

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

2-2022



Оптовая продажа
горного оборудования
и запасных частей



РЕКЛАМА

Лидер в производстве оборудования
для тоннелей, рудников и шахт



РАБОТАЕТ ПРИ -40°C

FLIP-FLOP



РЕКЛАМА

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б.,
доктор техн. наук

ГАЛКИН В.А.,
доктор техн. наук, профессор

ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,
доктор техн. наук, профессор

ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,
доктор техн. наук, профессор

КОВАЛЬЧУК А.Б.,
доктор техн. наук, профессор

ЛИТВИНЕНКО В.С.,
доктор техн. наук, профессор

МАЛЫШЕВ Ю.Н., академик РАН,
доктор техн. наук, профессор

МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук

МОЧАЛЬНИКОВ С.В., канд. экон. наук

ПЕТРОВ И.В.,
доктор экон. наук, профессор

ПОПОВ В.Н.,
доктор экон. наук, профессор

ПОТАПОВ В.П.,
доктор техн. наук, профессор

РОЖКОВ А.А.,
доктор экон. наук, профессор

РЫБАК Л.В.,
доктор экон. наук, профессор

СКРЫЛЬ А.И., горный инженер

СУСЛОВ В.И., чл.-корр. РАН,
доктор экон. наук, профессор

ЩАДОВ В.М.,
доктор техн. наук, профессор

ЯКОВЛЕВ Д.В.,
доктор техн. наук, профессор

Иностранные члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ,**
доктор техн. наук, Германия

Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,**
доктор техн. наук, Германия

Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ,**
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»

ФЕВРАЛЬ

2-2022 /1151/

УГОЛЬ**СОДЕРЖАНИЕ****ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ**

Кубрин С.С., Мосиевский А.А., Закоршменный И.М., Решетняк С.Н., Максименко Ю.М.

Пути повышения энергетической эффективности подземных электрических сетей
высокопроизводительных угольных шахт _____ 4

Бобин В.А., Грабский А.А., Грабская Е.П.

Особенности и перспективы технологии образования метана
при механохимической трансформации бахромы угольного вещества _____ 10

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Азев В.А., Попов Д.В.

Обоснование технологических параметров разработки пластовых месторождений
с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля _____ 14

Соболев А.А., Галимьянов А.А.

Анализ изменения технико-экономических показателей буровзрывных работ
в зависимости от возрастания глубины разработки угольных месторождений
Дальнего Востока _____ 22

РЕГИОНЫ

Хаценко Е.С.

Эконометрическое моделирование отраслевой программы развития и функционирования
угольно-промышленных кластеров в системе региональной экономики _____ 26

ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Глинина О.И.

Международный форум «Российская энергетическая неделя – 2021» _____ 29

БЕЗОПАСНОСТЬ

Иванов Ю.М., Куракина Н.В., Фомин А.И., Ли Хи Ун, Ворошилов А.С.

Анализ травматизма работников, обусловленного трудовым стажем.
Оценка рисков травматизма _____ 37

РЕСУРСЫ

Панков Д.А., Афанасьев В.Я., Байкова О.В.

Тенденции в области добычи и потребления угля марки Т в России и в мире:
перспективы для российского производства и экспорта _____ 41

Буравчук Н.И., Гурьянова О.В.

Использование золошлаковых отходов в гидротехническом бетоне для шахтной крепи _____ 45

Новиков А.В.

Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития
прибрежных территорий _____ 50

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С.

Эффективное грохочение даже при -40°C _____ 55

ГЕОИНФОРМАТИКА

Агафонов В.В., Зайцева Е.В., Яхеев В.В., Снигирев В.В., Гурков А.А.

Имитационное моделирование функциональных структур технологических систем
угледобывающих предприятий _____ 57

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

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

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,151
(без самоцитирования – 0,79)

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,71
(без самоцитирования – 0,501)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН

в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru**www.ugol.info**

и на отраслевом портале

«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

www.rosugol.ru**НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:**

Ведущий редактор О.И. ГЛИНИНА

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 01.02.2022.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,0 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

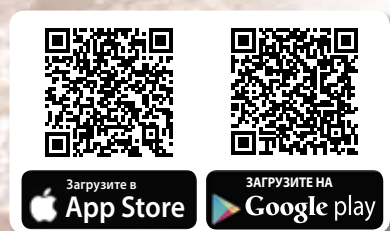
ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

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

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 104884

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

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2022

ЭКОЛОГИЯ

Шутько Л.Г., Самородова Л.Л.

Углеродный след и эффект декаплинга в угледобыче Кузбасса _____ **61****ЗА РУБЕЖОМ**Зеньков И.В., Морин А.С., Герасимова Т.А., Чинь Ле Хунг, Суслов Д.Н.,
Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В.**Горные и транспортные машины в карьерах на месторождениях угля
в Республике Союз Мьянма (Бирма) по данным дистанционного
мониторинга Земли из космоса** _____ **67****ХРОНИКА****Хроника. События. Факты. Новости** _____ **71****ЮБИЛЕИ****Каледина Нина Олеговна – поздравляем с юбилеем!** _____ **80****Список реклам**

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| PARTINDUS | 1-я обл. | УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ | 4-я обл. |
| TAPPGROUP | 2-я обл. | НПП Завод МДУ | 49 |
| АО «Росинформуголь» | 3-я обл. | | |

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

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

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

SCOPUS (рейтинг журнала Q3)**Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF**Редакция журнала «Уголь» является членом Международной ассоциации
по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA).

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США).

Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO
Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академическихбиблиотек по всему миру. EBSCO имеет партнерские отношения с библиотеками на
протяжении уже более 70 лет, обеспечивая содержание исследований качества, мощные

технологии поиска и интуитивные платформы доставки.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10
мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме
открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация
науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по
степени видимости материалов в Google Scholar.**Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar**Платформа CNKI Scholar (http://scholar.cnki.net) – ведущий китайский агрегатор
и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество
пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем
20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств,
корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн. С 2008 г.
китайский агрегатор проиндексировал более 60 тыс. журналов и 400 тыс.
электронных книг, трудов более 500 международных издательств, обществ, включая
SpringerNature, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley, IOP, ASCE, AMS и др.**Подписные индексы:**– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717; 87776; T7728; Э87717**– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 87776; 007097; 009901**

Chief Editor

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

Members of the editorial council:

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

Foreign members of the editorial council:

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

Ugol' Journal Edition LLC

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

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

Established in October 1925

FOUNDERS

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

FEBRUARY**2' 2022****UGOL' / RUSSIAN
COAL
JOURNAL****CONTENT****UNDERGROUND MINING**

Kubrin S.S., Mosievsky A.A., Zakorshmeny I.M., Reshetnyak S.N., Maksimenko Yu.M.

**Ways to improve the energy efficiency of underground electric networks
of high-performance coal mines** _____ 4

Bobin V.A., Grabsky A.A., Grabskaya E.P.

**On the issue of mechanochemical transformation of the fringe
of coal matter leading to the formation of methane** _____ 10**SURFACE MINING**

Azev V.A., Popov D.V.

**Justification of process parameters in mining stratified deposits
with inconsistent occurrence and quality characteristics of coal** _____ 14

Sobolev A.A., Galimyanov A.A.

**Technical and Economical Analysis of Drilling and Blasting Parameters Depending
on the Depths Increase in Coal Mining** _____ 22**REGIONS**

Khatsenko E.S.

**Econometric modeling of the sectoral program for the development
and functioning of coal-industrial clusters in the regional economy** _____ 26**COAL MINING OUTLOOK**

Glinina O.I.

Russian Energy Week International Forum 2021 outcomes. REW-2021 _____ 29**SAFETY**

Ivanov Yu.M., Kurakina N.V., Fomin A.I., Li Khi Un, Voroshilov A.S.

Analysis of injury rate as related to employee's labour experience. Injury risk assessment _____ 37**MINERAL RESOURCES**

Pankov D.A., Afanasiev V.Ya., Baikova O.V.

Global coal production and consumption: prospects for russian exporters _____ 41

Buravchuk N.I., Guryanova O.V.

The use of ash and slag waste in hydraulic concrete for shaft support _____ 45

Novikov A.V.

Arctic vector of coal policy in the context of spatial development of coastal territories _____ 50**COAL PREPARATION**

Lokhov D.S.

New generation material _____ 55**GEOINFORMATICS**

Agafonov V.V., Zaitseva E.V., Yakheev V.V., Snigirev V.V., Gurkov A.A.

Simulation modeling of functional structures of technological systems of mining enterprises _____ 57**ECOLOGY**

Shutko L.G., Samorodova L.L.

Carbon footprint and decoupling effect in Kuzbass coal mining _____ 61**ABROAD**

Zenkov I.V., Morin A.S., Gerasimova T.A., Trinh Le Hung, Suslov D.N., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V.

**Mining and transport vehicles in surface coal mines in the Republic
of the Union of Myanmar (Burma) based on satellite remote sensing data** _____ 67**CHRONICLE****The chronicle. Events. The facts. News** _____ 71**ANNIVERSARIES****Kaledina Nina Olegovna. Congratulations on the anniversary** _____ 80

Пути повышения энергетической эффективности подземных электрических сетей высокопроизводительных угольных шахт

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-4-9>

КУБРИН С.С.

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий лабораторией 2.3
«Геотехнологических рисков при освоении
газоносных угольных и рудных месторождений»
ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия

МОСИЕВСКИЙ А.А.

Заместитель директора по производству
ПЕ «Спецналадка» АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия

ЗАКОРШМЕННЫЙ И.М.

Доктор техн. наук, доцент,
ведущий научный сотрудник лаборатории 2.3
«Геотехнологических рисков при освоении
газоносных угольных и рудных месторождений»
ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия

РЕШЕТНЯК С.Н.

Канд. техн. наук, доцент,
старший научный сотрудник лаборатории 2.3
«Геотехнологических рисков при освоении
газоносных угольных и рудных месторождений»
ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: reshetniak@inbox.ru

МАКСИМЕНКО Ю.М.

Канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры «Геотехнология»
НИТУ МИСиС,
119049, г. Москва, Россия

В публикации рассмотрены основные пути повышения уровня энергоэффективности в электрических сетях при добыче угля подземным способом, в том числе на угольных шахтах, опасных по внезапным выбросам газа и пыли. Представлены результаты проведенных исследований, в том числе экспериментальных, в условиях высокопроизводительных угольных шахт, которые позволили определить основные тренды по повышению энергоэффективности, а именно: путем повышения уровня питающего напряжения; путем снижения уровня влияния высших гармоник на режимы работы основного технологического оборудования; а также повышения уровня нормирования режимов работы основного технологического оборудования высокопроизводительных выемочных участков угольных шахт.

Ключевые слова: угольная шахта, система электроснабжения, качество электрической энергии, энергоэффективность, подземные электрические сети.

Для цитирования: Пути повышения энергетической эффективности подземных электрических сетей высокопроизводительных угольных шахт/ С.С. Кубрин, А.А. Мосиевский, И.М. Загоршменный и др. // Уголь. 2022. № 2. С. 4-9. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-4-9.

ВВЕДЕНИЕ

Все возрастающая потребность в угле вызывает необходимость перехода на более совершенные технологические схемы вскрытия, подготовки и разработки угольных пластов, что в свою очередь связано с модернизацией горных машин и оборудования для выемочных, проходческих и транспортных работ. Внедрение совершенных средств механизации влечет за собой рост мощностей электроустановок, повышенное электропотребление, необходимость совершенствования систем электроснабжения, ужесточения требований к надежности электрооборудования и его безопасной эксплуатации [1, 2, 3, 4, 5].

Основными потребителями электроэнергии на шахтах являются стационарные установки на поверхности (подъемные, вентиляторные, компрессорные, комплексы переработки и др.) и передвижные – в подземных выработках, питающие проходческие и выемочные участки, а также участки подземного конвейерного транспорта. Мощность стационарных установок достигает 5-8 МВт, а в подземных выра-

ботках 3-4 МВт при увеличивающейся глубине разработки: для шахт Донбасса – от 600 до 1300 м, а для шахт Кузбасса – от 350 до 700 м [6, 7, 8, 9]. Рост мощностей и увеличение дальности передачи электроэнергии вызывают недопустимые потери напряжения, значительные отклонения и колебания напряжения от допустимых значений, что в значительной степени снижает уровень энергоэффективности добычи угля подземным способом, тем самым повышая уровень ее себестоимости [10, 11, 12].

Все это обуславливает постановку современной научной задачи по определению основных трендов на повышение уровня энергетической эффективности в условиях подземных электрических сетей высокопроизводительных угольных шахт.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В последнее время, в силу объективных причин, наметилась устойчивая тенденция к разработке глубоких горизонтов (1000 м и более). В этом случае напряжение 6 кВ для удаленных участков (нагрузка – 1500-2000 кВт) оказывается недостаточным из-за большой потери напряжения в магистральных кабелях, проложенных в стволе.

Московский государственный горный университет, Институт Горного Дела им. А.А. Скочинского и др. обосновывали целесообразность применения напряжения 10 кВ для подземных высоковольтных сетей и для питания мощных приемников электрической энергии, что позволяет сократить количество стволовых кабелей до 4-6, снизить потери и улучшить показатели качества напряжения в системе подземного электроснабжения.

Перспективность такого направления показала возможность использования глубокого ввода напряжения 35 кВ для магистральных электрических сетей глубоких высокопроизводительных угольных шахт. Однако окончательное решение может быть принято только после пересмотра действующих нормативно-правовых документов. Анализ схем электроснабжения угольных шахт позволил определить наиболее распространенную из них. В частности, на угольных шахтах Кузбасса достаточно широко распространение получили совмещенные схемы электроснабжения. В этом случае от общих шин ГПП вторичное напряжение 6/10 кВ

передается к потребителям поверхности по воздушным или кабельным линиям на шины ЦПП по кабельным линиям, проложенным в стволах, а также по кабельным линиям до РПП (распределительный подземный пункт), сооруженным под скважиной. Пример схемы электроснабжения типовой угольной шахты, построенной по совмещенной системе, представлен на рис. 1.

Согласно представленной схеме на ГПП шахты поступает напряжение от двух независимых источников напряжением 110/35 кВ, которое понижается до уровня 10/6 кВ и подается на шины ГПП. От шин ГПП электроэнергия распределяется к потребителям поверхности по воздушным или кабельным линиям, а также кабельными линиями по стволу шахты до ЦПП и далее до конечных потребителей. Помимо этого, на флангах шахтного поля имеется ряд скважин, к которым подходят воздушные линии, питающие подземные потребители через кабели, проложенные по скважинам.

До недавнего времени максимальный уровень напряжения подземных сетей не превышал 1140 В, однако необходимость применения современных высокопроизво-

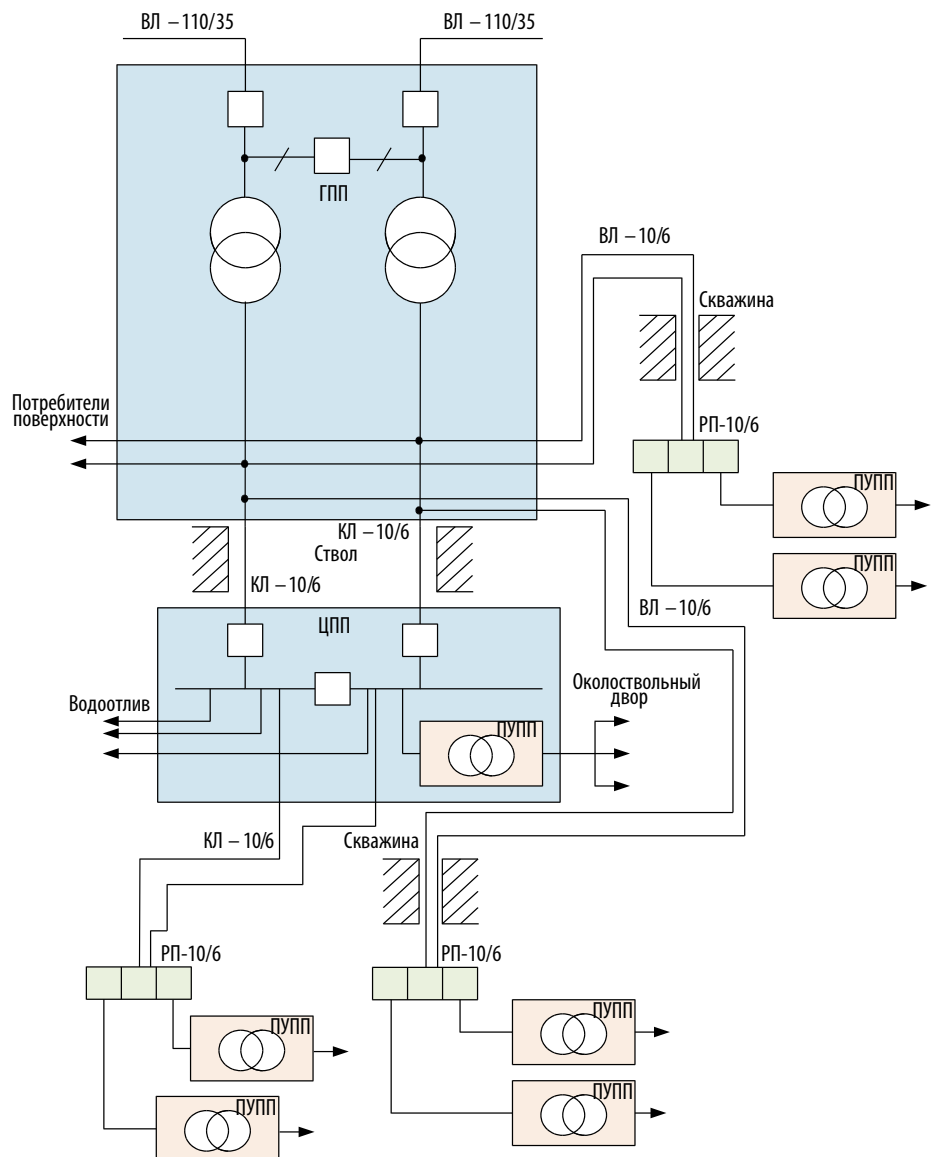


Рис. 1. Совмещенная схема электроснабжения угольной шахты

дательных выемочных комплексов потребовала увеличения уровня вторичного напряжения до 3000 (3300) В. Увеличение уровня напряжения было обосновано изменением технологии добычи, ростом мощностей всего парка добычных, проходческих и транспортных средств, что привело к недопустимой потере напряжения в участковых кабельных линиях. Ростехнадзор разработал и утвердил «Методические указания по электроснабжению, выбору и проверке электрических аппаратов, кабелей и устройств релейной защиты в участковых сетях угольных шахт (рудников) напряжением 3300 В» в 2011 г., что дало возможность проектировать подземные распределительные сети, используя три уровня напряжения для передвижных потребителей выемочных участков угольных шахт: 660В, 1140 и 3300 В [13]. Учитывая, что ряд выемочных комбайнов работает при напряжении 4160 В (комбайны Joy компании Komatsu), то наблюдается прочная тенденция к росту напряжения распределительных сетей для шахт высокой производительности.

Вышедшие методические указания позволили начать эксплуатацию современных высокопроизводительных выемочных комбайнов. Ведущими мировыми производителями такого оборудования являются международные компании Komatsu (линейка выемочных комбайнов Joy, США) [14], EICKHOFF (линейка выемочных комбайнов Eickhoff, Германия) [15]. Представленные выемочные комбайны обладают широким диапазоном мощности вынимаемого угольного пласта от 1,3 до 9 м, большей скоростью движения и большой производительностью. Следует отметить, что выемочный комбайн – основа общешахтного технологического процесса, от эффективной работы которого зависит степень использования добычного и транспортного оборудования, водоотливных установок, системы проветривания горных выработок и др.

Специфика работы угольных шахт, обусловленная непрерывным перемещением выемочных и проходческих участков, наличием опасных компонентов в рудничной атмосфере, требует значительной корректировки реальных схем электроснабжения. Именно это определяет различие в схемных решениях для похожих горно-геологических условий и одинаковых систем разработки. Выемочные участки являются одними из наиболее энергоемких потребителей

и начальным звеном всего технологического процесса выемки угля, поэтому именно им уделяется особое внимание [1, 2, 10, 11, 12]. К энергопоезду выемочного участка электроэнергия подается от ЦПП кабельными линиями напряжением 10(6) кВ при незначительном удалении фронта очистных работ, а при значительном – от промежуточных ЦРП-10(6) (рис. 2).

Помимо увеличения уровня напряжения оборудования и увеличения его мощности совершенствуются системы электроприводов, внедряются регулируемый электропривод с элементами преобразовательной техники, современные системы управления электроприводами основного технологического оборудования участка. Исследования оборудования высокопроизводительных выемочных участков шахт (компания АО «СУЭК-Кузбасс») позволили определить, что порядка 35% электроприводов основного технологического оборудования выемочных участков используют в своем составе системы управления, подключенные к питающей сети через преобразовательные устройства. Используемые технологические решения выемки угля требуют регулирования режимов работы горных машин и установок, что достигается использованием преобразовательных устройств в составе электромеханических комплексов для управления мощными электроприводами, особенно при длинных лавах (300 м и более). Следует отметить, что наблюдается дальнейшая тенденция роста числа регулируемых систем электропривода в горном машиностроении.

Применение регулируемых электроприводов для выемочных, проходческих и транспортных средств в подземных выработках привело к появлению явлений, ранее не наблюдаемых в подземных электрических сетях: изменился гармонический состав, проявились высшие гармоники тока и напряжения, что вызывает дополнительный

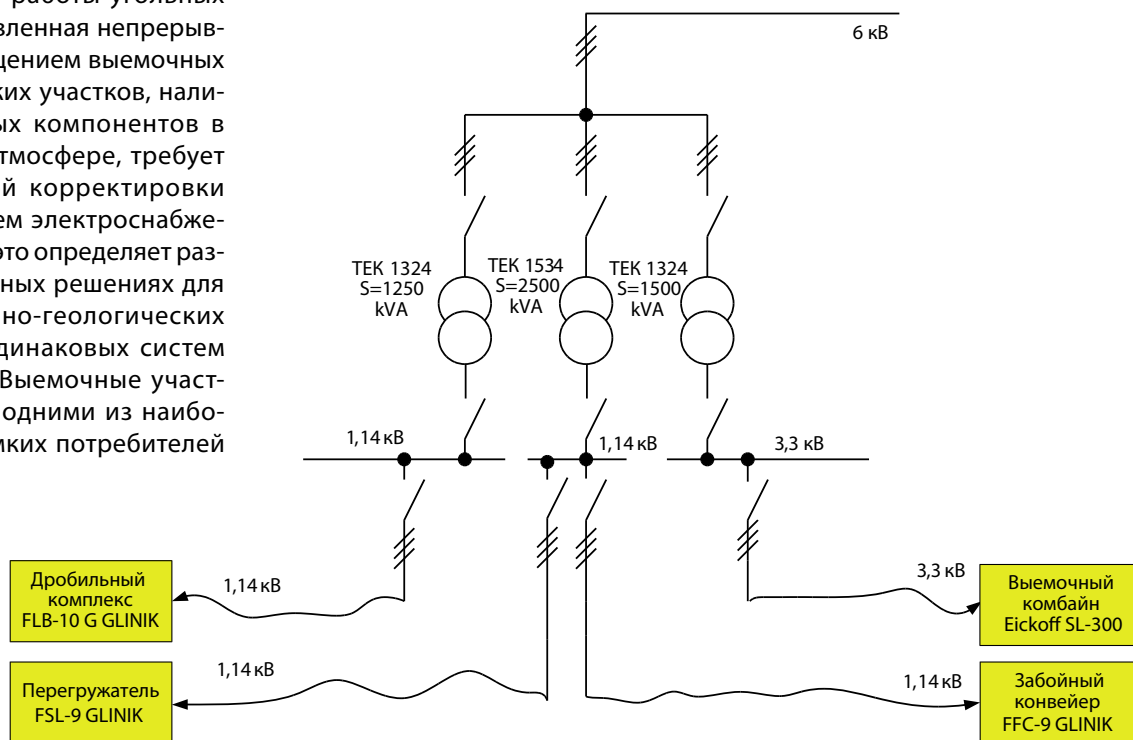


Рис. 2. Однолинейная схема электроснабжения выемочного участка при разных уровнях напряжения

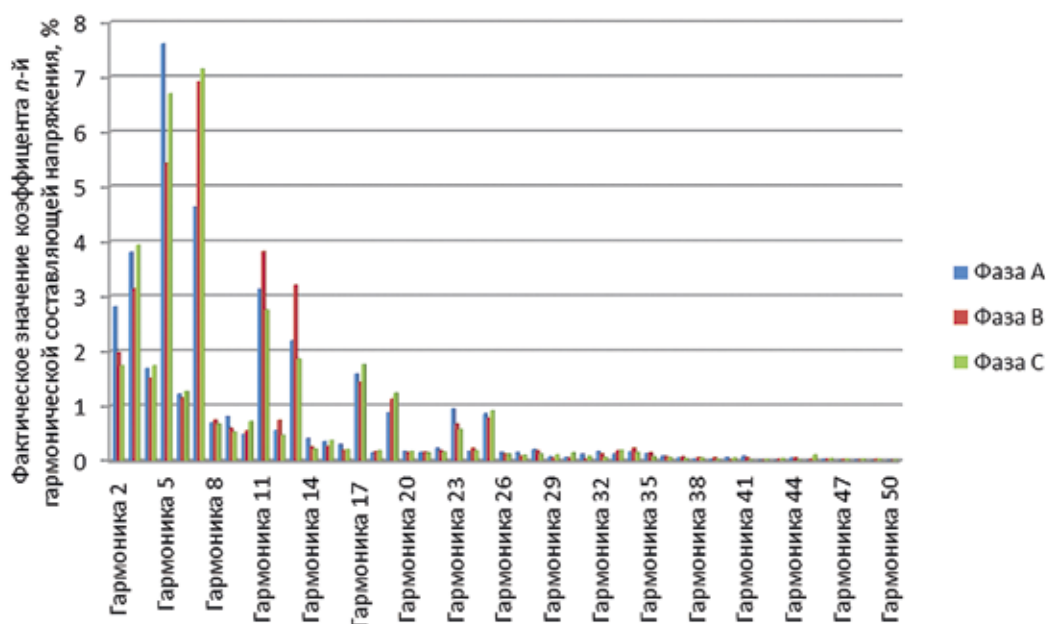


Рис. 3. Фактические значения коэффициентов n -й гармонической составляющей напряжения выемочного участка угольной шахты

нагрев электрооборудования, увеличение потерь электроэнергии и снижение показателей качества электроэнергии [16, 17, 18].

