. Скочинского за 2002 г. за работу «Разработка системы комплексного мониторинга вентиляции и пылевзрывобезопасности».

На всех участках работы Юрий Федорович проявлял и продолжает проявлять себя как Горный инженер с большой буквы, талантливый руководитель и наставник, влюбленный в свою профессию, внедряющий новые и безопасные технологии добычи и обогащения твердых полезных ископаемых, в том числе угля и калийных солей.

Министерство энергетики Российской Федерации, коллективы АО «Сибирская угольная энергетическая компания», АО «МХК «ЕвроХим», ФГУП «ВГСЧ», Управления по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, горная и научно-техническая общественность, редколлегия и редакция журнала «Уголь» от всей души поздравляют Юрия Федоровича Руденко с юбилеем и желают здоровья, благополучия, огромного человеческого счастья, успехов и чувства удовлетворения в его творческой трудовой деятельности на благо России!

Большая стройка: на крупнейшем в стране Бородинском разрезе ведется реконструкция горных работ

Масштабная реконструкция восточного фланга продолжается на Бородинском разрезе СУЭК, крупнейшем в Красноярском крае и в России.

Она потребовалась для дальнейшего продвижения фронта горных работ и включает в себя строительство транспортной развязки с тоннелем и перенос поста «Восточно-Обменный».

Для поста уже подготовили площадку и приступили к строительству железнодорожного пути. «На сегодняшний день уложено порядка 400 м. Кроме этого, для железнодорожного пути поста «Восточно-Обменный» на звеноборочной базе «сшито» еще 2 км рельсошпальной ре-



шетки, – уточняет **заместитель главного инженера Бородинского разреза Андрей Хмыров**. – Новое место поста в будущем обеспечит бесперебойное распределение больших потоков горной массы с участка «Вскрышной» на «Отвальный».

Параллельно переносу поста идет строительство транспортной развязки с тоннелем. Новое сооружение позволит перенаправить потоки вскрышных пород, которые сегодня принимают в отвалы в восточной части, в выработанное пространство в центре угольного разреза, при этом не препятствуя круглосуточному движению составов с углем. Сейчас для железнодорожного пути, который соединит западную и восточную части предприятия укладывают «пионерную» насыпь общей протяженностью 2,5 км. Ее строительство пройдет в три этапа, только для первого понадобится уложить порядка 3,5 млн куб. м породы.

Реконструкция восточного крыла разреза обеспечит бесперебойную и ритмичную работу железнодорожного транспорта и экскаваторного парка, что в свою очередь является важным фактором надежности поставок угля потребителям – крупнейшим станциям Красноярского края и Сибири. Ввод всех объектов в эксплуатацию запланирован на 2025 г.



Пресс-центр АО «СУЭК»

В СУЭК возродилось проведение заседаний клуба «Проходчик»

В компании «СУЭК-Кузбасс» состоялась 24-е заседание профессионального клуба «Проходчик».

Несколько лет по причинам, связанным в основном с ограничениями из-за пандемии, заседания клуба не проводились. Но в 2023 г. было решено возобновить традиционные встречи, причем в расширенном формате. К проходчикам шахт компании «СУЭК-Кузбасс» присоединились коллеги из компании «Ургалуголь» (Хабаровский край, поселок Чегдомын), также входящей в СУЭК. Местом проведения клуба стал конференц-зал МФЦ «Горняк».

В начале заседания **технический директор АО «СУЭК» Анатолий Мешков** поздравил всех собравшихся с возрождением «Проходчика» и еще раз подчеркнул важность этой профессии для угледобычи. *«Подсчитано, что один пройденный метр горных выработок дает триста тонн добычи из очистного забоя, или пять вагонов, груженных углем. Поэтому развитие проходки приоритетно в компании»*, – отметил Анатолий Мешков.

Обозначено, что сегодня многое делается для облегчения труда проходчиков. Приобретается новое горношахтное оборудование, позволяющее значительно повысить эффективность и безопасность труда в забоях. Это комплексы фронтального типа, самоходные анкеростановщики, автобусы для подземной перевозки людей, погрузочно-доставочные машины, самозадвигающиеся концевые станции (СКС).

Часть внедряемой техники участники заседания могли увидеть на специально подготовленной выставке рядом с «Горняком».

Генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» Михаил Лупий в своем выступлении сделал акцент на измене-



ниях в ведении проходки за последние 15 лет – с проведения первого заседания клуба «Проходчик». Более чем в два раза в среднем возросла глубина ведения горных работ – сейчас она составляет 580 метров. Поменялся и уровень

оснащенности подготовительных бригад. Появились комбайны тяжелого типа, специально предназначенные для прохождения выработок по породе. Стала более совершенной технология анкерования забоев. Улучшается система доставки материалов. Многие сделано для повышения безопасности труда. Все это, вместе с мастерством горняков, позволяет наращивать темпы проходки.

Директор шахты «Северная» компании «Ургалуголь» Алексей Эссальников рассказал об особенностях ведения горных работ на их предприятии. При этом он выразил твердую уверенность в том, что обмен опытом в рамках клуба «Проходчик» обязательно пойдет на пользу в своевременной подготовке очистного фронта.

Сохраняя традиции, на заседании клуба состоялось награждение кубками, дипломами и денежными сертификатами коллективов, показавших лучшие результаты по итогам первого квартала 2023 г. Победителями в своих номинациях в компании «СУЭК-Кузбасс» стали проходческие бригады Александра Беркуты шахты имени А.Д. Рубана, Вадима Валишина и Николая Козлова (обе – шахта имени В.Д. Ялевского). На шахте «Северная» компании «Ургалуголь» награды удостоились бригада Сергея Нечипорука и участок под руководством Анатолия Прусакова.



Также была проведена церемония подписания договоров по взятию бригадами повышенных обязательств на следующее полугодие.

Продолжая традиции, состоялся прием в почетные члены клуба «Проходчик» знатных ветеранов проходки шахты имени С.М. Кирова, «хозяйки» заседания. А проходчики, впервые принимающие участие в заседании, получили клубные значки из рук первого президента клуба Игоря Овдина.

Завершила заседание профессионального клуба «Проходчик» передача эстафеты проведения следующего заседания от шахты имени С.М. Кирова коллективу шахты имени В.Д. Ялевского.



IMS – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ



**Устанавливается
на заводе**



Более 50 датчиков
размещенных на самосвалах
в базовой комплектации



Анализ данных
из любой точки земного шара
в режиме реального времени



ПРЕИМУЩЕСТВА IMS:

- Прослеживание и контроль технического состояния парка самосвалов.
- Прогнозирование выхода из строя деталей и узлов.
- Снижение себестоимости добычи и затрат на техническое обслуживание парка самосвалов.