С целью определения фактического гармонического состава в условиях высокопроизводительных выемочных участков шахт был проведен ряд экспериментальных исследований по выявлению гармонического состава в подземных электрических сетях. В качестве анализатора гармонического состава использовался анализатор (регистратор) параметров электрической энергии производства Algodue Elettronica UPM 3080 (Италия), который, помимо измерения основных параметров электрической энергии, позволяет провести измерения отдельного и полного коэффициента гармонических искажений (THD) по напряжению и току до 50-й гармоники.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований позволил сделать заключение о значительном превышении нормируемых величин по коэффициенту n -х гармонических составляющих напряжения $U_{ав}$ по выемочным участкам шахт, среди которых особенно выделяются пятая и седьмая гармоники. Это обусловлено применением в системах управления электроприводами горных машин и установок трехфазных шестипульсных выпрямителей (управляемых, неуправляемых, активных). Фактические значения коэффициентов n -й гармонической составляющей напряжения выемочного участка угольной шахты представлены на рис. 3.

Анализ устройств, способных демпфировать высшие гармоники в специфических условиях подземных выработок высокопроизводительных угольных шахт, позволил предложить устройство, учитывающее и фиксирующее появление высших гармоник в подземных электрических сетях шахт, вызванных применением регулируемого электропривода. Устройство заключено во взрывозащитную оболочку, что позволяет использовать его в шахтах, где есть опасность взрыва газа и возгорания угольной

пыли. Устройство с автоматизированным мониторингом показателей качества электрической энергии было зарегистрировано в качестве Полезной модели в соответствии с законодательством Российской Федерации (Патент на полезную модель № 185421 от 04.12.2018) [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для систем подземного электроснабжения современных высокопроизводительных угольных шахт при глубине разработки угольных пластов от 1000 м и установленной мощности порядка 8-10 МВ·А целесообразно применение напряжения 35 кВ для питания центральной подземной подстанции, что в значительной степени снизит потери электроэнергии. Для питания подземных подстанций (включая передвижные участковые), магистральных линий и высоковольтных стационарных установок в качестве питающего целесообразно использовать напряжение 10 кВ.

2. Изменение показателей качества электроэнергии, появление высших гармоник в подземных электрических сетях из-за широкого внедрения систем регулируемого электропривода для выемочных, проходческих и транспортных средств вызывают необходимость применения специальных устройств мониторинга качества электрической энергии для ограничения влияния гармонических составляющих высших порядков на работу электроустановок.

Список литературы

1. Проблемы обеспечения высокой производительности очистных забоев в метанообильных шахтах / А.Д. Рубан, В.Б. Артемьев, В.С. Забурдяев и др. М.: Издательство ООО «Московский издательский дом», 2009. 396 с.
2. Козовой Г.И., Кузнецов Ю.Н., Рыжов А.М. Гибкие технологические системы высокопроизводительных угольных шахт. М.: ООО «Международная академия связи». 2003. 501 с.

3. Meshkov A.A., Kazanin O.I., Sidorenko A.A. Improving the efficiency of the technology and organization of the longwall face move during the intensive flat-lying coal seams mining at the kuzbass mines // *Journal of Mining Institute*. 2021. No 5. P. 342-350.

4. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V., Kolikov K.S. Aerological risk management in designing, operation, closure and temporary shutdown of coal mines // *Mining information and Analytical Bulletin*. 2020. No 6. P. 85-94.

5. Скопинцева О.В., Баловцев С.В. Контроль качества атмосферного воздуха на угольных шахтах на основе статистики газового мониторинга // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2021. № 1. С. 78-89.

6. Patterson S.R., Kozan E.A., Hyland P.B. An integrated model of a coal mine: Improving energy efficiency decisions // *International Journal of Production*. 2016. No 54(14). P. 4213-4227.

7. Yu B. Industrial structure, technological innovation, and total-factor energy efficiency in China // *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. No 27(8). P. 8371-8385.

8. Two-stage robust stochastic scheduling for energy recovery in coal mine integrated energy system / H. Huang, R. Liang, C. Lv et al. // *Applied Energy*. 2021. 290.

9. Kumar M., Maity T., Kirar M.K. Energy-use assessment and energy-saving potential analysis in an underground coal mine: A case study / *IEEE Kansas Power and Energy Conference, KPEC, 2021*.

10. Пивняк Г.Г., Заика В.Т., Самойленко В.В. Научные и методические основы эффективного использования электроэнергии на угольных шахтах Украины // *Горный журнал*. 2010. № 7. С. 92-96.

11. Копылов К.Н., Кубрин С.С., Решетняк С.Н. Актуальность повышения уровня энергоэффективности и безопас-

ности выемочного участка угольной шахты // *Уголь*. 2018. № 10. С. 66-70. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-66-70.

12. Копылов К.Н., Кубрин С.С., Закоршменный И.М., Решетняк С.Н. Резервы повышения эффективности работы выемочных участков угольных шахт // *Уголь*. 2019. № 3. С. 46-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-46-49.

13. Безопасное применение забойных машин при напряжении питания 3300 В / В.Л. Беляк, А.С. Залогин, Ю.П. Миновский и др. // *Безопасность труда в промышленности*. 2005. № 1. С. 73-75.

14. Линейка выемочных комбайнов Joy. URL: <https://mining.komatsu/product-details/longwall-shearers> (дата обращения: 15.01.2022).

15. Линейка выемочных комбайнов Eickhoff. URL: https://www.eickhoff-bochum.de/ru/eickhoff_mining_technology (дата обращения: 15.01.2022).

16. Плащанский Л.А., Решетняк М.Ю. Анализ гармонического состава в электрических сетях понизительных подстанций угольных шахт // *Горный журнал*. 2020. № 5. С. 63-67.

17. Плащанский Л.А., Решетняк М.Ю. Условия возникновения резонансных явлений в системе подземного электроснабжения выемочных участков угольных шахт // *Горный журнал*. 2021. № 9. С. 65-71.

18. Meshcheryakov V.N., Evseev A.M., Boikov A.I. The active energy filter for compensation of harmonic distortion in motor soft starter / 58th Annual International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2017 – Proceedings November 2017. P. 1-6.

19. Разработка высоковольтного устройства автоматизированного мониторинга качества электрической энергии в подземных сетях угольных шахт / А.В. Ляхомский, Л.А. Плащанский, С.Н. Решетняк и др. // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019. № 7. С. 207-213.

Original Paper

UDC 621.395.66 © S.S. Kubrin, A.A. Mosievsky, I.M. Zakorshmeny, S.N. Reshetnyak, Yu.M. Maksimenko, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 4-9
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-4-9>

Title

WAYS TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF UNDERGROUND ELECTRIC NETWORKS OF HIGH-PERFORMANCE COAL MINES

Authors

Kubrin S.S.¹, Mosievsky A.A.², Zakorshmeny I.M.¹, Reshetnyak S.N.¹, Maksimenko Yu.M.³

¹ Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences (IPKON RAN), Moscow, 111020, Russian Federation

² "SUEK-Kuzbass" JSC, Leninsk-Kuznetsky, 652507, Russian Federation

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

Authors Information

Kubrin S.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Laboratory 2.3 "Geotechnological risks in the development of gas-bearing coal and ore deposits"

Mosievsky A.A., Deputy Director for Production of PE "Spetsnaladka"

Zakorshmeny I.M., Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory 2.3 "Geotechnological risks in the development of gas-bearing coal and ore deposits"

Reshetnyak S.N., PhD (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory 2.3 "Geotechnological risks in the development of gas-bearing coal and ore deposits", e-mail: eshetnyak@inbox.ru

Maksimenko Yu.M., PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geotechnology

Abstract

The publication discusses the main ways to increase the level of energy efficiency in electric networks during underground coal mining, including coal mines that are dangerous due to sudden emissions of gas and dust. The results of the conducted studies, including experimental ones, at the high-performance dredging site of a coal mine are presented, which made it possible to determine the main trends in improving energy efficiency, namely: by increasing the level of supply voltage; by reducing the level of influence of higher harmonics on the operating modes of the main technological equipment; as well as increasing the level of rationing of the operating modes of the main technological equipment of high-performance dredging sites of coal mines.

UNDERGROUND MINING

Keywords

Coal mine, Power supply system, Quality of electric energy, Energy efficiency, Underground electric networks.

References

- Ruban A.D., Artemyev V.B., Ziburdaev V.S. et al. Problems of ensuring high productivity of treatment faces in methane-producing mines. Moscow, Publishing House LLC "Moscow Publishing House" Publ., 2009, 396 p. (In Russ.).
- Kozovoy G.I., Kuznetsov Yu.N., Ryzhov A.M. Flexible technological systems of high-performance coal mines. Moscow, "International Academy of Communications" Publ., 2003, 501 p. (In Russ.).
- Meshkov A.A., Kazanin O.I. & Sidorenko A.A. Improving the efficiency of the technology and organization of the longwall face move during the intensive flat-lying coal seams mining at the kuzbass mines. *Journal of Mining Institute*, 2021, (5), pp. 342-350. (In Russ.).
- Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. & Kolikov K.S. Aerological risk management in designing, operation, closure and temporary shutdown of coal mines // *Mining information and Analytical Bulletin*, 2020, (6), pp. 85-94.
- Skopintseva O.V. & Balovtsev S.V. Control of atmospheric air quality at coal mines based on gas monitoring statistics. *Mining information and Analytical Bulletin*, 2021, (1), pp. 78-89. (In Russ.).
- Patterson S.R., Kozan E.A. & Hyland P.B. An integrated model of a coal mine: Improving energy efficiency decisions. *International Journal of Production*, 2016, (54), pp. 4213-4227.
- Yu B. Industrial structure, technological innovation, and total-factor energy efficiency in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, (27), pp. 8371-8385.
- Huang H., Liang R., Lv C., Gong D. & Yin S. Two-stage robust stochastic scheduling for energy recovery in coal mine integrated energy system. *Applied Energy*, 2021, 290.
- Kumar M., Maity T. & Kirar M.K. Energy-use assessment and energy-saving potential analysis in an underground coal mine: A case study / IEEE Kansas Power and Energy Conference, KPEC, 2021.
- Pivnyak G.G., Zaika V.T. & Samoilenko V.V. Scientific and methodological foundations of efficient use of electricity in coal mines of Ukraine. *Mining Journal*, 2010, (7), pp. 92-96. (In Russ.).
- Kopylov K.N., Kubrin S.S. & Reshetnyak S.N. The importance of improving energy efficiency and safety of the coal mine extraction area. *Ugol'*, 2018, (10), pp. 66-70. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-66-70.
- Kopylov K.N., Kubrin S.S., Zakorshmeny I.M. & Reshetnyak S.N. The reserves of increase of efficiency of the excavation sites of coal mines. *Ugol'*, 2019, (3), pp. 46-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-46-49.
- Belyak V.L., Zalogin A.S., Minovsky Yu.P. & Semernikov A.I. Safe use of down-hole machine at a supply voltage of 3300 V. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2005, (1), pp. 73-75. (In Russ.).
- The line of dredging combines Joy. Available at: <https://mining.komatsu/product-details/longwall-shearers> (accessed 15.01.2022).
- The line of dredging combines Eickhoff. Available at: https://www.eickhoff-bochum.de/ru/eickhoff_mining_technology (accessed 15.01.2022).
- Plashchansky L.A. & Reshetnyak M.Yu. Analysis of harmonic structure in electric networks of step-down substations coal mines. *Mining Journal*, 2020, (5), pp. 63-67. (In Russ.).
- Plashchansky L.A. & Reshetnyak M.Yu. conditions for the occurrence of resonance phenomena in the underground power supply system of coal extraction sections of coal mines. *Mining Journal*, 2021, (9), pp. 65-71. (In Russ.).
- Meshcheryakov V.N., Evseev A.M. & Boikov A.I. The active energy filter for compensation of harmonic distortion in motor soft starter / 58th Annual International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2017 – Proceedings November 2017, pp. 1-6.
- Lyakhomsky A.V., Plashchansky L.A., Reshetnyak S.N. & Reshetnyak M.Yu. Development of a high-voltage device for automated monitoring of the quality of electrical energy in underground coal mine networks. *Mining information and Analytical Bulletin*, 2019, (7), pp. 207-213. (In Russ.).

For citation

Kubrin S.S., Mosievsky A.A., Zakorshmeny I.M., Reshetnyak S.N. & Maksimenko Yu.M. Ways to improve the energy efficiency of underground electric networks of high-performance coal mines. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 4-9. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-4-9.

Paper info

Received November 30, 2021

Reviewed December 20, 2021

Accepted January 18, 2022

Социальная образовательная программа СУЭК – лучшая в России



В конце года в Москве подвели итоги Премии «Эффективное образование-2021». В номинации «За вклад в развитие образования» победа была присуждена компании СУЭК Андрея Мельниченко за уникальный проект межрегионального студенческого конкурса «Дорога в будущее».

Форум и премия «Эффективное образование» прошли в этом году уже в пятый раз. Их задача – содействие развитию дополнительного, дистанционного, профессионального и корпоративного образования. В числе победителей премии этого года, помимо СУЭК, другие лидеры отечественного бизнеса – Ростелеком, «Норильский никель», Вымпелком, СБЕР, Школа управления «Сколково».

Конкурс «Дорога в будущее», впервые организованный Фондом «СУЭК-РЕГИОНАМ» в год 20-летия СУЭК, проводился среди команд учащихся бакалавриата / специалитета с 3 курса, а также магистратуры российских профильных вузов. Участникам предлагалось решать кейсы на актуальные производственные и управленческие темы в топливно-энергетической и химической отраслях. В конкурсе, проходившем в форме дистанционного соревнования, приняли участие 75 команд из 18 вузов России. Кон-

курс – один из проектов СУЭК по вовлечению креативной студенческой молодежи в исследовательскую и практическую деятельность по решению современных задач развития промышленности. Он помогает выявлять и поддерживать студентов, наиболее мотивированных на обучение, получение ими профильной квалификации и дальнейшую работу на предприятиях Компании.

СУЭК на протяжении многих лет признается профессиональным сообществом лидером в сфере устойчивого развития в России. Компания прошла ESG оценку рейтингового агентства S&P, занимает высшие строчки в авторитетных ESG российских и международных рейтингах, в том числе RAEX Europe, РА «Эксперт РА», в ESG-индексах РСПП. Высший уровень социальной ответственности СУЭК в этом году в очередной раз подтвердил проект «Лидеры корпоративной благотворительности» – компания вошла в рейтинге благотворительной деятельности и социальных инвестиций в категорию А (лучшая практика) и завоевала сразу три награды в конкурсе социальных программ в разных номинациях. СУЭК стала одной из первых отечественных компаний, получивших официальный статус партнера Национальных проектов.

Особенности и перспективы технологии образования метана при механохимической трансформации бахромы угольного вещества

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-10-13>

БОБИН В.А.

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

ГРАБСКИЙ А.А.

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

ГРАБСКАЯ Е.П.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент АНО ВО «Московский
гуманитарный университет»,
111395, г. Москва, Россия,
e-mail: pgmt@mail.ru

Представлены доказательства того, что гипотеза о возможности генерации метана из бахромы угольного вещества при разгрузке угольного пласта, в том числе и при проявлении опасных газодинамических явлений типа внезапных выбросов угля и газа в угольных шахтах, не подтверждается ни экспериментами по сорбции-десорбции метана, углекислого газа, азота, гелия и аргона природными углями, ни данными по внезапным выбросам угля и углекислого газа, угля и азота, произошедшим в России и за рубежом.

Ключевые слова: механохимическая реакция, гипотеза, генерация метана, уголь, межмолекулярное пространство, кристаллиты, бахрома, внезапные выбросы.

Для цитирования: Бобин В.А., Грабский А.А., Грабская Е.П. Особенности и перспективы технологии образования метана при механохимической трансформации бахромы угольного вещества // Уголь. 2022. № 2. С. 10-13. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-10-13.

ВВЕДЕНИЕ

В отсутствие опасных газодинамических явлений блоковая структура угольного пласта плотно упакована, причем в самих блоках метан находится в сорбированном, а между блоками в транспортных каналах – в подвижном состоянии [1]. Степень подвижности и размеры транспортных каналов определяются сложным напряженно-деформированным состоянием угольного пласта или его отдельных участков.

Вопрос о том, каким образом метан попадает в угольный пласт и в каком состоянии он находится, до сих пор остается в большей мере дискуссионным. Так, считается, что основная доля газов угольных месторождений, а именно: метан (до 60-98%), углекислый газ (до 25%), азот (до 70%), сероводород, водород (до 20%), этан и пропан (до 13-15%), видимо, образуются за счет газообразовательных процессов при превращении растительного органического вещества в торф и уголь, а также при метаморфизме углей и при их выветривании.

Поэтому существующие гипотезы образования, нахождения и выделения метана как из неразгруженных, так и разрабатываемых угольных пластов исходят из того представления, полученного в том числе по результатам лабораторных экспериментов, что метан априори находится в угольном веществе или в свободном состоянии в макропорах, или сорбированном состоянии в микропорах, или в состоянии твердого газоугольного раствора, или, наконец, генерируется из бахромы угольного вещества за счет механохимической трансформации угольного вещества при разгрузке его от давления налегающего массива горных пород, а также при проявлении опасных газодинамических явлений типа внезапных выбросов угля и газа и т.д.

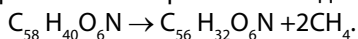
АНАЛИЗ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БАХРОМЫ УГЛЯ

Гипотеза генерации метана в угольном пласте при его разгрузке [2] интересна тем, что она претендует на объяснение известного факта порой существенного несовпадения количества газа, выделяющегося из угольного пласта при возникновении в нем внезапного выброса угля и газа, и количества газа, экспериментально соответствующего сорбционной емкости угля того пласта, где произошел выброс, при равновесном давлении насыщения газа, которое, как считается, соответствует давлению, измеренному в герметизированной скважине, пробуренной в этот пласт. При этом считается, что эта величина и является истинным давлением метана в пласте, хотя на самом деле она является лишь давлением газа в герметичной полости, образованной в пласте.

Кроме того, следует принять во внимание и то, что процесс определения сорбционной емкости в лаборатории длится в лучшем случае всего несколько дней, тогда как в природных условиях насыщение угля метаном происходило миллионы лет. И в течение этого длительного природного процесса метан в больших количествах, чем в лабораторном эксперименте, диффундирует во все структуры угольного вещества.

Основным научным положением гипотезы механохимической трансформации угольного вещества является утверждение, что происходящий при этом процесс генерации метана из бахромы угля может быть реализован двумя различными способами. Основу первого составляет процесс спонтанной химической генерации метана из бахромы за счет высвобождения активного избыточного водорода и его соединения с атомами углерода. Основу второго – процесс механоэлектрической эмиссии электронов с энергией выше энергии активации молекулы метана, что приводит к образованию (генерации) метана и переходу его в свободное состояние.

Для подтверждения реальности первого процесса приводятся так называемая эмпирическая формула угля $C_{58}H_{40}O_6N$ и уравнение генерации из него метана, где удивительным образом на первый план выходит водород, накопленный в пласте в процессе метаморфизма угля. Это уравнение авторов имеет вид:



Особенность этого уравнения в том, что в его правой части первое слагаемое не определено, но оно отличается по своему написанию от формулы угля, а значит, фор-

мально таковым уже не является. Кроме того, в этом веществе осталось слишком много углерода и водорода, которым по неизвестным причинам не удалось превратиться в метан, а кислороду вообще отказано в образовании углекислого и угарного газов при разрыве химических связей в бахроме угля, хотя при внезапных выбросах эти газы присутствуют в значимых количествах, а на их образование требуется не больше энергии, чем на образование метана. Поэтому их обязательно необходимо было учитывать в уравнении, не говоря уже о гомологах метана, которые также присутствуют при внезапных выбросах и дегазации угольного пласта. Поэтому это уравнение не описывает процесс трансформации угольного вещества и образование метана, так как не учитывает попутное образование углекислого и угарного газов, а также гомологов метана, которые реально присутствуют в атмосфере горных выработок при внезапных выбросах.

Дополнительно это уравнение не описывает даже известный факт, что при изменении термодинамических условий в пласте, например при нагревании выше 35°C , начинается выделение летучих веществ, среди которых немало метана. Этот процесс развивается медленно и без всяких спонтанных проявлений.

Предположение о том, что за один год украинский «угольный котел» может сгенерировать 3,5 млрд куб. м метана согласно этому уравнению, израсходовав только четвертую часть водородистой бахромы, – это результат исключительно математических упражнений.

В обосновании реализации второго процесса генерации метана в угольном пласте, который идет параллельно с термодинамическим, также имеется ряд неточностей. Одна из них относится к появлению в угольном веществе при внезапных выбросах электронов, способных освободить молекулы метана, имеющих энергию активации, равную $2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. При этом утверждается, что эти электроны за время развязывания выброса, равного 10 с, в 1 куб. м угля смогут активировать до $4 \cdot 10^{27}$ молекул метана (~ 150 куб. м), правда, число электронов не указывается.

Поэтому, если предположить, что на образование одной молекулы метана требуется всего один электрон с указанной выше энергией активации, то получается, что на образование $4 \cdot 10^{27}$ молекул метана понадобится $4 \cdot 10^{27} \times 2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж = $9,6 \cdot 10^8$ Дж = 10^9 Дж = $0,238 \cdot 10^9$ кал. Это громадная энергия, которой достаточно, чтобы нагреть 1 куб. м (1300 кг) угля при его теплоемкости 1300 Дж/кг \cdot °C до температуры $T = 10^9 / (1300)^2 = 10^9 / 1,69 \cdot 10^6 = 590^\circ\text{C}$.

Таким образом, для образования метана по предложенному в гипотезе механизму потребуется колоссальное количество электронов и энергии, происхождение которых не известно и не доказано.

Не меньшие сомнения возникают и в связи с триггерной ролью в развязывании внезапного выброса, которая отводится так называемому высокому газовому давлению. Оно формируется за счет накопленной потенциальной энергии межмолекулярного отталкивания молекул сорбата. Однако не представлены убедительные доводы о реальности перехода молекул метана из связанного состояния, в котором они находились в микропорах, в свободное состояние в еще не сформированное фильтрационное пространство угольного пласта.

С разрешением этого противоречия связано и понятие о так называемых адсорбционных поверхностях в угольном веществе, где только и адсорбируются молекулы метана. Это понятие, как и представление о монолитном (не имеющем пор) угле, противоречит теории объемного заполнения микропор, созданной в работах М.М. Дубинина [3] и В.В. Серпинского [4] и развитой применительно к природным углям в исследованиях И.Л. Эттингера [5], А.Т. Айруни [6], С.В. Кузнецова [7] и др.

Кроме того, использование представления об угле как монолите, который после выброса распыляется на микронно-дисперсные частицы («бешенная мука») за счет участия в процессе валентных химических сил связи, противоречит устоявшимся с конца 1960-х годов взглядам о том, что процесс разрушения угля при внезапном выбросе – это результат взаимодействия высокого давления газа в порах и микротрещинах и весьма быстрой разгрузки пласта в призабойной зоне от горного давления [8].

Оставлено без внимания и то, что в описываемом процессе расхода углеводородистой бахромы образовавшийся газообразный молекулярный метан (свободный газ) где-то должен размещаться. Действительно, его нахождение в так и неопределенном объеме угольного пласта, тем более замкнутом, будет, наоборот, тормозить десорбцию свободного газа из угля после определенного значения давления, и ожидаемой спонтанной генерации метана может и не произойти. Она просто прекратится, как прекратится и предполагаемая деструкция бахромы.

Все вышесказанное определяет и более общий вопрос применимости гипотезы генерации метана из бахромы угля не только к описанию процессов в зонах внезапных выбросов, которые не только называются «котлами генерации» метана, но и к обычной дегазации угольных пластов. Еще более важным является вопрос об экспериментальном подтверждении реальности этого физико-химического явления.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И АРГУМЕНТЫ

Сомнения в реальности процесса генерации метана из бахромы угольного вещества вызывают, по крайней мере, два доказанных экспериментальных факта: один получен в ходе лабораторных экспериментов, а другой зафиксирован в шахтах.

В лабораторном эксперименте проводились исследования процесса сорбции-десорбции отдельно для каждого из газов, обычно присутствующих в атмосфере шахтных выработок в результате их дегазации. Это были метан, водород, азот, аргон и углекислый газ. В качестве сорбента для этих газов использовались природные угли шахты № 17 (Донбасс), имеющие значение выхода летучих веществ от 2 до 28% (см. таблицу), т.е. имевшие в разной степени строения боковую бахрому [6].

Проведенные эксперименты проводились по стандартной методике, которая включала полную дегазацию угольного вещества за счет его вакуумирования при давлении 10^{-3} мм Hg в течение нескольких суток. Затем в измерительной колбе при давлении насыщения, достигавшем значений 4,7-6 МПа, определялось количество сорбированного газа. Время выдерживания фиксированного давления составляло несколько суток. Столь высокое газовое давление в некоторой степени моделировало давление вышележащих горных пород над углем. После получения изотермы сорбции реализовался обратный процесс ступенчатого (размер ступени 0,5-1 МПа) сброса давления для определения не только количества десорбирующего газа, но и его состава с помощью хроматографа.

Эксперименты показали, что в ходе их проведения в отношении метана, во-первых, никогда объем десорбированного метана не превышал объем сорбированного для всех исследованных углей независимо от степени их метаморфизма. Во-вторых, хроматографические исследования десорбирующегося метана показали, что в отобранных газах нет никаких примесей. Таким образом, эти результаты свидетельствуют о том, при сбросе давления в измерительной колбе для того, чтобы обеспечить сорбированному в угле метану перейти в свободное состояние, не появляется дополнительное количество метана, то есть в ходе эксперимента не происходит механохимическая трансформация бахромы угольного вещества, ведущая к образованию из нее молекул метана.

Аналогичные результаты получены и в отношении всех других упомянутых выше газов, а именно: хроматографические данные показали, что в пробах этих газов, взятых после их десорбции из углей, примесей метана не обнаружено. Таким образом, и в этих экспериментах механохимическая трансформация бахромы угольного вещества, ведущая к образованию из нее молекул метана, не происходила.

Вторым и более весомым в силу его природного происхождения аргументом является факт проявления внезапных выбросов угля и газа без всякого участия метана, хотя участвующие в этом явлении природные угли являлись обычными каменными углями и никакими особенностями не отличались. Так, например, внезапные выбросы угля и газа с участием только углекислого газа происходили на шахтах Верхнесилезского каменноугольного бассейна (Польша), а на французских шахтах были зафиксированы внезапные выбросы, но уже с участием только азота [8].

Практика добычи угольного метана как на Украине, так и во всем мире показала, что гипотеза генерации метана из бахромы угольного вещества не имеет технологического и тем более инвестиционного значения и про-

Результаты экспериментов по сорбции-десорбции газов, находящихся в угольном пласте

| Параметр | V, % | H ₂ | N ₂ | Ar | CH ₄ | CO ₂ |
|--|------|----------------|----------------|----------|-----------------|-----------------|
| Предельное количество сорбированного-десорбированного газа a_0 (м ³ /т), соответствующее давлению p_r (МПа) | 23 | 2,8/5,7 | 8/5,4 | 11,6/5,7 | 15,3/5,8 | 27/6,1 |
| | 5 | 7/4,8 | 20,8/5,7 | 27/5,8 | 31,4/5,9 | 48,4/6 |
| | 2 | 7,3/4,5 | 20,6/6 | 26,1/6 | 29,6/5,7 | 43,4/4,8 |

должения. Вместо нее широко используются технологии предварительной дегазации угольных пластов, их гидро-разрыва, а также в перспективе – технология совместной добычи угля и метана. На фоне энергетического кризиса в Европе и критически высоких цен на метан эти научно обоснованные технологии экономически эффективны, так как обеспечивают высокую степень извлечения метана, значительные объемы добываемого газа высокой концентрации, а также способствуют значительно уменьшению выбросов парниковых газов в атмосферу планеты.

ВЫВОДЫ

Таким образом, все это позволяет утверждать, что гипотеза о возможности генерации метана из бахромы угольного вещества при разгрузке угольного пласта, в том числе и при проявлении опасных газодинамических явлений типа внезапных выбросов угля и газа и др., не подтверждается ни экспериментами по сорбции-десорбции метана, углекислого газа, азота, гелия и аргона, ни данными по внезапным выбросам угля и углекислого газа, угля и азота, произошедшим в России и за рубежом.

Список литературы

1. Бобин В.А. Сорбционные процессы в природном угле и его структура. М.: ИПКОН АН СССР, 1987. 104 с.
2. Булат А.Ф., Скипочка С.И., Паламарчук Т.А. Физико-химическая модель генерации метана угольным пластом // Труды Национальной академии наук Украины. 2009. № 11. С. 53-58.
3. Дубинин М.М., Заверина Е.Д. Сорбция и структура активных углей // ЖФХ. 1950. Т. 24. Вып. 4. С. 10.
4. Беринг Б.П., Серпинский В.В. Теория адсорбционно-го равновесия, основанная на термодинамике вакансионных растворов // Известия АН СССР. Серия химия 1974. № 11. С. 2427-2440.
5. Эттингер И.Л. Физическая химия газоносного угольного пласта. М.: Наука, 1981. 104 с.
6. Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. М.: Наука, 1987. 310 с.
7. Кузнецов С.В. Природная проницаемость угольных пластов и методы ее определения. М.: Наука, 1978. 122 с.
8. Горная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1984. Т. 1. С. 392-393.

Original Paper

UDC 622.411.332. © V.A. Bobin, A.A. Grabsky, E.P. Grabskaya, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 10-13
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-10-13>

Title

ON THE ISSUE OF MECHANOCHEMICAL TRANSFORMATION OF THE FRINGE OF COAL MATTER LEADING TO THE FORMATION OF METHANE

Authors

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

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

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

³ ANO VO "MosGU", Moscow, 111395, Russian Federation

Authors Information

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

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

Grabskaya E.P., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Statistics, Marketing and Accounting, e-mail: pgmk@mail.ru

Abstract

The evidence is presented that the hypothesis about the possibility of generating methane from the fringe of coal matter during unloading of the coal seam, including the manifestation of dangerous gas-dynamic phenomena such as sudden emissions of coal and gas in coal mines, is not confirmed by experiments on sorption-desorption of methane, carbon dioxide, nitrogen, helium and argon by natural coals, nor by data on sudden emissions of coal and carbon dioxide, coal and nitrogen that occurred in Russia and abroad.

Keywords

Mechanochemical reaction, Hypothesis, Methane generation, Coal, Ferromolecular space, Crystallites, Fringe, Sudden outburst.

References

1. Bobin V.A. Sorption processes in natural coal and its structure. Moscow: IPKON of the USSR Academy of Sciences Publ., 1987. 104 p. (In Russ.).

2. Bulat A.F., Skipochka S.I. & Palamarchuk T.A. Physico-chemical model of methane generation by coal bed. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2009, (11), pp. 53-58. (In Russ.).

3. Dubinin M.M. & Severina E.D. Sorption and structure of active carbons. *GPH*, 1950, Vol. 24, (4), pp. 10. (In Russ.).

4. Bering B.P. & Sierpinski V.V. Theory of adsorption equilibrium, based on the thermodynamics of vacancy solutions. *Izvestiya AN SSSR. Chemistry series*, 1974, (11), pp. 2427-2440. (In Russ.).

5. Ettinger I.L. Physical chemistry of a gas-bearing coal seam. Moscow: Nauka Publ., 1981, 104 p. (In Russ.).

6. Ayruni A.T. Forecasting and prevention of gas dynamic phenomena in coal mines. Moscow: Nauka Publ., 1987, 310 p. (In Russ.).

7. Kuznetsov S.V. Natural permeability of coal seams and methods of its determination. Moscow, Nauka Publ., 1978, 122 p. (In Russ.).

8. Mountain Encyclopedia. Moscow, Soviet Encyclopedia Publ., 1984, Vol. 1, pp. 392-393. (In Russ.).

For citation

Bobin V.A., Grabsky A.A. & Grabskaya E.P. On the issue of mechanochemical transformation of the fringe of coal matter leading to the formation of methane. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 10-13. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2022-2-10-13](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-10-13).

Paper info

Received December 15, 2021

Reviewed January 11, 2022

Accepted January 18, 2022

UNDERGROUND MINING

Обоснование технологических параметров разработки пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-14-21>



АЗЕВ В.А.

Доктор техн. наук,
заместитель генерального
директора – технический директор
ООО «СУЭК-Хакасия»,
655162, г. Черногорск, Россия,
e-mail: AzevVA@suek.ru



ПОПОВ Д.В.

Канд. техн. наук,
исполнительный директор
ООО «Восточно-Бейский разрез»,
655796, с. Кирба,
Республика Хакасия, Россия,
e-mail: PopovDV@suek.ru

В статье рассмотрены актуальные задачи разработки пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля. Представлен методический подход к управлению качеством продукции предприятий по добыче угля, осваивающих пластовые месторождения с невыдержанными характеристиками залегания и качества полезного ископаемого. В основе методического подхода к управлению качеством продукции лежит обоснование и обеспечение технологических параметров разработки месторождения с применением показателя приведенной теплоты сгорания угля. Апробация разработанного подхода в условиях Восточно-Бейского каменноугольного разреза позволила получить положительные результаты, выражающиеся повышением качественных показателей продукции и экономической эффективности деятельности предприятия.

Ключевые слова: управление качеством продукции, пластовое месторождение с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля, технологические параметры, эффективность технологических решений.

Для цитирования: Азев В.А., Попов Д.В. Обоснование технологических параметров разработки пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля // Уголь. 2022. № 2. С. 14-21. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-14-21.

ВВЕДЕНИЕ

В последние 25 лет угольная промышленность РФ динамично развивается, в основном за счет увеличения экспорта продукции, доля которого достигла 50% от общей угледобычи в стране [1]. Экспортная ориентация угольной промышленности несет в себе одновременно новые возможности и угрозы.

Благоприятная рыночная конъюнктура привела к тому, что многие угольные компании инвестировали средства в расширение сырьевой базы, в том числе в освоение месторождений с менее благоприятными условиями добычи, чем сегодня. Так, в стратегии развития угольной промышленности, утвержденной Пра-

вительством РФ, предусмотрен существенный прирост доли добычи угля на пластовых месторождениях с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля. По прогнозу, к 2030 г. уровень добычи на таких месторождениях вырастет в два раза и составит 25-30% от общей угледобычи в стране [2].

Полноправное участие российских компаний в международной экономической деятельности уже сегодня предопределяет то, что все колебания цен на мировом рынке энергоносителей существенно отражаются на их производственной деятельности.

Для сохранения и повышения собственной конкурентоспособности российским предприятиям и компаниям угольной промышленности необходимо более гибко подходить к выбору объема и качества производимой продукции, а также снижать затраты на добычу. Существующие технологические решения, с неизменными параметрами разработки угольных месторождений в течение периода эксплуатации, предполагают главным образом безопасную и производительную работу оборудования [3, 4, 5, 6], но не всегда обеспечивают рост качества продукции, что необходимо для удержания позиций на современном рынке. Указанные обстоятельства существенно осложняют повышение эффективности предприятий угольной промышленности, особенно тех, которые разрабатывают месторождения со сложными условиями залегания и невыдержанным качеством угля, где вариация низшей теплоты сгорания по фронту горных работ достигает полутора раз, глубины залегания пластов – четырех раз, а мощности угольных пластов – до 10 раз в пределах характерного профиля.

Недостаточная разработанность научно-методического обеспечения выбора технологии открытой разработки месторождений каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества не позволяет эффективнее управлять качеством продукции угледобывающих предприятий. Поэтому задача разработки технологических решений и обоснования их параметров для отработки пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества углей с целью повышения экономической эффективности деятельности угольных разрезов обретает особую актуальность.

Цель исследования – разработка технологических решений и обоснование их параметров для отработки месторождений каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества углей для повышения экономической эффективности деятельности угольных разрезов, не имеющих обогатительных производств.

Идея исследования.

Повышение экономической эффективности деятельности угольного разреза, разрабатывающего месторождение с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества углей, достигается разделением фронта горных работ на блоки с оценкой качества угля в них по предложенному показателю приведенной теплоты сгорания, выбором направления и порядка развития горных работ, обоснованием рациональных параметров основных технологических процессов при отработке каждого блока, обеспечивающих получение продукции требуемо-

го качества по критерию максимума товарной стоимости при минимальных потерях угля в недрах.

Объект исследования – технология открытой разработки месторождения каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества.

Предмет исследования – параметры основных технологических процессов добычи каменного угля открытым способом на пластовых месторождениях с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества угля.

Основные задачи исследования:

- анализ теории и практики обеспечения требуемого качества продукции угледобывающего предприятия при отработке месторождения каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля;
- выявление параметров качества технологических процессов на разрезах, влияющих на товарную ценность продукции угледобывающего предприятия;
- определение технологических параметров разработки угольного месторождения, обеспечивающих заданное качество продукции угледобывающего предприятия;
- разработка экономико-математической модели оценки целесообразности применения новых технологических решений, обеспечивающих повышение качества продукции;
- разработка и апробация методики оценки качества технологических процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходная предпосылка, предопределившая разработку научно-методического инструментария управления качеством продукции предприятия при отработке месторождения каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания и качества, обусловлена результатами эмпирического анализа и аналитических расчетов ценообразования на энергетический уголь. Выявлено, что цена продукции угольных разрезов определяется ее качеством, выраженным низшей теплотой сгорания, при соблюдении допустимого объема примесей в составе. В зависимости от качества угольной продукции и состояния рынка энергетических углей стоимость одной тонны произведенной на предприятии продукции может отличаться в 2-3 раза, что существенно отражается на экономических показателях его деятельности – рентабельности, инвестиционной и социальной привлекательности и, соответственно, позиции на рынке.

Существующая научно-методическая база, включающая методы проектирования параметров открытых горных работ, в том числе на сложноструктурных месторождениях [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], а также методы управления качеством и районирования месторождения на горных предприятиях [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22] позволили перейти к разработке технологических решений и обоснованию их параметров для отработки месторождений каменного угля с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества углей для повышения экономической эффективности деятельности угольных разрезов

Качество полезного ископаемого на пластовых месторождениях с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля изменяется как по длине фронта работ, так и в пределах отдельного геологического профи-

ля. В таких условиях для обеспечения требуемого качества товарной продукции угольного разреза необходимы районирование месторождения по качественным характеристикам, выделение отдельных блоков, выбор последовательности, технологии и параметров их отработки.

Для решения задачи разделения фронта горных работ на отдельные блоки, выбора последовательности их отработки и обоснования параметров технологических процессов при отработке каждого блока предложен показатель приведенной теплоты сгорания угля, учитывающий основные качественные характеристики, влияющие на его товарную стоимость – теплоту сгорания, влажность и зольность.

В результате обработки статистическими методами данных о влажности, зольности и теплоте сгорания угля различных отрабатываемых блоков установлена корреляционная зависимость теплоты сгорания от зольности и влажности добываемого угля ($R = 0,95$) в условиях Бейского каменноугольного месторождения.

Для повышения точности прогноза качества продукции предложено дополнить полученное статистическое выражение параметром крупности куска добываемого угля, поскольку этот параметр оказывает существенное влияние на эффективность обогащения.

Расчет приведенной теплоты сгорания товарной продукции, учитывающий наряду с изменением зольности и влажности также изменение доли крупного куска для условий Бейского каменноугольного месторождения – типичного представителя пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля, целесообразно производить по формуле:

$$Q_c^{\text{прив}} = 6955 - 5590A_d - 5900W + 224K \quad (1)$$

где: A_d – зольность добываемого угля, доли ед.; W – влажность, доли ед.; K – доля крупного куска, доли ед.

Предложенная формула может быть применена при следующих условиях (ограничениях):

$$0,10 \leq A_d \leq 0,32; 0,09 \leq W \leq 0,16; 0,40 \leq K \leq 0,75.$$

Технологические решения и параметры, принимаемые при отработке пластового месторождения с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля, существенно влияют на приведенную теплоту сгорания добытого угля, от которой зависит его товарная стоимость. Для условий Бейского каменноугольного месторождения особо ценной угольной продукцией является товарная продукция с приведенной теплотой сгорания угля более 5600 ккал/кг; высокоценной – 5500-5600 ккал/кг; ценной 5100-5500 ккал/кг; малоценной – менее 5100 ккал/кг. Разница в цене между высокоценной и малоценной продукцией составляет 2-3 раза, между высокоценной и ценной – 1,5-1,8 раза.

Необходимыми условиями для реализации предложенного подхода районирования являются:

- безусловное соблюдение требований по полноте освоения недр;
- необходимость учета того, что усредненное качество добываемого угля, при одновременной отработке нескольких блоков, должно в максимальной степени соответствовать текущей потребности рынка;

– наличие рынков сбыта (потребителей) для каждой категории угля по уровню его ценности [23, 24].

На практике для этого рекомендуется производить предварительный отбор проб угля, определять его качество, районирование вовлекаемой в отработку площади и разделение фронта горных работ на блоки по величине приведенной теплоты сгорания. В соответствии с существующими возможностями и точностью лабораторных испытаний качественных характеристик угля приведенная теплота сгорания угля отдельных блоков отличается не более чем на 200 ккал/кг.

Параметры выделяемых блоков определяются рабочими характеристиками применяемого оборудования, а также принятыми параметрами основных технологических процессов открытых горных работ. Ширина блока принимается кратной ширине заходки экскаватора, длина блока определяется необходимостью обеспечения работы экскаваторов по взорванной горной массе на установленный нормативный период и корректируется с учетом длины фронта работ на разрабатываемом горизонте.

Качественные характеристики угля в пределах каждого отрабатываемого блока изменяются в зависимости от параметров выполнения основных технологических процессов добычи и переработки. При несоответствии параметров технологических процессов условиям выделенного блока качество угля на стадии любого технологического процесса может быть снижено до значений, при которых данный вид продукции не востребован на рынке. Параметры технологических процессов определяют и себестоимость готовой продукции. Формирование требуемого качества продукции предприятия в условиях отработки пластового месторождения с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля достигается при последовательном выполнении технологических процессов с требуемыми параметрами, включая: подготовку угля к выемке, выемочно-погрузочные работы, транспортирование, складирование и переработку. Для условий Восточно-Бейского угольного разреза было определено, что повышение качества угля при выполнении технологических процессов может быть обеспечено:

- при производстве буровзрывных работ – исключением перемешивания различных сортов угля и засорения вскрышными породами; достижением требуемой крупности угля за счет применения рассредоточенной конструкции заряда на добычных уступах и подсыпкой забоя скважины на вскрышных уступах, расположенных над пластами угля;
- при выемочно-погрузочных работах – селективной выемкой угля различного качества и вскрышных пород в процессе экскавации, что достигается подбором вместимости ковша экскаватора;
- при транспортировании – сокращением переизмельчения угля при частых перегрузках и увеличением вместимости кузова карьерного автосамосвала;
- при складировании – увеличением количества штабелей с различным качеством угля в результате изменения параметров каждого штабеля и отведением дополнительных площадей для их размещения;

**Параметры технологических процессов и технологических решений
для обеспечения определенной ценности продукции (Бейское каменноугольное месторождение)**

| Технологический процесс | Качественный показатель, характеризующий технологический процесс | Технологические параметры и решения для достижения ценности продукции | | | |
|---|--|---|---|---|---|
| | | Особо ценная | Высокоценная | Ценная | Малоценная |
| Подготовка к выемке | Крупность куска | Сетка скважин: 4×4 до 6×6 (в зависимости от мощности пласта) | | Сетка скважин: 3×3 до 6×6 (в зависимости от мощности пласта) | |
| | Засорение | Конструкция заряда: рассредоточенный с учетом технологии Blast Maker | Конструкция заряда: рассредоточенный с подсыпкой 0,5 м надугольной зоны | Конструкция заряда: сплошной с подсыпкой 0,5 м надугольной зоны | Конструкция заряда: сплошной |
| Выемочно-погрузочные работы | Засорение | Выемка: селективная по блоку и слоям | Выемка: селективная по слоям | Выемка: валовая | |
| | Крупность куска | Вместимость ковша экскаватора: максимальная рациональная | | Вместимость ковша экскаватора: средняя | Вместимость ковша экскаватора: без учета влияния на качество |
| Транспортирование | Крупность куска | Вместимость кузова автосамосвала: максимальная рациональная | | Вместимость кузова автосамосвала: средняя | Вместимость кузова автосамосвала: без учета влияния на качество |
| Складирование | Засорение | Количество штабелей: 8-10 | Количество штабелей: 5 | Количество штабелей: 4 | Количество штабелей: 3 |
| Переработка | Засорение | Способ обогащения: глубокое | Способ обогащения: породовыборка | Обогащение отсутствует | |
| Дополнительные удельные затраты на реализацию решений и достижение требуемых параметров (ΔС), руб./т | | | | | |
| Всего | | 300-350 | 230-280 | 60-100 | 0 |

– при переработке – выбором способа обогащения в зависимости от конечного получаемого качества угля на разрезе и требований рынка (см. таблицу).

Для угольного разреза изменение параметров отдельного технологического процесса в определенном диапазоне, а также количество технологических процессов, в которых производятся изменения, могут оказать различное влияние на итоговое качество продукции. Для количественной оценки производимых преобразований была разработана методика оценки качества технологических процессов в условиях отработки сложноструктурного месторождения каменного угля. Отличительной особенностью предлагаемой методики является учет влияния количества задействованных процессов, а также качества каждого технологического процесса для повышения ценности продукции.

Формула для определения коэффициента качества технологических процессов $K_{\text{тп}}$ представлена ниже:

$$K_{\text{тп}} = \frac{K_1 \cdot N_{\text{под}} + K_2 \cdot N_3 + K_3 \cdot N_{\text{т}} + K_4 \cdot N_{\text{с}} + K_5 \cdot N_{\text{п}}}{\sum_{n=1}^5 K_n \cdot N_{\text{max}}} \quad (2)$$

где: $K_1, K_2, K_3, \dots, K_5$ – весовые коэффициенты процессов подготовки, экскавации, транспортировки, складирования горной массы, переработки продукции соответственно; $N_{\text{под}}, N_3, N_{\text{т}}, \dots, N_n$ – оценка качества процессов подготовки, выемочно-погрузочных работ, транспортирования, складирования горной массы, переработки продукции соответственно; n – порядковый номер технологического процесса; N_{max} – принятая максимальная оценка качества процессов.

Весовые коэффициенты влияния каждого технологического процесса на итоговое качество продукции применительно к конкретному месторождению определяются методом коллективных экспертных оценок. Ввиду специфических особенностей строения месторождения, качества исходного сырья в массиве, принятых технологических решений на предприятии могут отсутствовать отдельные технологические процессы, например подготовка к выемке, переработка и др. В таких случаях данные процессы не учитываются в расчетах, и весовые коэффициенты для них принимаются равными 0.

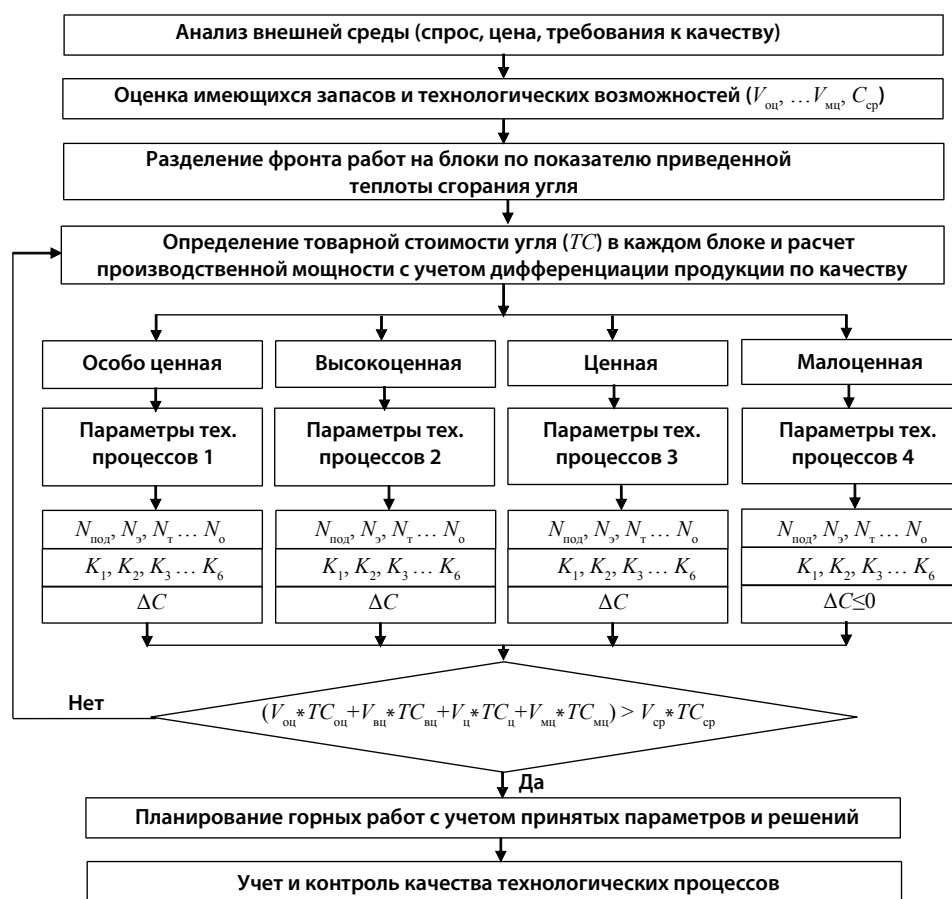
Для условий Восточно-Бейского разреза определены следующие весовые коэффициенты:

- подготовка горной массы (K_1) – 0,253;
- экскавация (K_2) – 0,304;
- транспортировка (K_3) – 0,050;
- складирование (K_4) – 0,156;
- переработка продукции (K_5) – 0,237.

Фактическая оценка качества процессов принимается в соответствии с таблицей, при этом параметрам, соответствующим «малоценной» продукции, присваивается 1 балл, «ценной» – 2 балла, «высокоценной» – 3 балла, «особо ценной» (максимальная оценка) – 4 балла.

Использование полученной эмпирической зависимости, имеющей вид возрастающей линейной функции, позволяет моделировать рациональные параметры процессов подготовки к выемке, экскавации, транспортирования, складирования угля и переработки продукции [25].

Для оценки рациональности применения новых технологических решений, направленных на повышение каче-



Алгоритм управления качеством продукции предприятия в условиях отработки пластового месторождения с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля

ства технологических процессов и, следовательно, стоимости продукции, разработана экономико-математическая модель. Целевая функция модели выглядит следующим образом:

$$V_{oc} \cdot TC_{oc} + V_{vc} \cdot TC_{vc} + V_{c} \cdot TC_{c} + V_{mc} \cdot TC_{mc} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где $V_{oc}, V_{vc}, V_{c}, V_{mc}$ – объемы продукции по категориям «особо ценная», «высокоценная», «ценная», «малоценная» соответственно, тыс. т; $TC_{oc}, TC_{vc}, TC_{c}, TC_{mc}$ – стоимость продукции по категориям «особо ценная», «высокоценная», «ценная», «малоценная» соответственно, руб./т.

В предлагаемой модели имеется следующее ограничение:

$$(V_{oc} \cdot TC_{oc} + V_{vc} \cdot TC_{vc} + V_{c} \cdot TC_{c} + V_{mc} \cdot TC_{mc}) > V_{cp} \cdot TC_{cp} \quad (4)$$

где V_{cp} – объемы продукции до реализации решений по повышению качества угля, тыс. т; TC_{cp} – товарная стоимость продукции (средняя) до реализации решений по повышению качества угля, руб./т.

В результате последовательного соединения разработанного критерия оценки качества продукции, метода районирования месторождения по приведенной теплоте сгорания угля, предложенных технологических параметров процессов и математической модели их выбора и обоснования предложен усовершенствованный алгоритм управления качеством продукции предприятия в условиях отработки пластового месторождения с

невыдержанными характеристиками залегания и качества угля (см. рисунок).

Суть алгоритма заключается в оценке внешних и внутренних факторов функционирования угольного разреза, прогнозировании стоимости угля в зависимости от его ценности, расчете параметров технологических процессов и дополнительных затрат на улучшение их качества для получения каждой категории продукции по уровню ее ценности на рынке, планировании горных работ, включая наиболее эффективные выбранные технологические решения, а также учет и контроль качества технологических процессов угледобывающего предприятия.

Апробация на Восточно-Бейском разрезе разработанного алгоритма управления качеством продукции позволила обосновать выбор и освоение рациональных параметров технологических процессов, что привело к увеличению приведенной теплоты сгорания добываемого угля более чем на 100 ккал/кг и двукратному росту объемов продаж высокоценной продукции в течение 2020-2021 гг., что подтверждает эффективность разработанного методического подхода к обоснованию технологических параметров разработки пластовых месторождений с невыдержанными характеристиками залегания и качества угля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования параметров основных технологических процессов добычи каменного

угля открытым способом на пластовых месторождениях с невыдержанными характеристиками залегания пластов и качества угля сделаны следующие выводы.

1. Для управления качеством товарной продукции угольных разрезов предложено использовать показатель приведенной теплоты сгорания угля, учитывающий изменение таких характеристик, как зольность, влажность и крупность куска. По величине показателя приведенной теплоты сгорания угля следует осуществлять разделение фронта горных работ на отдельные блоки, выбор порядка и параметров их отработки.

2. Для условий Бейского месторождения каменного угля установлены эмпирические зависимости:

– зависимость потерь угля в кровле угольного пласта от высоты подсыпки скважины надугольного вскрышного уступа. При бурении вскрышного уступа до угля возможны потери от 15 до 100% угольного пласта, в зависимости от его мощности. Опытным путем установлено, что при бурении скважины до угля и последующей его подсыпке до 60 см потери угля в кровле стремятся к 0;

– зависимость мощности минимально добываемого слоя угля и удельных затрат на экскавацию от вместимости ковша экскаватора. При добыче особо ценной продукции мощностью от 10 до 20 см необходимо использовать экскаваторы с вместимостью ковша до 4 куб. м, при мощности вынимаемого слоя от 20 до 40 см возможно применение экскаваторов с вместимостью ковша от 4 до 10 куб. м, экскаваторы с вместимостью ковша 10 куб. м и более целесообразно применять при выемке пластов мощностью более 40 см;

– зависимость прироста процента мелочи в угольной продукции от количества пересыпов/перегрузов в технологическом процессе и вместимости кузовов автосамосвалов. В зависимости от хрупкости пластов каждый пересып приводит к приросту доли мелочи от 5 до 10%;

– зависимость прироста теплоты сгорания угольной продукции в результате ручной породовыборки по крупности горной массы, поступившей в переработку. При доле крупного куска в горной массе от 50 до 75% максимально возможный прирост теплоты сгорания может составить до 200 ккал/кг.

3. Установлено, что для условий Бейского каменноугольного месторождения изменение параметров основных технологических процессов обуславливает увеличение приведенной теплоты сгорания от 5100 до 5800 ккал/кг, затрат на добычу угля – в 1,27 раза, что позволяет увеличить стоимость продукции более чем в 2,4 раза.

4. Область применения разработанной методики – все предприятия открытого способа добычи угля, отрабатывающие сложноструктурные месторождения, в первую очередь те, на которых отсутствуют обогатительные мощности. На сегодняшний день к ним относятся месторождения каменного угля в: республике Хакасия (Бейский угольный кластер – Восточно-Бейский, Кирбинский, Майрыхский разрезы и т.д.), республике Бурятия (Никольский разрез), Иркутской области (Иркутский угольный бассейн), Хабаровском крае (Буреинский угольный бассейн), Якутии.

Список литературы

1. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2019 года // Уголь. 2020. № 3. С. 54-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.

2. Проект энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920> (дата обращения: 15.01.2022).

3. Гавришев С.Е. Организационно-технологические методы повышения надежности и эффективности работы карьера. Магнитогорск: МГТУ, 2002. 217 с.

4. Канзычаков С.В., Лапаев В.Н., Соколовский А.В. Развитие горных работ на разрезе: методический подход к управлению // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 3.

5. Кулецкий В.Н., Попов Д.В. Создание организационно-технологических условий для высокопроизводительной работы экскаваторов Bucyrus 495 HD // Уголь. 2012. № 12. С. 4-9. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/0122012.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).

6. Черских О.И. Стратегия и параметры развития горных работ на угольном разрезе // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 5. С. 392-399.

7. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. М.: Недра, 1970. 320 с.

8. Галкин В.А. Технологические основы проектирования и планирования грузопотоков на рудных карьерах с автомобильным транспортом: дис. ... доктора техн. наук / Владимир Алексеевич Галкин. Магнитогорск, 1987. 290 с.

9. Ржевский В.В. Открытые горные работы. М., 1985. 512 с.

10. Мельников Н.В. Открытая разработка месторождений. М.: Наука, 1985. 280 с.

11. Соколовский А.В. Методология проектирования технологического развития действующих карьеров: дис. ... доктора техн. наук. Спец. 25.00.21 «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем»; 05.02.22 «Организация производства (горная промышленность)» / Александр Валентинович Соколовский. Челябинск, 2009. 275 с.

12. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1982. 280 с.

13. Шешко Е.Ф. Разработка полезных ископаемых открытым способом. М.: Углетехиздат, 1949. 347 с.

14. О повышении эффективности работы угольных разрезов России / В.А. Галкин, А.Б. Килин, А.М. Макаров и др. // Горный журнал. 2012. № 8. С. 5-8.

15. Srivastava R.R., Mohan S., Verma S. Quality management of Iron ore and coal by raw material division of Tata Steel [Electronic resource]. Available at: http://www.eoq.org/fileadmin/user_upload/Documents/Congress_proceedings/Budapest (accessed: 15.01.2022).

16. Акимов Л.М. Обоснование эффективности технологических схем, обеспечивающих повышение качества добываемого угля: автореферат дис. ... канд. техн. наук: Спец. 25.00.21 «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» / Леонид Михайлович Акимов. Новочеркасск, 2002. 19 с.

17. Виницкий К.Е., Шаль Р.Р. Управление качеством угля на разрезах ПО «Экибастузуголь». Обзор. М.: ЦНИЭИ-уголь, 1981.

18. Федотов И.П. Открытая разработка сложноструктурных угольных пластов. М.: Недра, 1982. 143 с.

19. Косолапов А.И., Снетков Д.С. К вопросу управления качеством угля при разработке бурогольных месторождений Красноярского края // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. № 8. С. 110-116.

20. Снетков Д.С. Обоснование технологии и направления развития горных работ для управления качеством угля на разрезах: автореферат дис. ... канд. техн. наук: Спец. 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» / Дмитрий Сергеевич Снетков. Красноярск, 2010. 19 с.

21. Хоютанов Е.А. Обоснование резервов совершенствования процессов управления зольностью угля при разработке сложноструктурных месторождений (на примере Эльгинского месторождения): дис. ... канд. техн. наук: Спец. 25.00.22 «Геотехнология (подземная, откры-

тая и строительная)» / Евгений Александрович Хоютанов. Якутск, 2016. 155 с.

22. Щадов М.И., Виницкий К.Е., Шаль Р.Р. Опыт совершенствования технологии и управления качеством угля в ПО «Экибастузуголь». Обзор. М.: ЦНИЭИ-уголь, 1985.

23. Артемьев В.Б. Технологические и организационные механизмы эффективного функционирования угольной компании при комплексном освоении месторождений: автореферат дис. ... доктора техн. наук: Спец. 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», 05.02.22 «Организация производства (горная промышленность)» / Владимир Борисович Артемьев. М., 2004. 44 с.

24. Каплунов Д.Р. Комплексное освоение рудных месторождений: проектирование и технология подземной разработки. М.: ИПКОН РАН, 1998. 383 с.

25. Азев В.А., Попов Д.В. Управление качеством товарной продукции в условиях отработки сложноструктурного угольного месторождения // Горные науки и технологии. 2020. № 5 (2). С. 119-130.

SURFACE MINING

Original Paper

UDC 622.063:658.012.2«313» © V.A. Azev, D.V. Popov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 14-21
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-14-21>

Title
JUSTIFICATION OF PROCESS PARAMETERS IN MINING STRATIFIED DEPOSITS WITH INCONSISTENT OCCURRENCE AND QUALITY CHARACTERISTICS OF COAL

Authors

Azev V.A.¹, Popov D.V.²

¹“SUEK-Khakassia” LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation

²“Vostochno-Beisky Open-pit mine” LLC, Kirba village, Republic of Khakassia, 655796, Russian Federation

Authors Information

Azev V.A., Doctor of Engineering Sciences, Deputy General Director – Technical Director, e-mail: AzevVA@suek.ru

Popov D.V., Executive Director, e-mail: Priemnaya_VBR@suek.ru

Abstract

The article discusses topical issues in mining stratified deposits with inconsistent occurrence and quality characteristics of coal. The article presents a methodological approach to manage the quality of coal products for mining operations that develop stratified deposits with inconsistent characteristics of occurrence and quality of the mineral. The methodological approach to manage the quality of products is based on justification and assurance of the mining process parameters using the reduced heat value of coal combustion. Validation of the developed approach in conditions of the Vostochno-Beisky coal mine produced positive results, which are expressed in improved product quality and the economic efficiency of the enterprise.

Keywords

Management of product quality, Stratified deposits with inconsistent occurrence and quality characteristics of coal, Process parameters, Efficiency of technological solutions.

References

1. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – December, 2019. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 3, pp. 54-69. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-3-54-69](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-3-54-69).
2. Draft of the energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035. [Electronic resource]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1920> (accessed: 15.01.2022). (In Russ.).
3. Gavrishchev S.E. Organizational and technological methods to improve the reliability and efficiency of opencast mining. *Magnitogorsk: MG TU Publ.*, 2002, 217 p. (In Russ.).

4. Kanzychakov S.V., Lapaev V.N. & Sokolovsky A.V. Development of mining operations in strip mines: a methodological approach to management // *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*, 2012, (3). (In Russ.).
5. Kuletsky V.N. & Popov D.V. Creation of organizational and technological conditions for high-performance operation of Bucyrus 495 HD rope shovel. *Ugol'*, 2012, (12), pp. 4-9. (In Russ.). URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/0122015.pdf> (accessed 15.01.2022).
6. Cherskikh O.I. Strategy and parameters of mining operations development in a coal strip mine. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2016, (5), pp. 392-399. (In Russ.).
7. Arsenyev A.I. Defining productivity and boundaries of open-pits. *Moscow, Nedra Publ.*, 1970, 320 p. (In Russ.).
8. Galkin V.A. Technological fundamentals of designing and planning of material flows in ore open pits use vehicle transport, Dr. eng. sci. diss., *Magnitogorsk*, 1987, 290 p. (In Russ.).
9. Rzhavsky V.V. Surface mining. *Moscow*, 1985, 512 p. (In Russ.).
10. Melnikov N.V. Open pit mining. *Moscow, Nauka Publ.*, 1985, 280 p. (In Russ.).
11. Sokolovsky A.V. Design methodology for technological development of operating quarries, Dr. eng. sci. diss., Specialization: 25.00.21 'Theoretical basis of designing mining systems'; 05.02.22 'Organization of production (mining industry)'; *Chelyabinsk*, 2009, 275 p. (In Russ.).
12. Khokhryakov V.S. Open-pit mining of mineral deposits. *Moscow, Nedra Publ.*, 1982, 280 p. (In Russ.).
13. Sheshko E.F. Surface mining of mineral resources. *Moscow, Uglechtekhizdat Publ.*, 1949, 347 p. (In Russ.).
14. Galkin V.A., Kilin A.B., Makarov A.M. et al. On improving the efficiency of coal strip mines in Russia. *Gornyj zhurnal*, 2012, (8), pp. 5-8. (In Russ.).
15. Srivastava R.R., Mohan S., Verma S. Quality management of Iron ore and coal by raw material division of Tata Steel [Electronic resource]. Available at: http://www.eoq.org/fileadmin/user_upload/Documents/Congress_proceedings/Budapest (accessed 15.01.2022).

16. Akimov L.M. Justification of efficiency of technological schemes that improve the quality of mined coal, abstract for PhD (eng.) diss. Specialization: 25.00.21 'Theoretical basis of designing mining systems', Novocherkassk, 2002, 19 p. (In Russ.).
17. Vinitsky K.E. & Shal R.R. Coal quality management in coal mines of PO "Ekibastuzugol". Review. Moscow, CNIEugol Publ., 1981. (In Russ.).
18. Fedotov I.P. Surface mining of complex coal seams. Moscow, Nedra Publ., 1982, 143 p. (In Russ.).
19. Kosolapov A.I. & Snetkov D.S. Regarding coal quality management in mining brown coal fields of the Krasnoyarsk Territory. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2009, (8), pp. 110-116. (In Russ.).
20. Snetkov D.S. Justification of technology and development directions of mining operations to manage coal quality in strip mines, PhD (eng.) diss. Specialization: 25.00.22 'Geotechnology (underground, surface and construction)'. Krasnoyarsk, 2010, 19 p. (In Russ.).
21. Khoyutanov E.A. Justification of reserves to improve coal ash content management in mining complex deposits (as exemplified by the Elginsky coal field), PhD (eng.) diss., Specialization: 25.00.22 'Geotechnology (underground, surface and construction)', Yakutsk, 2016, 155 p. (In Russ.).
22. Shchadov M.I., Vinitsky K.E. & Shal R.R. Experience of enhancing technology and coal quality management in PO "Ekibastuzugol". Review. Moscow, CNIEugol Publ., 1985. (In Russ.).

23. Artemyev V.B. Technological and organizational mechanisms for efficient operation of a coal company in integrated development of deposits, Dr. eng. sci. diss., Specialization: 25.00.22 'Geotechnology (underground, surface and construction)'; 05.02.22 'Organization of production (mining industry)', Moscow, 2004, 44 p. (In Russ.).
24. Kaplunov D.R. Integrated development of ore deposits: design and technology of underground mining. Moscow, IPKON RAS Publ., 1998, 383 p. (In Russ.).
25. Azev V.A. & Popov D.V. Management of commercial product quality in conditions of mining complex coal deposits. *Gornye nauki i tehnologii*, 2020, (5), pp. 119-130. (In Russ.).

For citation

Azev V.A. & Popov D.V. Justification of process parameters in mining stratified deposits with inconsistent occurrence and quality characteristics of coal. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 14-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-14-21.

Paper info

Received December 27, 2021

Reviewed January 13, 2022

Accepted January 18, 2022

Чтобы помощь была оперативной и грамотной: на Бородинском разрезе прошла тренировка горноспасателей

В Красноярском крае на Бородинском разрезе, входящем в СУЭК Андрея Мельниченко, прошло обучение вспомогательной горноспасательной команды (ВГК). Такие добровольческие формирования действуют во всех угледобывающих подразделениях СУЭК, их общая численность превышает 1 500 человек. Основная задача ВГК – в случае нештатной ситуации первыми прийти на помощь коллегам и приступить к ликвидации ЧС.

На Бородинском разрезе такая команда состоит из 32 добровольцев – это представители разных профессий: машинисты экскаваторов, бульдозеров, водители автомобилей, прошедшие специальную подготовку. Обучение горноспасателей на базе учебного центра предприятия ведется на постоянной основе. Дважды в год для горноспасателей проходят теоретические и практические занятия с привлечением специалистов Военизированной горноспасательной бригады Восточной Сибири (ФГУП «ВГСУ»).

«Темой нынешнего тренинга стала проверка работоспособности дыхательных аппаратов и действия в них, – рассказал командир отделения учебного взвода горноспасательного отряда Восточной Сибири Сергей Загоруйко, проводивший занятия. – Вспомнили с членами ВГК оборудование, спасательное оснащение, которое они должны и обязаны применять в соответствии с правилами. Теоретические знания мы обязательно подкрепляем на практике».



Помимо занятий со специалистами учебного центра ФГУП «ВГСУ» добровольцы ВГК тренируются самостоятельно – регулярно проверяют исправность оборудования, совершенствуют оперативность и навыки командной работы.

Росту профессионализма способствуют и соревнования между спасательными подразделениями СУЭК, которые проводятся с 2014 г. – отдельно для ВГК на открытых и на подземных горных работах. Последние такие состязания проходили в октябре 2021 г. в Хакасии и были приурочены к 20-летию СУЭК и 76-й годовщине Победы советского народа в Великой Отечественной войне. А в 2019 г. масштабное мероприятие принимал Бородинский разрез.



Анализ изменения технико-экономических показателей буровзрывных работ в зависимости от возрастания глубины разработки угольных месторождений Дальнего Востока

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-22-25>

СОБОЛЕВ А.А.

Канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник
Института горного дела ХФИЦ ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: sobolev@khfrc.ru

ГАЛИМЬЯНОВ А.А.

канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
Института горного дела ХФИЦ ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: azot-1977@mail.ru

Выполнена оценка влияния глубины разработки угольных разрезов на изменение основных параметров буровзрывных работ и затрат на их проведение. В условиях работы предприятия «Ургалуголь» на разрезах «Буреинский» и «Правобережный» установлено, что с понижением горных работ изменяются свойства угольных пластов и вмещающих пород, существенно усложняются горно-геологические и организационные условия разработки. Данные изменения существенно влияют на фактические параметры БВР, что в итоге приводит к увеличению производственных и операционных затрат. В этой связи происходят значительные расхождения в бюджетах на проведение вскрышных и добычных работ вследствие их увеличения по мере отработки уступов. Для расчета, корректировки и обоснования основных производственных параметров, таких как удельные операционные затраты и выход взорванной горной массы с одного метра взрывной скважины, предлагается использовать показатель средневзвешенного номера уступа БВР, который рассчитывается из объема взорванной горной массы на каждом из уступов по мере развития горных работ. Установлено, что соответствующий средневзвешенный номер уступа за определенный исследуемый вре-

менной интервал имеет прямую связь с удельными операционными затратами на производство процесса подготовки горной массы к выемке, а также с выходом горной массы с одного метра.

Внедрение и использование данного показателя значительно упрощают проведение расчета и анализа основных проектных и фактических инженерных решений, делают удобным обоснование соответствующих рациональных параметров, позволяют прогнозировать изменения и расхождения в экономических показателях процесса буровзрывной подготовки горной массы к выемке.

Ключевые слова: открытые горные работы, угольный разрез, буровзрывные работы, глубина разработки, средневзвешенный номер уступа, горные породы, добыча, основные параметры, производственные затраты.

Для цитирования: Соболев А.А., Галимьянов А.А. Анализ изменения технико-экономических показателей буровзрывных работ в зависимости от возрастания глубины разработки угольных месторождений Дальнего Востока // Уголь. 2022. № 2. С. 22-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-22-25.

ВВЕДЕНИЕ

Обобщенный опыт работы предприятия «Ургалуголь» компании «СУЭК» показывает, что с возрастанием глубины разработки усложняются условия производства горных работ: увеличиваются объемы вскрыши, повышается обводненность пород, сокращается ширина рабочих площадок и уступов. Ввиду изменения физико-механических свойств горных пород по мере углубления на угольных разрезах «Буреинский» и «Правобережный» происходят снижение производительности буровых установок, повышение уровня сопротивляемости пород взрыву, снижается качество дробления, увеличивается удельный расход ВВ для поддержания требуемого равномерного разрушения горных пород при проведении массовых взры-

вов. В этой связи зафиксировано значительное расхождение плановых и фактических показателей буровзрывных работ, а также затрат на их осуществление с увеличением глубины отработки запасов.

ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТАНИЯ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ

По мере возрастания глубины залегания угольных пластов растет горное давление вышележащих породных слоев за счет изменения энергии тектонических процессов [1, 2]. Вследствие увеличения геостатического давления и роста напряженного состояния горного массива происходят смыкание трещин по отдельным элементарным блокам и уплотнение горных пород [3, 4], уменьшение пористости пород, увеличивается блочность массива [5], зафиксировано изменение типа цементирования с возрастанием глубины залегания горных пород [6] на примере песчаников лежащего бока угольных пластов. Аналогично изменениям в структуре массива изменяются свойства пород в направлении повышения их крепости, что существенно влияет на эффективность их разрушения [7, 8, 9]. Прочность пород на сдвиг и сжатие, степень их трещиноватости, пористости и плотности являются одними из ключевых факторов, оказывающих влияние на параметры подготовки горной массы к выемке, и в значительной мере определяют эффективность и качество осуществления процесса взрывных работ [10, 11] и производительность всех последующих операций по разрушению горных пород. На нижних уступах заметно отличается влияние взрывных волн на массив от их воздействия и распространения относительно верхних горизонтов [12]. Поэтому при расчетах параметров буровзрывных работ, в том числе удельного расхода ВВ, необходимо учитывать изменение свойств горных пород и, в частности, предела прочности пород на растяжение и блочность массива, что в настоящее время на большинстве угольных разрезов пока не выполняется [13], а показатели свойств массива принимают усредненными для всего разреза, его горизонта или участка.

Необходимо отметить, что комплексный учет количественного влияния всех природных и организационных факторов на подготовку горной массы к выемке представляет собой сложную научно-производственную задачу, так как большая их часть имеет взаимосвязанный характер, что усложняет производство объективной оценки влияния данных факторов на обоснование рациональных параметров производственных процессов [14].

В настоящее время в большинстве принятых на угольных предприятиях нормах проектирования буровзрывных работ не учитывается комплексное влияние изменения физико-механических характеристик массива горных пород с глубиной разработки на параметры БВР [15].

В связи с этим важную роль приобретают экспериментальное определение рациональных методов разупрочнения массива буровзрывным способом и их совершенствование на базе полученных результатов.

Планируемые показатели БВР могут расходиться с фактическими не только по техническим причинам (параме-

тры БВР, свойства массива), но и по организационным (отклонение годового плана развития горных работ от операционного как по глубине, так и по ширине и длине разработки горизонта) [15], что негативно отражается на финансово-экономических показателях работы предприятия [16]. На сегодняшний день для достижения наиболее рациональных показателей отбойки и возможности их совершенствования необходимо объединить все влияющие факторы в систему, определяющую параметры БВР, использование которой позволит осуществлять качественную и количественную технико-финансово-экономическую оценку процесса подготовки горной массы к выемке. Решить данную производственную проблему обоснования себестоимости вскрышных и добычных работ, с учетом большинства основных влияющих на процесс БВР факторов, возможно методом внедрения и использования в инженерно-экономических расчетах **относительного средневзвешенного номера уступа БВР**.

В предлагаемой методике каждый взрывной блок предлагается привязывать к номеру уступа в целях обоснования фактических параметров буровзрывных работ на отчетный период относительно плановых. Для совершенствования планирования БВР на будущие периоды предлагается применять относительный средневзвешенный номер уступа БВР ($C_{\text{ср.уст.}}$) за отчетный период, определяемый как среднее арифметическое значение номера уступа определенной высоты, учитывающий объем взорванной горной массы каждого из слагаемых уступов, для которых рассчитывается это среднее значение.

Формула для расчета относительного средневзвешенного номера уступа выглядит как:

$$C_{\text{ср.уст.}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{уст.}} \times V_{\text{ВГМ}}}{\sum_{i=1}^n V_{\text{ВГМ}}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{уст.}}$ – номер уступа считая от дневной поверхности – 1, 2, 3 и т.д.; $V_{\text{ВГМ}}$ – объем взорванной горной массы (ВГМ) по уступу $N_{\text{уст.}}$ за расчетный период времени.

Расчет средневзвешенного номера уступа в условиях предприятия «Ургалуголь» за 2015-2019 гг. представлен в *таблице*.

По итогам исследований на угольных разрезах «Буринский» и «Правобережный» (предприятия АО «Ургалуголь») за период 2015-2019 гг. зафиксирована корреляционная зависимость удельных операционных затрат и выхода взорванной горной массы (ВГМ) с 1 м от относительного средневзвешенного номера уступа БВР (*см. рисунок*).

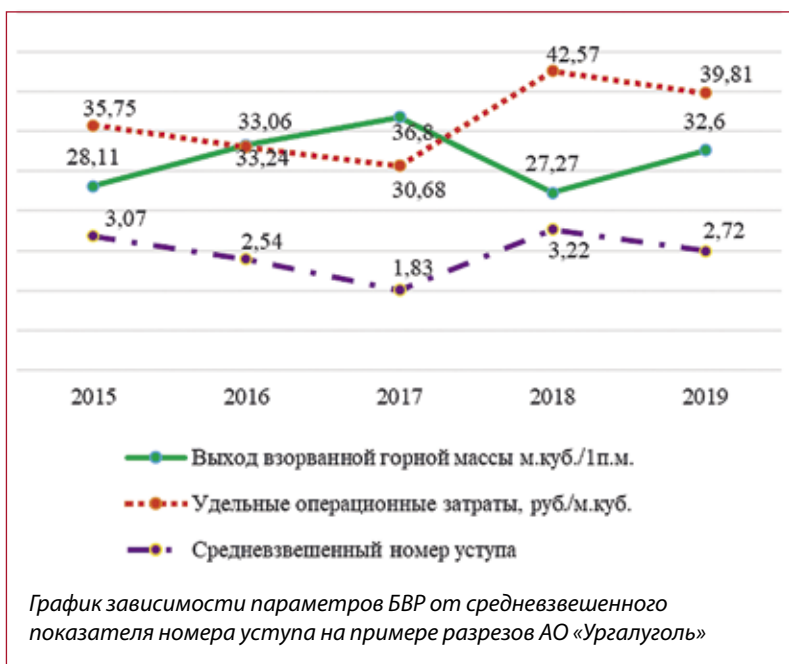
Из *рисунка* следует, что при отработке месторождений угля открытым способом с увеличением средневзвешенного показателя номера уступа за отчетный период (в данном случае принимался 1 календарный год) прямо пропорционально растут удельные операционные затраты и снижается выход взорванной горной массы с одного метра взрывной скважины.

ВЫВОДЫ

Подготовка горной массы к выемке в контексте процесса разрушения горных пород зависит от большого количества внешних факторов, связанных как со свойствами самой разрушаемой среды, взрывчатых материалов, параме-

Исходные данные и расчет средневзвешенного номера уступа на угольных разрезах «Буреинский» и «Правобережный»

| Номер уступа | Объем взорванной горной массы, тыс. куб. м | | | | |
|-------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| 1 | 3736 | 6444,4 | 8267,7 | 5164,2 | 4290,4 |
| 2 | 1664 | 1308,2 | 8178,3 | 5114,6 | 4529,5 |
| 3 | 851,8 | 1594,2 | 4606,2 | 3439,9 | 5165,4 |
| 4 | 1792,5 | 3178,7 | 50,8 | 4013,9 | 2967,8 |
| 5 | 1778,3 | 1420,8 | – | 4802,4 | 615,9 |
| 6 | 1508,1 | 490,7 | – | 2409 | 1233,1 |
| Средневзвешенный номер уступа | 3,07 | 2,54 | 1,8 | 3,2 | 2,7 |



трами бурения, так и с организационными условиями осуществления процесса. Усложнение горно-геологических и организационных условий разработки угольных месторождений, связанных с углублением горных работ, предопределяет необходимость комплексного учета всех влияющих на процесс разрушения горных пород факторов для обоснования рациональных параметров при проектировании и оценке основных технико-экономических показателей, в том числе и изыскания новых резервов для повышения эффективности.

На месторождениях осадочного происхождения, где ярко выражена зависимость физико-механических свойств горных пород от возрастания глубины разработки, в качестве инструмента для проведения сравнительного технико-экономического анализа рекомендуется применять относительный средневзвешенный номер уступа БВР.

Внедрение и использование данного показателя на предприятии «Ургалуголь» позволили вести более точный учет и анализ эффективности всего процесса рыхления горной массы, в частности: работы операторов буровых станков; учет расходов ВВ и средств инициирования; обосновывать расхождения в основных проектных и фактических показателях БВР, таких как удельные операционные затраты на рыхление 1 куб. м, выход взорванной горной массы (куб. м) с 1 м скважины, расходы в целом на проведение БВР по уступам.

Список литературы

1. Evolution and effect of the stress concentration and rock failure in the deep multi-seam coal mining / Zhang M., Shimada H., Sasaoka T. et al. // Environmental Earth Sciences. 2014. Vol. 72. No. 3. P. 629-643.
2. Haldar S.K. Introduction to Mineralogy and Petrology (Second Edition). 7 August 2020. P. 187-268.
3. Stability analysis of rock structure in large slopes and open-pit mine: numerical and experimental fault modeling / B. Azarfar, S. Ahmadvand, J. Sattarvand et al. // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2019. Vol. 52. No. 12. P. 4889-4905.
4. Брюзгина Н.И., Туезова Н.А. О законах изменения пористости и плотности горных пород с глубиной их залегания для отложений Западно-Сибирской низменности // Труды СНИИГГиМС. 1967. Вып. 62. С. 134–140.
5. Авчян Г.М., Матвеев А.А., Стефаневич З.Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях. М.: Недра, 1979. 224 с.
6. Лысаков Б.А., Зубарев Ю.П. Пример влияния глубины залегания на петрографические и механические свойства песчаников // Известия АН СССР. Геология и разведка. 1968. № 1. С. 18–22.
7. Mohammad Babaei Khorzoughi, Robert Hall. Rock fracture density characterization using measurement while drilling (MWD) techniques // International Journal of Mining Science and Technology. 4 January 2018.
8. Галимьянов А.А. Повышение эффективности взрывного рыхления мерзлых горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 51-1. С. 433–438.
9. Секисов Г.В., Соболев А.А. Рациональный способ разработки маломощных крутопадающих рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 11. С. 38–45.
10. Ebrahim F. Salmi, Ewan J. Selles. A review of the methods to incorporate the geological and geotechnical characteristics of rock masses in blastability assessments for selective blast design // Engineering Geology. 15 December 2020.
11. Abbaspour H., Drebenstedt C., Maghaminiket A. Optimized design of drilling and blasting operations in open pit mines under technical and economic uncertainties by system dynamic modelling // International Journal of Mining Science and Technology. 2018. Vol. 28. No 6. P. 839-848.

12. Попов В.Н., Сильченко О.Б., Парамонова М.С. Об изменении физико-механических свойств горных пород с глубиной залегания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 5. С. 108–117.

13. Механика сдвижения и разрушения горных пород / С.Д. Викторов, С.А. Гончаров, М.А. Иофис и др. М.: РАН, 2019. 360 с.

14. Ozdemir B., Kumral M. A system-wide approach to minimize the operational cost of bench production in open-cast

mining operations // International Journal of Coal Science & Technology. 2019. Vol. 6. No. 1. P. 84–94.

15. Совместная разработка сближенных пологих каменноугольных пластов в разнопрочных и мерзлых породах / А.И. Добровольский, А.А. Галимьянов, Е.Б. Шевкун и др. // Уголь. 2015. № 12. С. 34–38. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/0122015.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).

16. Çelebi N. An equipment selection and cost analysis system for open pit coal mines // International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment. 1998. Vol. 12. No. 4. P. 181–187.

SURFACE MINING

Original Paper

UDC 622.23.2 © A.A. Sobolev, A.A. Galimyanov, 2022

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 22-25

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-22-25>

Title

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF DRILLING AND BLASTING PARAMETERS DEPENDING ON THE DEPTHS INCREASE IN COAL MINING

Authors

Sobolev A.A.¹, Galimyanov A.A.¹

¹Khabarovsk Federal Research Center, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

Authors Information

Sobolev A.A., Leading Research Associate, Institute of Mining, e-mail: sobolev@khfrc.ru

Galimyanov A.A., Senior Research Associate, Institute of Mining, e-mail: azot-1977@mail.ru

Abstract

The authors of the article assessed the impact of the depth of open-pit coal mining on the change in the main parameters of drilling and blasting operations as well as their costs. At the “Bureinsky” and “Pravoberezhny” coal open-pits which belong to “Urgalugol” enterprise, it was investigated that as long as mining operations going deeper, the physical and mechanical properties of coal seams and in-situ rocks change, geological and organizational conditions of mining become significantly more complicated. These changes dramatically affect the actual parameters of the D&B, which ultimately leads to an increase in production and operation costs. In this regard, there significant discrepancies arise in the designed and actual budgets for overburden removal and mining operations. To calculate, adjust and justify the main production parameters, it is proposed to use the indicator of the actual weighted average number of the D&B operating bench, which is calculated from the volume of the blasted rock mass on each of the benches. It is established that the corresponding weighted average number of the bench, for a certain period of time, has a direct relationship with the specific operating costs, powder factor as well as the volume of rock blasted per 1 meter of the blast hole. The use of this indicator significantly simplifies the calculation and analysis of the main design and actual engineering parameters, makes it convenient to justify the appropriate rational parameters, allows to predict changes and fluctuations in the economic indicators of the D&B process.

Keywords

Open-cast mining, Coal open-pit, Drilling and blasting operations, Mining depth, Rocks, Main parameters, Production costs.

References

- Zhang M., Shimada H., Sasaoka T. et al. Evolution and effect of the stress concentration and rock failure in the deep multi-seam coal mining. *Environmental Earth Sciences*, 2014, Vol. 72, (3), pp. 629–643.
- Haldar S.K. Introduction to Mineralogy and Petrology (Second Edition), 7 August 2020, pp. 187–268.
- Azarfar B., Ahmadvand S., Sattarvand J. et al. Stability analysis of rock structure in large slopes and open-pit mine: numerical and experimental fault modeling. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 2019, Vol. 52, (12), pp. 4889–4905.
- Bryuzgina N.I. & Tuezova N.A. On laws of changes in rock porosity and density with their occurrence depth for sediments of the West Siberian Lowland. *Trudy Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii, geofiziki i mineral'nogo syr'ya*, 1967, (62), pp. 134–140. (In Russ.).

5. Avchyan G.M., Matveenko A.A. & Stefankevich Z.B. Petrophysics of sedimentary rocks in deep subsurface conditions. Moscow, Nedra Publ., 1979, 224 p. (In Russ.).

6. Lysakov B.A. & Zubarev Yu.P. Example of the occurrence depth effects on petrographic and mechanical properties of sandstones. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij, Geologiya i razvedka*, 1968, (1), pp. 18–22. (In Russ.).

7. Mohammad Babaei Khorzoughi & Robert Hall. Rock fracture density characterization using measurement while drilling (MWD) techniques. *International Journal of Mining Science and Technology*, 4 January 2018.

8. Galimyanov A.A. Improving the efficiency of explosive ripping of frozen rocks. *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2015, (S1-1), pp. 433–438. (In Russ.).

9. Sekisov G.V. & Sobolev A.A. Rational way of mining narrow vein steeply dipping ore deposits. *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2012, (11), pp. 38–45. (In Russ.).

10. Ebrahim F. Salmi & Ewan J. Selles. A review of the methods to incorporate the geological and geotechnical characteristics of rock masses in blastability assessments for selective blast design. *Engineering Geology*, 15 December 2020.

11. Abbaspour H., Drebenstedt C. & Maghaminiket A. Optimized design of drilling and blasting operations in open pit mines under technical and economic uncertainties by system dynamic modelling. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2018, Vol. 28, (6), pp. 839–848.

12. Popov V.N., Silchenko O.B. & Paramonova M.S. On changes in physical and mechanical properties of rocks with occurrence depth. *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2011, (5), pp. 108–117. (In Russ.).

13. Viktorov S.D., Goncharov S.A., Iofof M.A. et al. Mechanics of rock movement and breaking. Moscow, RAN Publ., 2019, 360 p. (In Russ.).

14. Ozdemir B. & Kumral M. A system-wide approach to minimize the operational cost of bench production in open-cast mining operations. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2019, Vol. 6, (1), pp. 84–94.

15. Dobrovolsky A.I., Galimyanov A.A., Shevkun E.B. et al. Combined mining of adjacent gently sloping coal seams in formations of various strength and frozen formations. *Ugol'*, 2015, (12), pp. 34–38. (In Russ.). URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/0122015.pdf> (accessed 15.01.2022).

16. Çelebi N. An equipment selection and cost analysis system for open pit coal mines. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 1998, Vol. 12. No. 4. P. 181–187.

For citation

Sobolev A.A. & Galimyanov A.A. Technical and Economical Analysis of Drilling and Blasting Parameters Depending on the Depths Increase in Coal Mining. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 22–25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-22-25.

Paper info

Received December 18, 2021

Reviewed December 28, 2021

Accepted January 18, 2022

Эконометрическое моделирование отраслевой программы развития и функционирования угольно-промышленных кластеров в системе региональной экономики

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-26-28>

ХАЦЕНКО Е.С.

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

В работе рассматриваются вопросы разработки и реализации отраслевой программы развития угледобывающего комплекса через систему эконометрического моделирования и статистического анализа. Представленная система анализа включает в себя построение многофакторных моделей, состоящих из семи оценочных этапов. Отдельное внимание уделяется вопросам влияния коэффициентов эластичности на прогнозируемый результат, формирование рекомендаций о включении в отраслевую программу исследования зависимости внутреннего регионального продукта и объемов добычи и реализации угледобывающей отрасли. Отдельным направлением в исследовании является оценка взаимосвязи инвестиционной активности региона и процесса кластеризации отрасли через систему параметральных данных и результативных показателей.
Ключевые слова: многофакторные модели, статистический анализ, вариации, кластерный анализ, угледобывающий кластер, инвестиционный потенциал, отраслевая программа.

Для цитирования: Хаценко Е.С. Эконометрическое моделирование отраслевой программы развития и функционирования угольно-промышленных кластеров в системе региональной экономики // Уголь. 2022. № 2. С. 26-28. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-26-28.

ВВЕДЕНИЕ

Создание отраслевой программы функционирования системообразующих кластеров является базовым инструментом развития промышленного потенциала региона. Формирование программы инвестиционной привлекательности, инструментов активного вовлечения инвесторов в экономику отраслей обеспечивает поступательный рост ВРП за счет формирования оптимального портфеля длинных инвестиций с быстрым высвобождением капитала. Оценка инвестиционной и отраслевой привлекательности угледобывающих, топливных кластеров лежит в основе формирования стратегии социально-экономического, ориентированного развития региона. Актуальность данной темы обусловлена активным ростом интереса инвесторов к регионам с угледобывающей специализацией и развитием отраслевых корпоративных кластерных структур на территориях [1]. Регионы угольного бассейна активно формируют отраслевые программы развития сопряженные с долгосрочными инвестиционными стратегиями развития, территорий и формирования дополнительных источников региональных резервных фондов и бюджета. Разработка модели отраслевой программы развития угледобывающих кластеров является сложной системно-аналитической задачей, реализацией которой активно занимаются органы государственной власти, ученые профильных исследовательских центров, в частности, основным аналитическим инструментом выступают методы эконометрического анализа, конъюнктурного анализа деятельности кластеров, а также отраслевого анализа производственного потенциала и рынков сбыта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой для исследования являются эконометрическое моделирование и статистический анализ. В основе исследования формируются многофакторные корреляционные модели, описывающие зависимости показателей отраслевой программы от ряда региональных показателей эффективности. Так, при формировании модели на первом этапе оценивается зависимость валового регионального

продукта от показателей объемов добычи углеводородного сырья, первичных показателей эффективности прямых инвестиций в отрасль.

Сформированные статистические ряды ранжируются по признаку хронологии исследования и затрагивают периоды последних пяти лет. Основная задача отраслевой программы заключается в формировании четкого понимания влияния факторов роста экономики региона и объемов расширения, развития производства. В данном случае активную роль в исследовании играют значения коэффициентов эластичности с лагом роста более 15%, что доказывает корреляцию между показателями деятельности отрасли и маркерами развития региональной экономики.

Полученные прогнозы развития отрасли сформируют аналитическую базу для разработки инструментов наращивания ВРП, определения прогнозного уровня экономического роста территорий. Данные выводы можно сделать при формировании уравнений регрессии с учетом прогнозов изменений основных экономических показателей добывающей отрасли. На первом этапе моделирования, при учете базисного показателя – объема отраслевой добычи, составляется статистический ряд объема добычи углеводородного сырья бассейна в хронологической перспективе за последние 10 лет. Факторами влияния являются показатели социально-экономического, кластерного развития территории, которые являются смежными в статистической выборке. Формируется аналитическая многофакторная модель с открытым итогом коэффициентов результативности, то есть на данном этапе оцениваются резервные источники роста отрасли.

Формирование отраслевой программы включает в себя эконометрическое моделирование системы, состоящее из семи последовательных этапов. На первом этапе в результативную модель включаются показатели занятых в добывающей отрасли, инвестиции в основной капитал [2], стоимость основных средств, формирующих производственную базу отрасли, коэффициенты инвестиционной активности отраслевых предприятий. Вторая модель характеризуется анализом факторов объема переработанного углеводородного сырья с учетом брака и ресурсов для внутреннего потребления отрасли. Отдельно учитываются факторы оснащенности и обеспеченности средствами добычи [3, 4], обеспеченность отрасли смежными межотраслевыми продуктами, такими как электрическая энергия, газообеспечение. Третья модель представлена оценкой отраслевой инфраструктуры, сформированной и реализованной адресной программы развития, программы реновации и обновления бассейновой инфраструктуры, оценкой сальдированного финансового результата деятельности хозяйствующих субъектов, входящих в отраслевую кластер.

Если в условиях развития отрасли преобладает формирование межрегионального угледобывающего кластера и отраслевая программа развития включает референсные значения функционирования экономик нескольких территорий, то отдельным этапом формируются обобщенные уравнения регрессии, верифицируемые по определенным агрегированным критериям.

Четвертый этап моделирования формирует матрицу коэффициентов корреляции, оценивающих взаимосвязь

каждого фактора от результативных показателей, при условии корректности оценки коэффициентов эластичности [5]. На данном этапе мы оцениваем изменение результативности показателей отрасли при увеличении факторного показателя на один шаг, с учетом элиминированного эффекта сопутствующих факторных величин. На следующем этапе при оценке влияния на результативный признак формируется таблица Чеддока [6, 7], отражающая уровень корреляции и влияния промежуточного фактора на результат. Пятый и шестой этапы моделирования характеризуются методами статистического анализа с оценками роста, падения объемов добычи, прогнозами изменения референсных отраслевых показателей. С учетом полученных прогнозов формируем стратегическую отраслевую программу с тесной корреляцией ВРП и объемами сбыта готовой продукции компаниями отрасли.

Седьмой этап заключается в формировании перечня рекомендаций по дальнейшему развитию отраслей, формированию единой отраслевой программы развития, которые можно назвать точками роста и которые оказывают наиболее значимое влияние на увеличение результативных показателей социально-экономической деятельности территорий [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные рекомендации по формированию отраслевой программы развития основываются на полученных результатах эконометрического моделирования, учитывают особенность социально-экономического развития территории, а также сформированный инвестиционный региональный потенциал [9, 10].

Формирование отраслевой программы развития дает импульс к структуризации развития отраслевых кластеров [11, 12], а также формирует перспективные инструменты развития, направленные на повышение эффективности добычи и обработки, целесообразного распределения сырья, формирование единой концепции развития отраслевых предприятий и повышения уровня долгосрочной отраслевой занятости. Моделирование формирует возможность оценки системы управления фондами, инвестиционным портфелем и инструментами роста валового регионального продукта.

Список литературы

1. Новоселов А.С., Иценков О.О., Убоженко Е.Е. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов // Проблемы современной экономики. 2021. № 1. С. 115-119.
2. Бабкина Л.Н., Скотаренко О.В. Особенности квалиметрического подхода в региональных исследованиях // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2013. № 5. С. 161-165.
3. Zaychenko I.M., Kalinina O.V., Gutman S.S. Labor resources of the Far North territories: Problems and prospects / Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference – Vision 2020: Innovation Management Development Sustainability and Competitive Economic. 2016. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85013952661&partnerID=40&md5=bdafedf13ac09f3fd66efa18a3542a77> (accessed 15.01.2022).

4. Tools for digitalization of economic processes for supporting management decision-making in the Arctic region / N. Babkin, S. Beshpalova, L. Senetskaya et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 302. Is. 1. 6 August. No 012147 4th International Scientific Conference on Arctic: History and Modernity; Saint Petersburg.

5. Mun T. England's treasure by forraing trade. New York; London: Macmillan, 1985. XVI. 119 p.

6. Myrdal G. Historien om an American dilemma. Stockholm: SNS for, 1987. 169 p.

7. Rogge N., de Jaeger S., lavigne C. Waste Performance of NutS 2-regions in the Eu: a Conditional directional distance Benefit-of-the-doubt Model // Ecological Economics. 2017. Vol. 139. P. 19-32.

8. Wolf S., Schütze F., Jaeger C.C. Balance or synergies between environment and economy – a note on model structures // Sustainability. 2016. Vol. 8 (8). Article 761.

9. Медведев А.В., Никитенко С.М., Месяц М.А. Инновационное развитие угледобывающей отрасли региона: моделирование и предварительный анализ // Уголь. 2019. № 11. С. 43-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-43-47.

10. Медведев А.В., Прокопенко Е.В., Кисляков И.М. Система поддержки принятия решений в оценке экономической эффективности угледобывающей отрасли с учетом экологических ограничений // Уголь. 2021. № 12. С. 28-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-28-33.

11. Медведев А.В., Рапп Е.Ю., Шушарин И.А. Система гео визуализации показателей территорий для поддержки решений в ситуационных центрах социально-экономического анализа // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34. № 1. С. 209-214.

12. Современные тенденции развития угольной промышленности с учетом влияния пандемии / А.М. Лялин, А.В. Зозуля, Т.Н. Еремина и др. // Уголь. 2021. № 5. С. 62-65. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-62-65.

Original Paper

UDC 338.12 © © E.S. Khatsenko, 2022

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 26-28

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-26-28>

Title

ECONOMETRIC MODELING OF THE SECTORAL PROGRAM FOR THE DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF COAL-INDUSTRIAL CLUSTERS IN THE REGIONAL ECONOMY

Author

Khatsenko E.S.¹

¹Youth department of Murmansk regional government, Murmansk, 183038, Russian Federation

Authors Information

Khatsenko E.S., PhD (Economic), Associate Professor, Chairman of the Committee, e-mail: egor-mur@bk.ru

Annotation

The paper deals with the development and implementation of a sectoral program for the development of a coal mining complex through a system of econometric modeling and statistical analysis. The presented analysis system includes the construction of multivariate models, consisting of seven evaluation stages. Special attention is paid to the issues of the influence of the elasticity coefficients on the predicted result, the formation of recommendations on the inclusion in the sectoral program of the study of the dependence of the domestic regional product and the volumes of production and sales of the coal mining industry. A separate area of research is the assessment of the relationship between the investment activity of the region and the process of clustering the industry through a system of parametric data and performance indicators.

Keywords

Multivariate models, Statistical analysis, Variations, Cluster analysis, Coal mining cluster, Investment potential, Industry program.

References

- Novoselov A.S., Itsenkov O.O. & Ubozhenko E.E. Economic problems of regions and sectoral complexes. *Problems of modern economics*, 2021, (1), pp. 115-119. (In Russ).
- Babkina L.N. & Skotarenko O.V. Features of the qualimetric approach in regional studies. *Scientific and technical statements of the St. Petersburg State Polytechnic University*, 2013, (5), pp. 161-165. (In Russ).
- Zaychenko I.M., Kalinina O.V. & Gutman S.S. Labor resources of the Far North territories: Problems and prospects / Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference – Vision 2020: Innovation Management Development Sustainability and Competitive Economic. 2016. Available at: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85013952661&partnerID=40&md5=bda7edf13ac09f3fd66efa18a3542a77> (accessed 15.01.2022).
- Babkin N., Beshpalova S., Senetskaya L. & Skotarenko O. Tools for digitalization of economic processes for supporting management decision-making in the

Arctic region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, Vol. 302, Is. 1, 6 August. (012147), 4th International Scientific Conference on Arctic: History and Modernity; Saint Petersburg.

5. Mun T. England's treasure by forraing trade. New York; London: Macmillan, 1985, XVI, 119 p.

6. Myrdal G. Historien om an American dilemma. Stockholm: SNS for, 1987. 169 p.

7. Rogge N., de Jaeger S. & lavigne C. Waste Performance of NutS 2-regions in the Eu: a Conditional directional distance Benefit-of-the-doubt Model. *Ecological Economics*, 2017, Vol. 139, pp. 19-32.

8. Wolf S., Schütze F. & Jaeger C.C. Balance or synergies between environment and economy – a note on model structures. *Sustainability*, 2016, Vol. 8, Article 761.

9. Medvedev A.V., Nikitenko S.M. & Mesyats M.A. Innovative development of the coal mining industry in the region: modeling and preliminary analysis. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 43-47. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-43-47.

10. Medvedev A.V., Prokopenko E.V. & Kislyakov I.M. Decision support system in assessing the economic efficiency of the coal mining industry taking into account environmental restrictions. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 28-33. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-28-33.

11. Medvedev A.V., Rapp E.Yu. & Shusharin I.A. System of geovisualization of indicators of territories to support decisions in situational centers of socio-economic analysis. *Software products and systems*, 2021, Vol. 34, (1), pp. 209-214. (In Russ).

12. Lyalin A.M., Zozulya A.V., Eremina T.N. et al. Modern trends in the development of the coal industry taking into account the impact of the pandemic. *Ugol'*, 2021, (5), pp. 62-65. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-62-65.

For citation

Khatsenko E.S. Econometric modeling of the sectoral program for the development and functioning of coal-industrial clusters in the regional economy. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 26-28. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-26-28.

Paper info

Received December 12, 2021

Reviewed December 30, 2021

Accepted January 18, 2022

REGIONS

Международный форум «РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ – 2021»

Обзор подготовила
Ольга Глинина



Краткий обзор итогов РЭН • Краткий обзор итогов РЭН • Краткий обзор итогов РЭН • Краткий обзор итогов РЭН

Российская энергетическая неделя (РЭН) – международная платформа для обсуждения основных вызовов, с которыми сталкивается энергетический сектор экономики, и актуальных вопросов развития ТЭК – прошла в Москве с 13 по 15 октября 2021 г. Организаторами Форума стали Фонд Росконгресс, Министерство энергетики Российской Федерации и Правительство Москвы. Форум объединил 2500 участников из более чем 80 стран мира. В рамках деловой программы прошли 32 мероприятия с участием 204 спикеров.

Форум посетили официальные представители из разных государств, среди которых: председатель Правительства Республики Южная Осетия Геннадий Бекоев, вице-премьер-министр Республики Армения Сурен Папикян, заместитель премьер-министра, министр горной промышленности и энергетики Республики Сербия Зорана Михайлович.

Участие приняли 14 министров из следующих стран: Азербайджан, Бразилия, Венгрия, Джибути, Индия, Ирак, Мьянма, Республика Беларусь, ОАЭ, Саудовская Аравия, Сербия, Сирия, Судан, Черногория.

Также Форум посетили главы дипломатических представительств 30 стран: Албания, Алжир, Армения, Болгария, Бразилия, Венгрия, Гана, Гвинея, Джибути, Замбия, Индия, Исландия, Катар, Кения, Люксембург, Монголия, Намибия, Нигерия, Норвегия, ОАЭ, Оман, Саудовская Аравия, Сирия, Судан, Сьерра-Леоне, Таиланд, Турция, Хорватия, Черногория, ЮАР.

«Российская энергетическая неделя проводится в четвертый раз, год от года интерес к повестке Форума растет и привлекает внимание ключевых игроков ТЭК. Технологические прорывы отрасли, синергия промышленности, науки и бизнеса, появление новых источников энергии – это огромный потенциал для развития экономики России как одного из ключевых игроков глобального энергетического рынка», – отметил советник Президента Российской Федерации, ответственный секретарь Оргкомитета РЭН Антон Кобяков.



Ключевым событием в цикле деловых мероприятий Форума стало пленарное заседание «Мировая энергетика: трансформация для развития» с участием Президента Российской Федерации Владимира Путина. Это выступление потом многократно обсуждалось в российских и зарубежных средствах массовой информации. Мы же остановимся на некоторых моментах, связанных с возобновляемыми источниками энергии. В ходе дискуссии были затронуты самые важные и актуальные вопросы энергетики России.

Президент отметил, что рост доли таких источников в генерации имеет и обратную сторону: «За последние десять лет доля возобновляемых источников энергии в европейском энергобалансе резко выросла... Однако главной отличитель-

ной чертой этого сектора является непостоянство выработки электроэнергии. Нужны большие резервные мощности. И если случаются серьезные провалы генерации, в первую очередь из-за особенностей погоды, то этого резерва попросту не хватает. Именно это и произошло в нынешнем году, когда из-за снижения выработки на ветряных электростанциях на европейском рынке сложился дефицит электроэнергии. Цены на нее подскочили, что стало спусковым крючком, триггером и для роста газовых котировок на спотовом рынке».

При этом Владимир Путин не намерен отказываться от общемировой тенденции по снижению углеродных выбросов в атмосферу. По его словам, Россия будет добиваться достижения углеродной нейтральности своей экономики к 2060 г. Тем не менее Президент считает, что нужно более взвешенно подходить к выбору технических средств для достижения данного показателя: «Важно следовать принципам технологической нейтральности, то есть объективно учитывать углеродный след разных видов генерации. Немногие об этом знают, но, например, углеродный след атомной энергетики ниже, чем солнечной энергетики».

В ходе дискуссии были затронуты самые важные и актуальные проблемы развития ТЭК России: преодоление последствий кризиса, вызванного распространением COVID-19, роль договоренностей ОПЕК+ для стабилизации рынка, особенности взаимоотношений с импортерами российского сырья, важность энергосбережения и реализации климатических соглашений.

«Последствия пандемии, встряска региональных энергетических рынков еще раз показали, насколько значима для современного мира стабильная, уверенная работа ТЭКа, снабжение потребителей доступной энергией при минимальном воздействии на окружающую среду. Чтобы обеспечить энергетическую и экологическую безопасность планеты, нужны взвешенные, ответственные действия всех участников рынка – как производителей, так и потребителей, – ориентированные на длительную перспективу в интересах устойчивого развития наших стран, для обеспечения благополучия наших народов», – подчеркнул в своем выступлении **Президент Российской Федерации Владимир Путин**.

В речи Президента было упомянуто и о необходимости продолжения курса на внедрение энергосберегающих технологий. Владимир Путин оценил возможности нашей страны по повышению энергоэффективности в треть от текущего потребления энергии. Президент объявил собравшимся о продлении государственной программы «Энергосбережение и повышение энергоэффективности» до 2035 г.

Также на пленарном заседании выступили главный исполнительный директор BP Бернард Луни; председатель правления Daimler AG и Mercedes-Benz AG Ола Каллениус; председатель совета директоров, главный исполнительный директор Exxon Mobil Corporation Даррен Вудс и председатель, главный исполнительный директор TotalEnergies Патрик Пуянне. Модератором сессии стала телеведущая CNBC Хедли Гэмбл. С видеообращением к участникам РЭН обратился Жоау Мануэл Гонсалвеш Лоуренсу – президент Анголы, председательствующий в конференции ОПЕК в 2021 г.



ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА: ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

В рамках сессии «Электроэнергетика: глобальные вызовы и возможности» выступил **министр энергетики РФ Николай Шульгинов**. Он разделил планы по развитию российской энергетики на два периода. Первый – до 2035 г., в это время будут как развиваться новые технологии, так и совершенствоваться технологии, используемые в настоящее время. Предстоит большая работа по модернизации тепловой генерации, переводу угольных электростанций на газ. Также планируется наращивать объемы выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях, чтобы на фоне общего роста выработки электроэнергии доля гидрогенерации сохранялась на уровне 19-20%.

Второй этап продлится до 2060 г. Планируется, что к 2050 г. доля АЭС в выработке электроэнергии должна возрасти с нынешних 20% до 24-25%. Солнце и ветер будут давать к 2035 г. около 4,5%, а к 2050-2060 гг. – около 12,5% общей выработки электроэнергии.

Участники дискуссии пришли к выводу, что природный газ – это важнейшее топливо для энергетики в период ее трансформации, так как он позволяет снизить углеродный след, сохранив устойчивость энергосистемы. Ожидается, что с развитием солнечных и ветряных электростанций будет возрастать и значение атомной энергетики, поскольку именно атомные электростанции способны стабилизировать энергосистему в периоды, когда альтернативная генерация по объективным причинам (нет ветра, пасмурная погода) не справляется с нагрузкой.

БУДУЩЕЕ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ: ГОТОВ ЛИ МИР ОТКАЗАТЬСЯ ОТ УГЛЕВОДОРОДОВ?

На сессии «Будущее традиционной энергетики: готов ли мир отказаться от углеводородов?» была высказана твердая позиция: Россия имеет четкую энергетическую стратегию и будет продолжать развивать как традиционную, так и «чистую» энергетику. Участие в обсуждении приняли заместитель председателя Правительства Российской Федерации Александр Новак, министр внешних экономических связей и иностранных дел Венгрии Петер Сийярто, министр энергетики Королевства Саудовская Аравия



Абдулазиз бин Салман Аль Сауд, генеральный секретарь Организации стран – экспортеров нефти (ОПЕК) Мохамед Сануси Баркиндо, премьер-министр Социалистической Республики Вьетнам Фам Минь Тинь, министр энергетики Республики Азербайджан Парвиз Шахбазов, генеральный директор АО «Зарубежнефть» Сергей Кудряшов и другие спикеры.

«Нужно более трезво и разумно подходить к вопросам энергетической безопасности. Цели устойчивого развития никто не отменял. Люди ждут не только климатического, экологического улучшения, а ждут тепла в домах, чтобы был свет. Для этого политики должны работать с профессионалами. Цели должны быть не „хайповыми“, а расчетными и сбалансированными. Мы исходим в своей политике в Российской Федерации ровно из такого сбалансированного подхода», – отметил **заместитель председателя Правительства Российской Федерации Александр Новак**.

КАК ДОСТИГНУТЬ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ В АРКТИКЕ?

Не менее актуальными темами обсуждения стали климатическая повестка, введение «зеленых сертификатов», внедрение принципов ESG, развитие новых источников энергии – водорода и технологий его производства.

Пандемия придала ускорение развитию «зеленой» энергетики во всем мире. В 2020–2021 гг. многие крупные экономики решили пойти по пути декарбонизации в рамках восстановления после пандемии и, таким образом, принять меры по ограничению роста глобальной температуры в пределах 1,5°C. В результате в прошлом году 20 стран (включая ЕС и Китай) поставили перед собой амбициозные задачи по достижению углеродной нейтральности к середине века. Также в 2020 г. в проекте появился единственный прецедент трансграничного углеродного регулирования, который ЕС планирует ввести в 2023 г. в качестве одного из инструментов реализации «Зеленого пакта ЕС». По оценкам ЕУ, совокупный эффект до 2030 г. на экономику России может составить до 15 млрд евро. В России новый виток эволюции энергетики, включая альтернативные виды топлива и ВИЭ, с учетом природных осо-

бенностей отечественной географии, имеет большой потенциал, но темпы развития новых направлений энергетики пока отстают от мировых. По мнению международных экспертов, достижение углеродной нейтральности является неременным условием долгосрочного развития мировой экономики, и арктический регион должен сыграть в этом немаловажную роль.

Арктика – стратегический регион для развития масштабных проектов ВИЭ и формирования кластеров развития целого ряда индустрий. Наличие уникальных природных ресурсов, доступность стратегических рынков сбыта, а также развитие Северного морского пути в совокупности представляют уникальный плацдарм для масштабного развертывания программ развития экосистем вокруг проектов ВИЭ и реализации экспортного потенциала региона при снижении уровня антропогенного воздействия.

Эксперты сессии «Зеленая энергетика в Арктике» обсудили перспективы достижения Россией углеродной нейтральности к 2060 г., о чем заявил Президент России Владимир Путин. Также были рассмотрены вызовы и угрозы для Арктики в условиях «технологического перехода».

«Нужно обратить внимание на возрастающую роль Арктической зоны Российской Федерации в глобальной экономике и экономике страны. Регион прочно встраивается в глобальные цепочки поставок, и по мере перехода к климатически нейтральной экономике будет возрастать спрос на все, чем богата Арктика. Россия совместно с партнерами по Арктическому совету может многое сделать в части работы по интеграции технологий и подходов, которые у нас имеются. В частности, проект научной станции «Снежинка», работающей на возобновляемых источниках энергии, который будет реализован в Ямало-Ненецком автономном округе и Мурманской области», – подчеркнул **посол по особым поручениям Министерства иностранных дел Российской Федерации, председатель Комитета старших должностных лиц Арктического совета Николай Корчунов**.

Было отмечено, что развитие арктических регионов необходимо строить на основе применения передовых инновационных технологий, включая расширение использования возобновляемых источников энергии и гибридных энергетических проектов в целях повышения уровня жизни населения.



«Главный ответ на климатические и экологические вызовы – это новые технологии, направленные на снижение уровня антропогенного воздействия, декарбонизацию, развитие возобновляемых источников энергии. В этом смысле у Арктической зоны огромный потенциал, который оценивается на уровне 15-кратного энергопотребления всей страны. На территории арктических регионов уже реализуются проекты, использующие энергию солнца и ветра. Так, в частности, Группа «РусГидро» создает сеть автоматизированных гибридных энергокомплексов. Устойчивые решения в сфере энергообеспечения с низким уровнем выбросов могут обеспечить современные технологии атомной энергетики. Они уже применяются на Чукотке. Также разрабатывается масштабный проект применения технологий малой атомной энергетики в Якутии», – подчеркнул **директор Департамента развития инфраструктуры Министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики Сослан Абисалов**.

«В рамках нового механизма энергосервисных контрактов «РусГидро» реализует проект по строительству гибридных дизельно-солнечных установок. До 2024 года они будут установлены в 72 поселках Якутии и 7 населенных пунктах Камчатки. Это позволит обновить энергосистему, сохранить тариф на электроэнергию и снизить завоз дизельного топлива на 30%», – отметил **член правления, первый заместитель генерального директора ПАО «РусГидро» Роман Бердников**.

Эксперты отметили рост интереса российских инвесторов к проектам в сфере «зеленой» энергетики.

«В промышленной генерации мы наблюдаем тенденцию к ответственному отношению инвесторов к экологической повестке и «зеленым» проектам. Например, Новатэк с проектом СПГ на Ямале, Восточная горнорудная компания с ветропарком мощностью почти 70 МВт на Сахалине. Сегодня мы ведем диалог с инвесторами о необходимых мерах государственной поддержки, чтобы проекты в сфере «зеленой» энергетики увеличились кратно», – рассказал **управляющий директор АО «Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики» Василий Потемкин**.

В рамках дискуссии были представлены проекты возобновляемых источников энергии, которые сегодня реализуются в Европе, в частности, проект производства электроэнергии из энергии морских волн.

«Для генерации электроэнергии мы используем ресурсы моря. Технология непростая, но в Европе компании стали чаще подключаться к этой повестке. Подобные проекты могут быть реализованы и в России – в первую очередь в Тихоокеанском регионе и на Кольском полуострове», – отметил **коммерческий директор компании Waveston Питер Свендсен**.

Также в рамках конференции состоялся деловой завтрак «Как достигнуть углеродной нейтральности в Арктике». Участники обсудили, как снизить уровень воздействия от деятельности человека в целом и уровень углеродного следа на территории Арктики, а также, может ли промышленное развитие региона гармонично сочетаться с этой целью. Эксперты отметили, что Арктика является стратегическим регионом для развития проектов в сфере возобновляемых источников энергии. Наличие уникальных

природных ресурсов, доступность стратегических рынков сбыта, а также развитие Северного морского пути в совокупности создают уникальные условия для развития проектов в сфере «зеленой» энергетики и реализации экспортного потенциала региона.

Оператором мероприятий в рамках председательства России в Арктическом совете выступил Фонд «Росконгресс».

БУДУЩЕЕ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ЭПОХУ БОРЬБЫ ЗА КЛИМАТ: КОНЕЦ ИЛИ НОВОЕ НАЧАЛО?

Будущее угольной энергетики неразрывно связано с будущим рынка угля – одного из самых крупных в мире. В числе его базовых преимуществ: относительно невысокая цена, обилие запасов и развитая система поставок на мировой рынок, удобство создания резервов топлива и независимость от погодных условий, отсутствие требований к охраняемым маршрутам и геополитических ограничений и т.д. Угольная генерация – основополагающий источник электроэнергии в Китае и Индии, а также во многих странах Юго-Восточной Азии, что является важным фактором борьбы с энергетической бедностью и увеличения занятости в угледобывающих регионах.

Перспективы мировой металлургической, прежде всего сталелитейной, промышленности и смежных с ней отраслей, например строительной, в настоящее время во многом определяются предложением и стоимостью коксующегося угля. Послекризисное восстановление спроса на этот вид угля – аналитики Platts отметили резкое, в 2,8 раза, увеличение объема спотовых сделок в первом полугодии 2021 г. на коксующийся уголь премиум-класса – привело в свою очередь к стремительному росту цен на это топливо. Вместе с тем в мире стремительно набирает силу тренд на энергетический переход, направленный на постепенное вытеснение ископаемых энергоресурсов, в первую очередь угля, из топливного баланса электростанций и топливно-энергетического баланса в целом для достижения углеродной нейтральности, введение различных регулятивных мер. Наиболее вероятно, что в ближайшие десятилетия развитие, в том числе инновационное угольного рынка, угольной генерации, и энергетический переход будут сосуществовать, оказывая различное влияние



на динамику друг друга, и что еще важнее, на жизнь и благополучие десятков и сотен миллионов людей.

Климатический и экологический аспекты при ведении хозяйственной деятельности имеют принципиальное значение и оказывают непосредственное влияние на экономические показатели и репутацию бизнеса. Угольная генерация сегодня находится под постоянным давлением со стороны мировой повестки общественности, экологических активистов, населения.

Будущее угольной генерации в России все еще неясно, поскольку отрасль ждет новые ограничения на выбросы твердых частиц, оксида азота, диоксида серы и углекислого газа. В 2024 г. будет пересмотрен справочник НДТ, на основе которого будут утверждены новые технологические показатели выбросов загрязняющих веществ, активно развивается климатическое законодательство, в конечном счете закрепляя цену на углерод. В формируемом новом энергетическом укладе газ и другие альтернативные чистые источники постепенно вытесняют уголь из топливного баланса электростанций. Тем не менее перспективы угля в генерации не могут определяться исключительно вопросом защиты климата. Однако для того, чтобы оставаться на рынке, такому топливу придется показывать все более высокую экономическую и экологическую эффективность. Все это создает новые, куда более жесткие требования к технологиям угольной генерации.

«Минэнерго России с учетом общемировых тенденций поддерживает развитие низкоуглеродных источников энергии. Следуя «зеленому» тренду, нельзя забывать о сохранении баланса между ВИЭ и традиционной генерацией в структуре энергобаланса страны для обеспечения надежности работы энергосистемы. Одним из элементов этого баланса является угольная генерация. Необходимо идти в сторону повышения эффективности генерации, снижая нагрузку на окружающую среду и сокращая выбросы парникового газа», – подчеркнул **заместитель министра энергетики Российской Федерации Павел Сниккарс**.

Участники встречи обсудили, насколько оправданы планы по сохранению объемов угольной генерации в Российской Федерации до 2035 г., выгодна ли экологизация угольной энергетики с учетом развития иных видов генерации, каково будущее мировой угольной энергетики и насколько Россия в тренде, а также каковы возможные пути экологизации угольной энергетики в России.

Объекты угольной генерации в России вырабатывают ежегодно порядка 140 млрд кВт·ч электроэнергии. Уже к 2030 г. объем выработки может снизиться до 136 млрд кВт·ч. При этом в стране продолжится рост энергопотребления, обеспечивать который должны объекты с низким углеродным следом (ГЭС, АЭС, солнечная и ветроэнергетика).

Согласно планам Минэнерго России, в стране собираются вводить низкоуглеродные сертификаты, которые должны стимулировать производство возобновляемой энергии. Ее поставщики получают дополнительную прибыль, а компании-потребители – «зеленый» имидж, который укрепляет рыночные позиции. По оценке министерства, объем такой энергии в рамках системы сертификации к 2050 г. превысит 400 млрд кВт·ч.

Что касается энергетического угля, то, как рассказал замминистра энергетики РФ **Павел Сниккарс**, в его потребле-



нии заложен достаточно консервативный сценарий. *«Мы рассмотрели для себя поэтапный эволюционный вывод угольной генерации. Это не какие-то резкие действия, ни в коем случае не запрет»,* – заверил замминистра. *«Мы не видим пока в ближайшей перспективе, если говорить о периоде с 2024 по 2035 гг., энергобаланса России без угольной генерации. На сегодняшний день она у нас не такая высокая – порядка 12,5-13%»,* – добавил он. В дальнейшем этот процент пойдет на снижение, если не произойдет существенных сдвигов с точки зрения модернизации электростанций по улавливанию CO₂, вовлечения в оборот золошлаковых отходов, то доля угольной генерации в РФ к 2050 г. составит 4,5%. При этом энергопотребление к данному времени возрастет примерно до 1,5 трлн кВт·ч ежегодно (в 2019 г. оно составило 1,075 трлн кВт·ч).

Глава Кемеровской области Сергей Цивилев не согласился с таким прогнозом. *«Думаю, с цифрами, которые называет Министерство энергетики, можно еще поспорить. Я вижу гораздо больше перспектив угольной отрасли и особенно угольной отрасли в России»,* – заявил он. При этом губернатор не возражает против развития ВИЭ. *«Пусть каждая страна идет своим путем. Если им нравится строить ветрогенераторы и солнечные панели, если это устраивает их население, если они оценивают, какие последствия будут от таких решений, – ну и слава богу»,* – считает **Сергей Цивилев**.

При этом губернатор не преминул высказаться по поводу разразившегося международного энергетического кризиса. По данным кузбасского губернатора, цена 1 МВт·ч во многих европейских странах превысила 300 евро. Причем в Польше она составляет 141 евро, поскольку угольная генерация там достигает 80% в энергобалансе. *«Примерно 120 евро стоит 1 МВт·ч, произведенный из угля, а на газу – 200 евро. Про ВИЭ я уже не говорю. Почему должно навязываться, чтобы дешевая генерация ушла, а пришла дорогая. Это же ударит по людям»,* – возмутился глава угледобывающего региона.

На защиту отрасли встала и **главный исполнительный директор Всемирной угольной ассоциации (WCA) Мишель Манук**. *«Уголь заставляет нас взглянуть на цепь событий, которые сейчас происходят, и понимать, он останется частью энергетического микса. В каких-то сегментах больше, в каких-то меньше, но в целом уголь останется. Речь идет о том, чтобы энергия была доступ-*

на», – сказала госпожа Манук. Вместе с тем она признала, декарбонизация – это то, чего желает общество, и членам WCA придется считаться с этим.

«Текущая глобальная ситуация и в Китае, и в Индии, и в Европе, и в Великобритании говорит о том, что в принципе уголь не потеряет своих позиций на рынке. Важно понимать, особенно в Азии, у вас все еще есть станции, которые работают на угле. Естественно, и для генерации угля будет еще место в будущем на глобальном уровне», – заявил **менеджер Глобального рынка угля, рынок электроэнергии, Азия, S&P Global Platts Мэттью Бойле.**

Директор Института углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения РАН **Зинфер Исмаилов** убежден, что доля угля в энергобалансе России сохранится в пределах 10% при условии развития продвинутой технологии. Это касается подготовки угля, его сжигания, переработки (по оценке эксперта, например в КНР, ежегодно перерабатывают свыше 100 млн т угольного сырья в различные полезные продукты), но главное, газификации твердого топлива с получением водорода. Пока что в России такого производства нет, хотя оно считается экономически выгодным. *«Одновременно следует повышать КПД при использовании угля. Чем он выше, тем ниже выбросы CO₂. Отсюда будет больше шансов у угля идти в экономику»,* – пояснил **Зинфер Исмаилов.**

В деле снижения парниковых газов нужно активно вводить хозяйственный оборот золошлаковых отходов, продолжила **директор центра отраслевых исследований и консалтинга Финансового университета при Правительстве РФ Ирина Золотова.** К примеру, в Индии утилизируются более 60% золошлаков, они идут в основном на выпуск строительных материалов. Кроме того, из отходов сжигания угля можно наладить вполне конкурентоспособное производство глинозема, – рассказала Ирина Золотова. В 2019 г. Россия стала третьей страной в мире по выпуску алюминия (3,6 млн т), при этом потребности алюминиевой промышленности в сырье далеко не покрываются внутренним производством. Технология извлечения глинозема из золошлаков позволила бы снизить импортную зависимость РФ.

«Утилизация или развитие направлений утилизации золошлаков – это дополнительные возможности для электрогенерации, работающей на угле. Особенно в контексте климатической повестки. <...> Новое начало, новые технологии, новые технологические переделы: и здесь два важных момента, когда мы рассматриваем вопрос использования золошлаков, вопрос использования данного техногенного материала. Первый аспект, на котором бы я остановилась, это возможность снижения парниковых газов. <...> Это направление использования золы позволяет сократить объем выбросов парниковых газов один к одному – то есть одну тонну использовали, соответственно, на одну тонну снизили парниковые газы», – отметила **Ирина Золотова.**

Собственным опытом в диверсификации производства поделился **гендиректор АО «СУЭК» Степан Солженицын.** В Красноярском крае путем полукоксования угля компания наладила выпуск бездымных топливных брикетов, которые стали быстро завоевывать местный рынок. По мнению менеджера, именно за счет рыноч-

ных механизмов должны формироваться в условиях актуальной климатической повестки запросы к энергетикам и их поставщикам. *«Мы понимаем, что работаем не с регулятором потребления, мы имеем дело с людьми на настоящем рынке, и это гораздо интереснее и правильнее. Когда мы знаем, что этот продукт для них востребован, – такая опора, на которой все стоит, намного лучше. Поэтому не нужно прогнозировать, какая доля угля в топливно-энергетическом балансе. Не только потому, что прогноз – дело неблагодарное, а потому что этот выбор должен быть в руках не нас как поставщиков и не регулятора или чиновника, а потребителя, которому должна быть предоставлена лучшая возможность достичь своей цели – будь то декарбонизация или использование таких продуктов»,* – считает **Степан Солженицын.**

Если будущее внутреннего потребления угля вызывает определенные опасения, то относительно экспортных поставок у угольщиков, кажется, большая уверенность. По словам гендиректора СУЭК, в западных развитых странах еще 20-30 лет назад были внедрены прогрессивные технологии, значительно сокращающие загрязнение воздуха. Сегодня они активно осваиваются Китаем и Индией, где промышленность даже в условиях концепции низкого углеродного следа пока не собирается отказываться от угля. Во время работы Российской энергетической недели с индийской стороны был подписан меморандум по сотрудничеству в области поставок коксующегося угля. Соглашение направлено на увеличение продаж российского сырья для металлургии до 40 млн т ежегодно. Для сравнения, сейчас в Индию поставляется из РФ порядка 8 млн т всех видов углей.

В последнее время российский уголь укрепляет свои позиции на премиальных и растущих азиатских рынках. Именно страны АТР поддержали ряд отечественных экспортеров во время спада производства из-за пандемии и ухудшения конъюнктуры в странах Европы. В 2020 г. добыча угля в России по сравнению с 2019 г. упала на 40 млн т – до 401 млн т. Экспорт же, достигший 195 млн т, вырос незначительно – на 0,9%. Тем не менее прошлогоднее сокращение поставок в западном направлении было скомпенсировано ростом в восточном: через тихоокеанские порты, примыкающие к Дальневосточной железной дороге, отправлено экспортного угля почти на 6% больше, чем годом ранее.

Положительная динамика сохраняется. В адрес стивидоров Дальнего Востока за 9 мес. 2021 г. железнодорожным транспортом отправлено 71,4 млн т экспортного угля – это почти на 3% превышает прошлогодний результат. На восточное направление приходится более половины угольного экспорта, погруженного на сети РЖД в адрес морских портов России (в январе-сентябре его объем составил 137,3 млн т).

О том, что азиатские страны не рассматривают отказ от российского угля, говорил **помощник руководителя Администрации Президента РФ Анатолий Яновский.** В качестве примера он привел Восточную горнорудную компанию, разрабатывающую на Сахалине разрез «Солнцевский». Чтобы увеличить с него экспортные поставки, которые в большом объеме следуют в Японию, ВГК строит 22-километровый ленточный конвейер от месторождения до порта Шахтерск. *«Очевидно, инвестор проекта*

вкладывая немалые деньги, наверное, просчитал свое будущее. И очевидно, что люди, которые работают на этом предприятии, будут иметь работу и в будущем, по крайней мере, на срок окупаемости этого конвейера», – **сказал Анатолий Яновский.**

Однако не во всех российских угледобывающих регионах ситуация одинакова. Та же Кемеровская область, где сконцентрировано большое количество шахт и разрезов, накопила значительный экологический ущерб. «Правительство думает об этом, и есть поручение Президента РФ о том, чтобы найти способы стимулирования создания в Кузбассе новых рабочих мест, не связанных непосредственно с добычей угля. Насколько удастся реализовать программу, второй вопрос. Мы с Сергеем Евгеньевичем Цивилевым сторонники того, чтобы такие рабочие места были полезны и реалистичны, а не придумывать нечто, что несвойственно шахтерам», – резюмировал **Анатолий Яновский.**

«Очевидно, что с развитием технологий производительность труда в угольной промышленности будет расти, и численность занятых в отрасли будет также сокращаться. Мы сейчас видим, даже в том же Кузбассе, да и в других регионах, как цифровизация овладевает массами, когда у нас разрезы начинают оснащаться БелАЗами, которые работают без участия человека. Так что численность будет сокращаться, и это неплохо, потому что это означает, что с точки зрения повышения или улучшения условий труда, повышения промышленной безопасности люди будут меньше страдать», – отметил **Анатолий Яновский.**

«Мы найдем такие экономически эффективные способы, которые позволят нам и активно участвовать в этой повестке, и сберечь экологию, и создать достойные условия жизни для наших людей, и развивать нашу промышленность. Мы найдем это. <...> Мы подали заявку на создание в Кузбассе карбонового полигона. Для чего мы по-

дали? Для того, чтобы пока отрабатывать методику учета, эмиссии всех газов и поглощающей способности газов», – заявил **губернатор Кемеровской области – Кузбасса Сергей Цивилев.**

«У нас есть технология, которая улавливает CO₂, и мы используем ее для развития новых проектов, для работы других предприятий. Моноксид углерода используется для производства металла, то есть фактически расширяем портфель. Мы наращиваем производство метана, проводим всесторонние исследования, изучаем всю цепочку, все продукты и находим применение тому, что раньше было побочным продуктом», – сообщил **министр сталелитейной промышленности Республики Индия Шри Рам Чандра Прасад Сингх.**

Подробнее читайте в Информационно-аналитической системе Фонда Росконгресс www.roscongress.org.

Более 35 соглашений и меморандумов подписали российские и зарубежные компании, государственные организации. Среди них: соглашение о сотрудничестве между МГИМО МИД России, Международным институтом энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД России и РЭА Минэнерго России; соглашение о реализации совместного партнерства по запуску проекта электрокаршеринга во Владивостоке между Соллерс Груп и РусГидро; меморандум о сотрудничестве в области устойчивой энергетики, возобновляемых источников энергии, водорода и энергоэффективности между РЭА Минэнерго России и Немецким энергетическим агентством (DENA).

Свои стенды на выставке Российской энергетической недели представили Газпром, Правительство Москвы, НОВАТЭК, госкорпорация «Росатом», Россети, Siemens Energy, ГК «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства», Schneider Electric, ГК «КАСКАД», ВостокЭнергоСервис, Фортум, РОСНАНО.





ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Традиционно на РЭН прошла церемония награждения лауреатов международной премии «Глобальная энергия». В этот раз премии получили победители 2020 и 2021 годов – представители России, США, Италии и Греции. В ходе церемонии заместитель председателя Правительства Российской Федерации Александр Новак отметил, что научные открытия в сфере энергетики влияют на дальнейший ход развития всей нашей цивилизации. *«В этом ключе премия «Глобальная энергия» становится по-настоящему знаковым событием, определяя не просто будущее топливно-энергетического комплекса, но и всего человечества»*, – заявил **Александр Новак**.

МОЛОДЕЖНЫЙ ДЕНЬ

15 октября Российскую энергетическую неделю завершил Молодежный день. Участие в нем приняли более 600 студентов из 22 российских вузов, а также молодые специалисты, ректоры и преподаватели вузов, эксперты и руководители отраслевых компаний.

Ключевым событием Молодежного дня стал «Диалог на равных», соорганизатором которого выступило российское общество «Знание». Участники смогли встретиться и задать свои вопросы заместителю председателя Правительства Российской Федерации Александру Новаку, генеральному директору госкорпорации «Росатом» Алексею Лихачеву, председателю правления и генеральному директору «Газпром нефти» Александру Дюкову и другим экспертам.

Всего в рамках Молодежного дня РЭН прошло более 35 мероприятий, включая интерактивные сессии по созданию молодежных проектов развития ТЭК: #ENERGYLAB, Международный инженерный чемпионат CASE-IN, финал Всероссийского конкурса выпускных квалификационных работ по электроэнергетической и электротехнической тематике, церемония награждения победителей хакатона «Энергия прорыва» и круглый стол с ректорами вузов Российской Федерации.



УДК 622.8;614.8;658.511.3 © Ю.М. Иванов, Н.В. Куракина, А.И. Фомин, Ли Хи Ун, А.С. Ворошилов, 2022

Анализ травматизма работников, обусловленного трудовым стажем. Оценка рисков травматизма

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-37-40>

В последнее время вопрос оценки профессиональных рисков травматизма на предприятиях угольной промышленности, а также оценки влияния на него трудового стажа работника на предприятии становится все более актуальным и востребованным в связи постоянным повышением контроля безопасности труда. За прошедшие несколько лет система обучения работников и контроля за их действиями значительно усилилась, а также повысилась сложность используемых приборов и горных машин на угольных предприятиях. Такой прогресс в инженерии на угольных предприятиях привел к необходимости значительно повысить знания и навыки работников, которые их используют. В то же время обучение работников с помощью отрыва от производства не всегда может обеспечить достаточно гибкое и быстрое обучение работников новым методикам и способам работы с новейшим современным высокопроизводительным горным оборудованием, машинами, механизмами. Профессиональные способы выполнения поставленных задач, а также использования новейшей горной техники могут занимать продолжительное время, поэтому для ускорения этого процесса можно проводить непрерывное обучение без отрыва от производства. Исследования на основе обширной статистики, собранной на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» за 2009-2013 и 2015-2019 гг., показали, что за период, который был проанализирован на предмет снижения уровня травматизма, а соответственно, и профессиональных рисков, достижение минимальных уровней коэффициента травматизма у работников, проходящих непрерывное обучение, сокращается на несколько лет. Отдельно можно отметить, что данный эффект наблюдается у работников имеющих длительный стаж работы. Таким образом, можно с уверенностью утверждать об эффективности системы непрерывного предсменного обучения работников предприятий угольной промышленности.

Ключевые слова: угольная промышленность, стаж работников, травматизм, коэффициенты травматизма, профессиональный риск, обучение работников, статистика травматизма, снижение травматизма, профилактика травматизма.

Для цитирования: Анализ травматизма работников, обусловленного трудовым стажем. Оценка рисков травматизма / Ю.М. Иванов, Н.В. Куракина, А.И. Фомин и др. // Уголь. 2022. № 2. С. 37-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-37-40.

ИВАНОВ Ю.М.

Канд. техн. наук,
заместитель генерального директора –
директор по производственному контролю
и охране труда АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
e-mail: IvanovYM@suek.ru

КУРАКИНА Н.В.

Главный специалист по производственному
контролю дирекции по промышленной безопасности
АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
e-mail: kurakinanv@suek.ru

ФОМИН А.И.

Доктор техн. наук,
профессор, академик АГН,
ведущий научный сотрудник
ОАО «НЦ ВостНИИ»,
профессор ФГБОУ ВО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: fominai@kuzstu.ru

ЛИ ХИ УН

Доктор техн. наук, профессор,
Ученый секретарь ОАО «НЦ ВостНИИ»,
650002, Кемерово, Россия,
e-mail: leeanatoly@mail.ru

ВОРОШИЛОВ А.С.

Канд. техн. наук,
заместитель директора ООО «Кузбасс-ЦОТ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: office@kuzbasscot.ru

ВВЕДЕНИЕ

Как сказал великий писатель: «Все счастливые семьи похожи друг на друга, каждая несчастная семья несчастлива по-своему» или, в нашем контексте, у каждой травмы свой набор причин и последствий. Поэтому в нашей научной литературе существует несколько десятков различных определений термина риск, обзор которых приведен в работе [1]. Очевидно поэтому Минтруд РФ в своем документе [2], регламентирующем функционирование систем управления охраной труда на предприятиях, выбор метода и саму оценку риска возложил непосредственно на работодателей и косвенно на научное сообщество [3, 4, 5, 6].

В настоящее время, численная оценка рисков травматизма является одной из приоритетных задач не только в государственных и коммерческих структурах, но и требуется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА

В связи с большим количеством определений, что такое риск травматизма, необходимо привести понятия, на которые мы будем опираться при проведении исследований, а именно, определить лингвистические и численные переменные.

Лингвистические переменные – переменные, которые могут принимать значения фраз из естественного или искусственного языка, например, лингвистическая переменная «вред здоровью» может иметь значения: «смертельный», «тяжелый», «средний», «легкий», «без вреда здоровью» и т.п., а «риск» может иметь значения: «смертельный», «высокий», «средний», «низкий», «ничтожный» и т.п.

Численные переменные – коэффициенты травматизма, проценты утраты трудоспособности, продолжительность временной утраты трудоспособности (дни) и т.п. Расчет риска потери здоровья работника – важная мера по профилактике несчастных случаев, оценке ущерба, который может быть получен, а также является важной частью расчета страхования жизни, здоровья и имущества работодателя. Проанализируем представленные понятия на соответствие профессиональному риску травматизма.

Профессиональный риск – вероятность нанесения вреда здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при исполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья.

Риск R в общем случае рассчитывают суммированием произведений (сочетаний) возможных дискретных значений ущерба здоровью и жизни работника V_i на вероятности их наступления P_i :

$$R^* = \sum_{i=1}^N P_i^* V_i$$

где R – статистическая оценка риска; N – количество несчастных случаев (НС) повреждения здоровья; V_i – возможные дискретные значения тяжести повреждения здоровья (НС со смертельным, тяжелым, легким и т.п. повреждением здоровья); P_i – частота наступления НС со смертельным, тяжелым, легким и т.п. повреждением здоровья (соответствующие коэффициенты травматизма разделены на 1000).

Поскольку в настоящее время отсутствуют правила сложения тяжести повреждения здоровья, профессиональный риск представляется в виде набора отдельных составляющих. Профессиональный риск смертельного травматизма равен $K_{CM}/1000$, где K_{CM} – коэффициент смертельного травматизма. Профессиональный риск травматизма с тяжелым повреждением здоровья равен $K_{ТЯЖ}/1000$, где $K_{ТЯЖ}$ – коэффициент травматизма с тяжелым повреждением здоровья. Профессиональный риск травматизма с легким повреждением здоровья равен $K_{ЛЕГ}/1000$, где $K_{ЛЕГ}$ – коэффициент с легким повреждением здоровья.

Следует отметить, что определяемые в России $K_{ЛЕГ}$ занижены в десятки раз.

$$R = PUV,$$

где P – вероятность (или частота) повреждения здоровья; V – тяжесть повреждения здоровья; U – некая операция, обеспечивающая учет возможной тяжести повреждения здоровья.

Рассмотрим примеры вероятности нанесения «вреда здоровью».

Риск смертельного травматизма

Рассмотрим соотношение $K_{CM} = P_{CM}UV_{CM}$, где K_{CM} – коэффициент смертельного травматизма (на 1000 человек); P_{CM} – частота «смертельного вреда здоровью»; V_{CM} – лингвистическая переменная, характеризующая степень тяжести вреда здоровью («смертельный вред здоровью»).

Таким образом, коэффициент смертельного травматизма является сочетанием частоты нанесения ущерба (несчастные случаи) и тяжести этого ущерба (смерть).

Таким образом, $K_{ЧСМ} = R_{CM}$ – это профессиональный риск смертельного травматизма.

Тяжелый вред здоровью

Определим тяжелый вред здоровью K_T – лингвистическая переменная тяжести вреда здоровью («тяжелый вред здоровью»). Приведенный риск травматизма с тяжелым вредом здоровью. Рассмотрим соотношение $K_T = P_TUV_T$, где $K_{ЧСМ}$ – коэффициент тяжелого травматизма (на 1000 человек); P_T – частота травматизма с «тяжелым вредом здоровью» (на 1000 человек); V_T – лингвистическая переменная, характеризующая степень тяжести вреда здоровью («тяжелый вред здоровью»).

Таким образом, $K_T = R_T$ – это приведенный риск травматизма с тяжелым вредом здоровью.

Приведенный риск травматизма со всеми степенями тяжести вреда здоровью, включая легкий

Рассмотрим соотношение $K_L = P_LUV_L$, где K_L – это коэффициент суммарного травматизма со всеми степенями тяжести вреда здоровью (смертельный, тяжелый, легкий в пересчете на 1000 человек); P_L – частота случаев травматизма со всеми степенями тяжести вреда здоровью с продолжительностью временной утраты трудоспособности один день и выше (на 1000 чел.); V_L – лингвистическая переменная, характеризующая все степени тяжести вреда здоровью с продолжительностью временной утраты трудоспособности один день и выше.

Таблица 1

Исходные данные уточненного коэффициента травматизма в зависимости от трудового стажа работника за 2009-2013 гг.

| Трудовой стаж работников | Среднее количество травмированных работников угольных предприятий АО «СУЭК-Кузбасс» |
|--------------------------|---|
| До 1 года | 11 |
| От 1 до 3 лет | 11 |
| От 3 до 5 лет | 5,8 |
| От 5 до 10 лет | 11,8 |
| От 10 до 15 лет | 7 |
| От 15 до 20 лет | 16,2 |

Таблица 2

Данные о травматизме работников за каждый год трудового стажа (2009-2013 гг.)

| Уточненное распределение стажа по годам | Среднее количество работников в соответствии с новым распределением по годам | Среднее количество травмированных по годам трудового стажа |
|---|--|--|
| 1 | 1259 | 11 |
| 2 | 1265,5 | 5,5 |
| 3 | 1265,5 | 5,5 |
| 4 | 743 | 2,9 |
| 5 | 743 | 2,9 |
| 6 | 761 | 2,36 |
| 7 | 761 | 2,36 |
| 8 | 761 | 2,36 |
| 9 | 761 | 2,36 |
| 10 | 761 | 2,36 |
| 11 | 492,6 | 1,4 |
| 12 | 492,6 | 1,4 |
| 13 | 492,6 | 1,4 |
| 14 | 492,6 | 1,4 |
| 15 | 492,6 | 1,4 |
| От 15 до 20 | 958 | 3,24 |

Приведенный риск потерь вследствие временной утраты трудоспособности

Напомним, что коэффициент тяжести производственного травматизма $K_{\text{ТЯЖ}}$ – это средняя продолжительность временной утраты трудоспособности на один происшедший несчастный случай за один год:

$$K_{\text{ТЯЖ}} = \frac{\sum D_n}{N}$$

где $\sum D_n$ – сумма дней нетрудоспособности работников, получивших вред здоровью; N – количество работников, получивших вред здоровью.

Таким образом, можно говорить о том, что различные коэффициенты травматизма могут использоваться для оценки профессиональных рисков на предприятиях.

Коэффициент легкого травматизма $K_{\text{Л}}$, коэффициент тяжелого травматизма $K_{\text{Т}}$, коэффициент смертельного травматизма $K_{\text{ЦСМ}}$ – это и есть численные оценки рисков травматизма, то есть сочетание численной переменной частоты травматизма и лингвистической переменной.

Приведенные ранее данные позволяют дополнительно оценить степень влияния стажа работника на уровень его профессионального риска травматизма. Для проведения такого исследования были собраны и обработаны обширные данные на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» за период с 2009 по 2019 г. (табл. 1).

Очень часто при оценках травматизма работников в соответствии с их стажем уравниваются работники, которые работали в период от 1 до 3 лет и от 5 до 10 лет, хотя количество лет в этих группах значительно отличается. Поэтому в наших расчетах бралось количество работников в среднем за каждый год. То есть мы рассматривали, что количество работников со стажем 5-10 лет (и других групп) одинаково за каждый год трудового стажа (табл. 2).

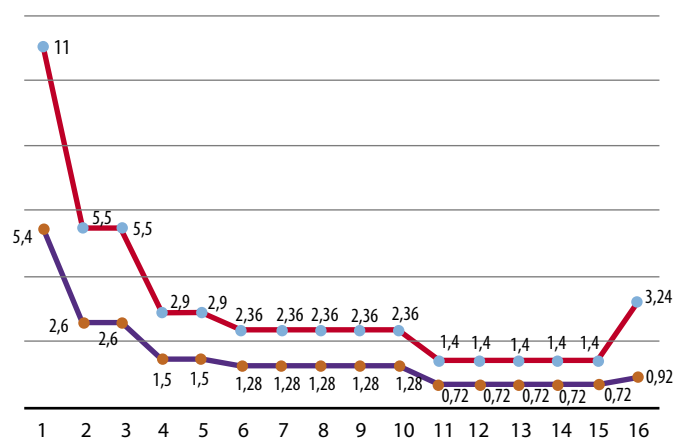
Аналогично были рассчитаны данные о травматизме и стаже работы за 2015-2019 гг., когда на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» начали применять предсменное экспресс-обучение.

На основе этих данных были построены кривые, представленные на рисунке, которые показывают: распределение травмированных работников с учетом трудового стажа. Таким образом, получилось значительно уточнить и углубить анализ распределения травмированных в зависимости от стажа работы.

Как следует из рисунка, после внедрения «комплекса» коэффициент травматизма снизился практически в два раза для всех «групп» стажа работников, что является существенным вкладом в сохранение жизни и здоровья работников предприятий АО «СУЭК-Кузбасс» [6].

При этом очевидно, что работник в любом случае, набираясь опыта в течение первых 5-6 лет, значительно снижает свой риск профессионального травматизма [7], как и при использовании «комплекса» так и без него. Использование «комплекса» позволяет значительно увеличить подготовленность сотрудника, но не заменяет полученный опыт непосредственно на рабочем месте.

Для работников, проходящих обучение на «комплексе» и имеющих стаж от 1 до 2 лет коэффициент травматизма практически такой же, как и у работников со стажем от 5-10 лет. Таким образом, исследования показали, что вне-



Количество травмированных за 2009-2013 гг. (красная линия) и 2015-2019 гг. (фиолетовая линия)

дрение комплекса непрерывного предсменного обучения (экспресс обучения) значительно повышает скорость обучения сотрудников требованиям охраны труда, методам безопасного поведения при выполнении технологических операций на предприятиях угольной промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что общепринятые коэффициенты травматизма работников являются профессиональными рисками травматизма.

2. Стаж работников на предприятиях угольной промышленности оказывает значительное влияние на профессиональные риски травматизма. Работники со стажем до одного года травмируются в 7-8 раз чаще, чем работники со стажем от пяти до десяти лет.

3. Использование предсменного экспресс-обучения работников снижает их риск травмирования приблизительно в два раза вне зависимости от трудового стажа.

Список литературы

1. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков (в ред. от 11.02.2013).

2. Приказ Минтруда России от 19 августа 2016 года № 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда».

3. Onder S. Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models // *Safety Science*. 2013. No 59. P. 86-92.

4. A structural equation modelling approach examining the pathways between safety climate, behaviour performance and workplace slipping / David I. Swedler, Santosh K. Verma, Yueng-Hsiang Huang et al. USA, Chicago, 2021.

5. Ворошилов А.С., Ли Хи Ун, Фомин А.И. Оценка рисков производственного травматизма // *Безопасность труда и промышленности* 2016. № 6. С. 73-77.

6. Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс» / В.В. Лисовский, Ю.М. Иванов, А.С. Ворошилов и др. // *Уголь*. 2018. № 12. С. 41-46. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-12-41-46.

7. Оценка риска вреда здоровью. Концепция / А.С. Ворошилов, С.П. Ворошилов, Н.Н. Новиков и др. // *Безопасность и охрана труда*. 2015. № 2. С. 14-16.

Original Paper

UDC 622.8:614.8;658.511.3 © Yu.M. Ivanov, N.V. Kurakina, A.I. Fomin, Li Khi Un, A.S. Voroshilov, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 37-40
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-37-40>

Title

ANALYSIS OF INJURY RATE AS RELATED TO EMPLOYEE'S LABOUR EXPERIENCE. INJURY RISK ASSESSMENT

Authors

Ivanov Yu.M.¹, Kurakina N.V.¹, Fomin A.I.², Li Khi Un², Voroshilov A.S.³

¹ SUEK-Kuzbass JSC, Leninsk-Kuznetski, 652507, Russian Federation

² VostNII Research Center JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

³ Kuzbass-TsOT LLC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

Authors Information

Ivanov Yu.M., Deputy Director General, e-mail: IvanovYM@suek.ru

Kurakina N.V., Chief Industrial Control Specialist

of the Industrial Safety Directorate, e-mail: kurakinanv@suek.ru

Fomin A.I., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Academician

of Academy of Mining Science, Leading Research Associate,

e-mail: fominai@kuzstu.ru

Li Khi Un, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Scientific secretary,

e-mail: leeanatoly@mail.ru

Voroshilov A.S., PhD (Engineering), Deputy Director,

e-mail: office@kuzbasscot.ru

Abstract

Recently the terms of occupational risk assessment in coal industry have become more actual and demanded due to continuous increase of control over occupational safety, as well as the occupational experience influence on this risk. In past few years the system of workers' trainings and monitoring was intensified, furthermore the complexity of usable equipment and mining machines in mining enterprises grew up. Such a progress in mining engineering caused a need in prominent growth of workers' knowledge and skills. At the same time workers' training outside the workplace can't provide flexible enough and quick training on new methods of work with up-to-date high-performance mining machines, equipment and mechanism. Occupational methods to perform assigned tasks, as well as the usage of the newest mining equipment require a long time, that is why to speed up the process there is a need in continuous on the job training. The research, based on wide statistics by AO "SUEK-Kuzbass" enterprises in years 2009-2103 and 2015-2019, indicated that for the period, when traumatism level, and occupational risk level accordingly, decrease was analyzed, the workers, who took part in continuous on the job training, exceeded the minimum traumatism level a few years earlier. It should be mentioned, that such an effect can be watched at workers, who have long occupational experience. Thereby the efficiency of continuous on the job training system within the enterprises of coal mining industry can be confidently confirmed.

Keywords

Coal mining, Occupational experience, Traumatism, Traumatism coefficient, Occupational risk, Workers' training, Traumatism statistics, Traumatism decrease, Traumatism prevention.

References

1. GOST R 12.0.010-2009 Occupational safety standards system. Occupational safety and health management systems. Hazard and risks identification and estimation of risks (as of 11.02.2013). (In Russ.).

2. Order No. 438n of the Ministry of Labor of the Russian Federation as of August 19, 2016, "On Approval of the Standard Provisions on the Occupational Safety and Health Management System". (In Russ.).

3. Onder S. Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models. *Safety Science*, 2013, (59), pp. 86-92.

4. David I. Swedler, Santosh K. Verma, Yueng-Hsiang Huang et al. A structural equation modelling approach examining the pathways between safety climate, behaviour performance and workplace slipping. USA, Chicago, 2021.

5. Voroshilov A.S., Li Khi Un & Fomin A.I. Assessment of Occupational Injury Risks. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2016, (6), pp. 73-77. (In Russ.).

6. Lisovskiy V.V., Ivanov Yu.M., Voroshilov A.S. et al. Practical application of the Probability-Harm-Risk quantitative injury risk assessment methodology as exemplified by SUEK-Kuzbass JSC. *Ugol'*, 2018, (12), pp. 41-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-12-41-46.

7. Voroshilov A.S., Voroshilov S.P., Novikov N.N. et al. Health Risk Assessment. A concept. *Bezopasnost' i okhrana truda*, 2015, (2), pp. 14-16. (In Russ.).

For citation

Ivanov Yu.M., Kurakina N.V., Fomin A.I., Li Khi Un & Voroshilov A.S. Analysis of injury rate as related to employee's labour experience. Injury risk assessment. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 37-40. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-37-40.

Paper info

Received December 10, 2021

Reviewed December 14, 2021

Accepted January 18, 2022

SAFETY

Тенденции в области добычи и потребления угля марки Т в России и в мире: перспективы для российского производства и экспорта

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-41-44>

Актуальность статьи обусловлена изменением структуры потребления угля в мире, приводящем к необходимости изменять структуру российского производства и экспорта угля. При этом на сегодняшний день одним из перспективных для России экспортных товаров является уголь марки Т. В связи с этим данная статья направлена на выявление перспектив для российского производства и экспорта угля марки Т.

Ведущим подходом к исследованию данной проблемы является анализ текущих индикаторов российского и мирового рынков угля марки Т, позволяющий комплексно рассмотреть современные тенденции на рынке и перспективы его развития.

В статье представлены основные направления использования углей марки Т, динамика его добычи и поставок, структура потребления этих углей на внутреннем рынке России, выявлены объемы российского производства и экспорта угля, объемы мирового потребления углей марки Т, подготовлены прогнозы объемов производства угля марки Т в России и прогнозы объемов российского экспорта угля марки Т. Материалы статьи представляют практическую ценность для предприятий, работающих в угольном секторе, государственных и частных инвесторов.

Ключевые слова: уголь, потребление угля, добыча угля, экспорт угля, уголь марки Т, пылеугольное топливо.

Для цитирования: Панков Д.А., Афанасьев В.Я., Байкова О.В. Тенденции в области добычи и потребления угля марки Т в России и в мире: перспективы для российского производства и экспорта // Уголь. 2022. № 2. С. 41-44. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-41-44.

ВВЕДЕНИЕ

Каменный уголь марки Т, или тощий уголь является ценным компонентом для составления смесей с разными видами угля. Тощий уголь горит без пламени и не спекается, обладает большой теплотворной способностью.

Угли марок Т применяются для получения тепловой и электрической энергии, а также широко используются промышленными предприятиями в качестве технологического топлива на цементных и известковых заводах, за-

ПАНКОВ Д.А.

Канд. экон. наук
исполнительный директор
ООО «Независимое аналитическое агентство
нефтегазового комплекса»,
121096, Москва, Россия,
e-mail: pankovda@naans-media.ru

АФАНАСЬЕВ В.Я.

Доктор экон. наук, профессор,
заведующий кафедрой экономики
и управления в топливно-энергетическом комплексе
Государственного университета управления,
109542, Москва, Россия,
e-mail: vy_afanasyev@guu.ru

БАЙКОВА О.В.

Доцент кафедры экономики
и управления в топливно-энергетическом комплексе
Государственного университета управления,
109542, Москва, Россия,
e-mail: o-baykova@yandex.ru

водах по производству соды. Тощий уголь применяется в производстве водяного газа в газогенераторах смешанного типа. Кроме того, рассматриваемые угли применяются в качестве восстановителя, используемого в производственном процессе на предприятиях цветной металлургии. Важное направление использования тощих углей – в качестве пылеугольного топлива в доменном производстве (ПУТ) [1].

ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ДОБЫЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ УГЛЯ МАРКИ Т

Объемы добычи тощего угля составляют около 9% от всего объема добычи энергетических углей (рис. 1).

Объемы российского экспорта угля марки Т гораздо более существенны, чем объемы потребления тощего угля внутри России, при этом в течение последних лет заметна тенденция роста экспортных поставок (рис. 2).

В последние годы в структуре потребления углей марки Т внутри России сокращается доля энергетического сектора, при этом происходит значительный рост использования тощих углей в качестве пылеугольного топлива предприятиями черной металлургии.

Изменение структуры потребления углей марки Т на внутреннем рынке России обусловлено тем, что продажа тощих углей на экспорт приносит относительно большую прибыль российским производителям, что приводит к росту российского экспорта углей марки Т для энергетического сектора. В результате этого перераспределения значительно сократился объем внутреннего потребления угля марки Т электростанциями.

Технология вдувания пылеугольного топлива (PCI – Pulverised Coal Injection) в доменную печь при производстве чугуна активно развивается с 1980-х годов. Технология PCI является эффективным способом снижения потребления более дорогого, по сравнению с углями PCI, кокса и общих энергетических затрат при производстве чугуна.

Эффективность применения PCI определяется коэффициентом замещения кокса углем, что в свою очередь зависит от качественных характеристик угля (содержание углерода, выход летучих). Низколетучие угли обеспечивают наиболее высокий коэффициент замещения кокса, что позволяет сталелитейным предприятиям снижать себестоимость продукции. Таким образом, наиболее предпочтительными видами угля для использования в технологии PCI являются малозольные низколетучие угли, к которым относятся угли марки Т [2].

Крупнейшим в России производителем угля марки Т в настоящее время является разрез «Кийзасский», входящий в Группу «Сибирский антрацит». На долю Кийзасского разреза приходится около 30% от всего объема российского производства угля марки Т. Балансовые запасы

разреза составляют 235,4 млн т угля. К крупным поставщикам угля марки Т относятся также УК «Кузбассразрезуголь», предприятия Группы «Сибуглемет» (АО «Междуречье, УК «Южная»), ПАО «Южный Кузбасс». На внутренний рынок угли марки Т для использования в качестве пылеугольного топлива поставляют в основном три производителя – АО «Междуречье», ООО «Разрез Березовский» и ООО «Разрез Краснобродский Южный». Продукцию данных предприятий используют и другие российские потребители – электростанции, цементные заводы и др. ПАО «Южный Кузбасс» специализируется на выпуске углей марки Т для пылеугольного вдувания. Весь объем производимой продукции компания поставляет на внешние рынки, главным образом в Корею, Японию, Китай.

Практически все российские производители угля марки Т большую часть товарной продукции поставляют на внешний рынок (табл. 1).

Экспортный объем тощего угля распределяется практически равномерно между Атлантическим и Тихоокеанским направлениями. В Азиатско-Тихоокеанском регионе уголь марки Т используется примерно в равных количествах (по 25% от суммарного объема экспорта) для ПУТ и для энергетики [3].

В Европе, странах Африки и Ближнего Востока преобладает использование данных углей в энергетическом секторе (тепло-, электростанции, цементные и прочие предприятия) [4]. На этот сегмент рынка приходится порядка 35% от всего объема экспорта, на ПУТ – соответственно 15%.

При оценке будущего использования и экспорта тощих углей необходимо учитывать текущий энергетический кризис в Европе, а также итоги климатического саммита в Глазго.

В настоящее время в Европе можно констатировать рост необходимости в традиционном топливе (угле и газе) из-за непродуманной энергетической политики, холодных погодных условий, сокращения запасов газа в подземных хранилищах, перенаправления партий СПГ в Китай, снижения выработки ветрогенерации.

В климатический пакт Глазго была внесена установка на постепенное сокращение использования угля, который не предусматривает нивелирования вредных выбросов через технологии улавливания углекислого газа.

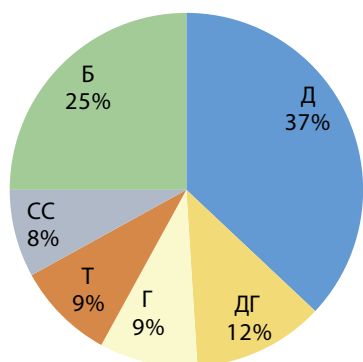


Рис. 1. Структура добычи энергетических углей в России с разбивкой по маркам

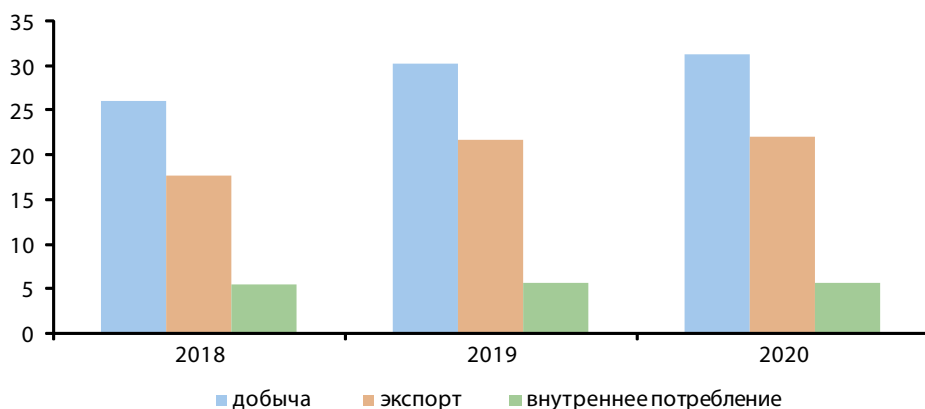


Рис. 2. Динамика добычи, экспорта и внутреннего потребления угля марки Т в 2018-2020 гг., млн т

Таблица 1

Производство угля марки Т в России в 2020 г. и прогноз до 2025 г., млн т

| Предприятие | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Разрез «Кийзасский» | 10,1 | 12,2 | 15,1 | 18 | 20 | 20 |
| УК «Кузбассразрезуголь» | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ОАО «УК Южная» | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| ООО «Разрез Березовский» | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| ПАО «Южный Кузбасс» | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| ООО «Разрез Бунгурский-Северный» | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| АО «Кузнецкинвестстрой» | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| ООО «Сибэнергоуголь» | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| АО «Междуречье» | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Разрез «Краснобродский Южный» | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Разрез «Степановский» | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| ООО «Энергоуголь» | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Прочие | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Всего | 33,3 | 35,4 | 38,3 | 41,2 | 43,2 | 43,2 |

Источник: на основе данных предприятий

Таблица 2

Прогноз экспорта угля марки Т до 2025 г., млн т

| Экспорт угля РФ | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Марка Т, всего | 27 | 28 | 31 | 33 | 34 | 36 |
| – для энергетики, в том числе | 14 | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 |
| Страны АТР | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| Европа | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Для PCI, в том числе | 13 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 |
| Страны АТР | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 16 |
| Европа | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Источник: оценка авторов

На основе вышесказанного, а также возможности увеличения использования тощих углей в качестве пылеугольного топлива в доменном производстве прогнозируется рост объемов экспорта российского угля марки Т в перспективе до 2025 г. до 36 млн т/год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мировое потребление углей PCI (Pulverised Coal Injection, вдувание пылеугольного топлива) в настоящее время оценивается в 175 млн т, тогда как объем потребления угля Т для PCI составляет около 110 млн т. Угли марки Т для пылеугольного вдувания в структуре российского экспорта составляют около 40%, тогда как для энергетических целей – порядка 60%.

Согласно оценкам, объем мирового потребления углей марки Т в настоящее время составляет около 260 млн т [5, 6].

Основной рост потребления ожидается в странах АТР в связи с ростом промышленного производства, в частности, производства цемента, а также с ростом объемов потребления углей для PCI, главным образом в Индии и Китае [7].

В связи с увеличением спроса на угли PCI в мире, в первую очередь в регионе АТР, объемы экспорта российского угля марки Т в перспективе до 2025 г. должны вырасти на 30% по сравнению с текущим уровнем.

Список литературы – см. References

MINERAL RESOURCES

Original Paper

UDC 658.8:622.33(100) © D.A. Pankov, V.Ya. Afanasiev, O.V. Baikova, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 41-44
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-41-44>

Title

GLOBAL COAL PRODUCTION AND CONSUMPTION: PROSPECTS FOR RUSSIAN EXPORTERS

Authors

Pankov D.A.¹, Afanasiev V.Ya.², Baikova O.V.²

¹ NAANS-MEDIA, Moscow, 121096, Russian Federation

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

Authors Information

Pankov D.A., PhD (Economic), Executive Director,
e-mail: pankovda@naans-media.ru

Afanasiev V.Ya., Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Economics and Management in the Fuel
and Energy Sector, e-mail: vy_afanasyev@guu.ru

Baikova O.V., Associate Professor of the Department of Economics
and Management in the Fuel and Energy Sector, e-mail: o-baikova@yandex.ru

Abstract

The relevance of the article is due to the change in the structure of coal consumption in the world, which leads to the need to change the structure of Russian coal production and export. At the same time, today one of the most promising export goods for Russia is T-grade coal. In this regard, this article is aimed at identifying prospects for Russian production and export of T-grade coal.

The leading approach to the study of this problem is the analysis of the current indicators of the Russian and world coal market of the T brand, which allows a comprehensive review of current market trends and prospects for its development.

The article presents the main uses of coal brand T, the dynamics of coal production and supply, the structure of coal brand T consumption on the domestic market of Russia, the identified volumes of Russian coal production and export, the volume of the world coal brand T consumption and forecasts of the volume of Russian coal grade T export.

The article materials are of practical value for companies operating in the coal sector, public and private investors.

Key words

Coal, Coal consumption, Coal mining, Coal export, Coal generation, Coal supply, T grade coal, Pulverized coal fuel.

References

1. Mark C. Thurber. The Global Coal Market. Cambridge University Press, 2018.
2. Nick Eyre. Carbon Markets: An International Business Guide. Routledge, 2017.
3. Charles Wyplosz. Economics in the Time of COVID-19. Centre for Economic Policy Research, 2020.
4. Tim Buckley & Simon Nicholas. IEEFA. Global Electricity Utilities in Transition: Leaders and Laggards: 11 Case Studies, October 2017.
5. BP Statistical Review of World Energy 2021.
6. BP Energy Outlook 2021.
7. Yuan J., Na C., Lei Q., Xiong M., Guo J. & Hu Z. Coal use for power generation in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017.

For citation

Pankov D.A., Afanasiev V.Ya. & Baikova O.V. Global coal production and consumption: prospects for russian exporters. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 41-44. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-41-44.

Paper info

Received December 16, 2021

Reviewed December 30, 2021

Accepted January 18, 2022



Новый экскаватор в АО «Черниговец»

На разрезе «Черниговец» (АО ХК «СДС-Уголь») запущен в работу новый отечественный экскаватор ЭКГ-35М с вместимостью ковша 33 куб. м.

Монтаж экскаватора весом 1250 т произведен сервисным центром УЗТМ с участием технических специалистов разреза. ЭКГ-35М стал первой отечественной машиной с вместимостью ковша 33 куб. м в парке АО «Черниговец» и ХК «СДС-Уголь».

В соответствии с техническим заданием специалисты конструкторской службы УЗТМ разработали для экскаватора ЭКГ-35М новый современный ковш под горно-геологические условия разреза «Черниговец». Использование листового проката вместо литых деталей позволило снизить массу этого узла и в результате увеличить полезную нагрузку в ковше. Также принципиально изменена конструкция роликового круга относительно предыдущей модели.

Для машиниста экскаватора созданы комфортные и безопасные условия работы: бронированные стекла кабины, кондиционер с очисткой воздуха от пыли, световая система безопасности и многое другое. Панорамный обзор и наружные видеорекамеры позволяют полностью исключить «слепые зоны».

Также в конце 2021 г. на разрез поступили пять автосамосвалов БелАЗ: два – грузоподъемностью 220 т, два – грузоподъемностью 130 т и один – грузоподъемностью 55 т. Два автомобиля уже запущены в работу на предприятии, остальные будут запущены до конца февраля 2022 г.



Использование золошлаковых отходов в гидротехническом бетоне для шахтной крепи*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-45-49>

Основная тенденция развития производства строительных материалов в XXI веке связана с использованием в качестве источников сырья – техногенного. В данной работе исследована применимость техногенного сырья в технологии бетона. Разработаны составы гидротехнического бетона с добавками золы уноса на крупном традиционном заполнителе и мелкозернистом из золошлаковой смеси. Показано, что замена минерального сырья техногенными отходами сопровождается улучшением физико-механических свойств бетонов при одновременной экономии цемента и традиционного минерального сырья – щебня и песка. Результаты лабораторных исследований подтверждены положительными производственными испытаниями при монолитном бетонировании опытной заходки вентиляционного шахтного ствола. Использование золошлаковых отходов в гидротехническом бетоне позволило сэкономить 30% цемента и 100% щебня и песка.

Ключевые слова: зола уноса, золошлаковая смесь, техногенное сырье, гидротехнический золобетон, монолитная бетонная шахтная крепь

Для цитирования: Буравчук Н.И., Гурьянова О.В. Использование золошлаковых отходов в гидротехническом бетоне для шахтной крепи // Уголь. 2022. № 2. С. 45-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-45-49.

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехнический бетон применяется для возведения бетонной шахтной крепи. Этот бетон имеет сравнительно высокую цену в сравнении с обычным бетоном. Эффективным способом снижения себестоимости бетона и экономии минерального сырья для его изготовления является использование в составе бетона золошлаковых отходов.

Запасы природного минерального сырья с каждым годом истощаются, осложняются условия его добычи. В то же время на земной поверхности в отвалах складированы огромные запасы отходов добычи и переработки природного сырья. Из накопившихся отходов многотоннажными являются побочные продукты

БУРАВЧУК Н.И.

Канд. хим. наук,
старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией
ресурсосберегающих технологий
Института математики механики
и компьютерных наук им. И.И. Воровича
Южного федерального университета,
344006, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: nburavchuk@sfedu.ru

ГУРЬЯНОВА О.В.

Старший научный сотрудник
Института математики механики и
компьютерных наук им. И.И. Воровича
Южного федерального университета,
344006, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: oguryanova@sfedu.ru

топливно-энергетического комплекса – золошлаковые материалы. Скопления этих отходов по качеству и количеству содержащегося минерального сырья, пригодного для выпуска полезной продукции, следует отнести к техногенным месторождениям [1]. Золошлаковые отходы – это новый вид сырья – техногенного. Они представляют собой золу уноса, улавливаемую электрофильтрами, шлак и золошлаковую смесь гидроудаления.

Постановка задачи. По использованию золошлаковых отходов в технологии строительных материалов имеются разработки отечественных и зарубежных исследователей [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Однако большинство из этих решений не нашло практической реализации, и объемы утилизации золошлаковых отходов очень низки.

Цель данной работы заключается в установлении применимости золошлаковых отходов в составах гидротехнического бетона для возведения монолитной бетонной крепи шахтных стволов.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Южного федерального университета, 2020 г. (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации) по проекту ВнГр-07/2020-04-ИМ.

Химический состав техногенного сырья

| Проба | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe ₂ O ₃ общий | MgO | SO ₃ общий | TiO ₂ | K ₂ O+Na ₂ O | P ₂ O ₅ | Потери при прокаливании (п.п.п.) |
|--------------------|------------------|--------------------------------|------|---|------|--------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Зола уноса | 56,74 | 21,53 | 2,15 | 6,43 | 1,88 | 0,69 | 0,96 | 2,84 | 0,15 | 6,56 |
| Золошлаковая смесь | 55,97 | 23,56 | 2,13 | 6,17 | 1,97 | 0,54 | 0,67 | 2,70 | 0,13 | 5,26 |

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Характеристика материалов. Объектами исследования были: зола уноса и золошлаковая смесь Новочеркасской ГРЭС; щебень Замчаловского карьера Ростовской области; цемент марки 500 Новороссийского цементного завода «Октябрь»; щебень из плотных песчаных пород, фракция – 5–20 мм, марка по дробимости – 1000, морозостойкости – F50, истираемости – И1. В табл. 1 приведены данные по химическому составу золошлаковых отходов.

Химический состав исследуемых объектов представлен в основном оксидами кремния, алюминия и железа. В минеральной части твердого топлива преобладают глинистые минералы. Наиболее характерным типом глинистых минералов в угольных пластах является каолинит (Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O). При температурном воздействии минеральная часть топлива подвергается превращениям, связанным с дегидратацией, диссоциацией, окислением, полиморфными изменениями, взаимодействием в твердой фазе, в расплаве, аморфизацией. Эти факторы сказываются на свойствах, степени активизации и реакционной способности конечных продуктов термического воздействия – золошлаковых материалов.

При исследовании свойств отходов методами физико-химического анализа установлено, что в составе золы и шлака можно выделить аморфную и кристаллическую фазы [11]. Аморфная составляющая представлена стеклом и аморфизованным глинистым веществом. Кристаллическая фаза включает измененные зерна минералов исходного топлива и кристаллические новообразования, возникшие при сжигании топлива (муллит, магнезит, гематит и др.). На рис. 1 приведены рентгенограммы золы уноса и шлака.

Основными активными составляющими зол и шлаков, способными к дальнейшему взаимодействию, являются

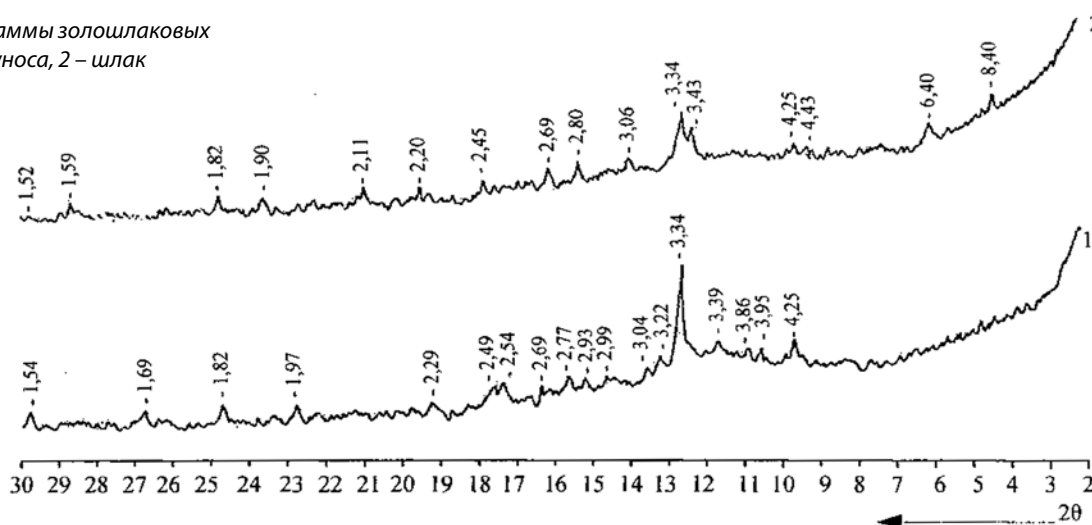
метакаолинит, а также аморфные SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, у которых под влиянием пиропроцессов произошло нарушение структуры исходных минералов.

В лабораторных условиях были подобраны составы золобетона с добавкой золы уноса с щебнем и мелкозернистым заполнителем из золошлаковой смеси. Исследование применимости золошлаковых материалов для шахтной крепи проведено для бетонов класса В22,5, В30 с осадкой конуса 10-12 см. Расход цемента в контрольных составах составлял от 390 до 475, золы уноса – 170–250, золошлаковой смеси – 398–1726 кг/м³. Снижение расхода цемента по сравнению с контролем составляло 15–35%. Для оценки физико-механических свойств бетона были изготовлены образцы-кубы с длиной ребра 100 мм; призмы квадратного сечения 100×100×400 мм. Твердение образцов проходило в нормальных условиях при температуре (20±3)°С и относительной влажности воздуха (95±5)%. Физико-механические свойства гидротехнического золобетона для возведения шахтной крепи приведены в табл. 2

Зола для бетона – полифункциональная добавка. Зола уноса в составе бетона заменяет часть цемента, одновременно являясь микрозаполнителем, улучшает зерновой состав мелкого заполнителя бетона, способствует повышению плотности бетона. Шарообразная форма и гладкая поверхность зерен золы придают ей свойства пластифицирующей добавки. Пластифицирующий эффект способствует повышению связности бетонной смеси и подвижности, улучшению удобоукладываемости и формуемости бетонной смеси. Поверхность затвердевшего бетона плотная, ровная, без раковин и других дефектов.

В золошлаковой смеси содержится до 30% золы уноса. Золошлаковая смесь по сравнению с песком обладает ря-

Рис. 1. Рентгенограммы золошлаковых отходов: 1 – зола уноса, 2 – шлак



Физико-механические свойства гидротехнического золобетона

| Номер состава | Марка бетона | Прочность, МПа (сутки) | | | | Морозостойкость | Водонепроницаемость | Экономия цемента, % |
|---------------|--------------------|------------------------|-----------|----------|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|
| | | 28 | | 360 | | | | |
| | | $R_{сж}$ | $R_{изг}$ | $R_{сж}$ | $R_{изг}$ | | | |
| 1 | 200 Ок 10-12 см | 25,4 | 3,37 | 30,2 | 3,73 | F200 | W4 | 30 |
| 2 | 200 Ок 10-12 см | 23,7 | 3,77 | 27,1 | 4,19 | F300 | W6 | 15 |
| 3 | 300 Ок 10-12 см | 31,8 | 3,85 | 38,3 | 4,27 | F300 | W8 | 30 |
| 4 | 300 Ок 10-12 см | 33,0 | 4,15 | 40,8 | 4,60 | F400 | W12 | 15 |

1, 3 – составы бетона с щебнем; 2, 4 – составы мелкозернистого бетона; $R_{сж}$ – прочность на сжатие; $R_{изг}$ – прочность при изгибе

дом преимуществ. В ней нет глинистых и илистых примесей. По зерновому составу золошлаковая смесь – это крупнозернистый заполнитель, модуль крупности, – как правило, выше двух. Главная особенность золы и шлака – гидравлическая активность.

Испытание гидротехнического золобетона было проведено при монолитном бетонировании шахтной крепи восточного вентиляционного ствола № 2 шахты им. Октябрьской революции (г. Шахты Ростовской области). Для бетонирования опытной заходки высотой 4 м (диаметр ствола – 6 м) использовали золу сухого отбора и золошлаковую смесь из гидроотвалов. Часть заходки была забетонирована золобетоном, содержащим крупный заполнитель – щебень и золошлаковую смесь вместо песка. Содержание золы уноса – 250 кг/м³. Расход цемента снижен на 30% (143 кг на 1 м³). Остальные части изготовлены из мелкозернистого золобетона. Экономия цемента – 30%, песка и щебня – 100%. Проектная марка бетона по прочности на сжатие – 200 (класс бетона – В15), по водонепроницаемости – не менее W2.

Бетонирование шахтного ствола золобетоном принципиально не отличалось от традиционной технологии возведения бетонной крепи. Опалубку сняли через 7 сут. Бетон при простукивании «звенит». Испытание золобетона в стволе спустя 28 суток после бетонирования проведено неразрушающим методом контроля. На разных отметках заходки уложенный мелкозернистый золобетон имеет среднюю прочность при сжатии 24,7 МПа (класс бетона – В15). Контрольные испытания обычного бетона в этом стволе соответствовали классу В15. При испытании неразрушающим методом контроля золобетона шахтной крепи в шахтном стволе спустя год выявлено следующее. Золобетон с щебнем показал прочность 48,9 МПа, мелкозернистый бетон на цементе и золошлаковых материалах имел прочность 53,8 МПа. Гидротехнический золобетон по водонепроницаемости имеет марку W10; W12, по морозостойкости – F300; F400. Экономия цемента – 20–30%, инертных природных заполнителей – 100%.

Одна из особенностей золобетона – высокая стойкость к действию агрессивных сред. Сравнительные испытания гидротехнического золобетона на коррозионную стойкость были проведены при выдержке образцов в 5%-ом растворе сульфата натрия в течение двух лет. В составе бетона содержание золы уноса составляло 250 кг/м³. У контрольных образцов без золы наблюдаются нарушение

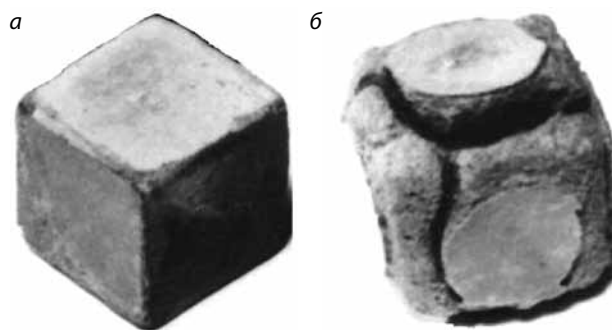


Рис. 2. Образцы бетона после испытаний на коррозионную стойкость: а – золобетон; б – традиционный бетон

целостности образца и постепенное падение прочности вплоть до разрушения к концу срока испытаний. В образцах с золой уноса не отмечено внешних признаков разрушения (рис. 2). Коэффициент стойкости у образцов золобетона к концу испытаний превышал единицу.

Твердение бетонных композиций, содержащих золошлаковые материалы, происходит в соответствии с принципами физико-химической механики дисперсных систем [12]. Влияние золы уноса и шлака на механизм структурообразования имеет физическую и химическую природу. Физический фактор связан с размером и высокой поверхностной энергией частиц. В начальный период твердения влияние золы и шлака сводится к физическому фактору, изменяются дисперсность и зерновой состав системы. Частицы золы уноса и шлака заполняют объем между крупнозернистыми частицами. Увеличиваются удельная поверхность системы и количество контактов. Вокруг зольных частиц возникает оболочка новообразований. Прочность на сжатие золобетонных образцов в ранние сроки твердения (до семи суток) меньше по сравнению с обычным бетоном. Это вызвано малой реакционной способностью зольных частиц. В более поздние сроки твердения проявляется химический характер в механизме структурообразования бетонной композиции. Он обусловлен пуццолановой активностью золы уноса и шлака. Пуццолановый эффект вносит наибольший вклад в процесс формирования структуры и прочности цементного камня. Результатом проявления пуццолановой активности является связывание активными компонентами золошлаковой смеси свободной извести, образующейся при гидратации цемента. Система

приобретает структурную прочность в связи с образованием необратимых фазовых контактов. Образующиеся дополнительные соединения заполняют пустоты и поры контактной зоны. В результате изменяется пористая структура искусственного камня: увеличивается количество мелких пор и капилляров. Это положительно сказывается на прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и сульфатостойкости бетона, что подтверждается экспериментально.

На первой стадии структурообразования формируется каркас структуры коагуляционного типа, прочность которого обеспечивается межмолекулярными силами. Прочность таких структур невелика. В дальнейшем, по мере углубления процессов гидратации, растет объем новообразований. Это приводит систему к стесненным условиям (перенасыщению), к уплотнению гелевидной фазы, росту и срастанию кристаллов. Коагуляционные структуры переходят в коагуляционно-конденсационные с образованием кристаллических веществ, упрочняющихся со временем в соединения с кристаллизационно-конденсационным типом структуры с ионными и ковалентными связями. Высокие показатели физико-механических свойств золобетона обусловлены образованием низкоосновных гидратных образований типа C-S-H (I).

ВЫВОДЫ

Золошлаковые отходы представляют собой новый вид минерального сырья – техногенного. Эти техногенные материалы могут в бетонных смесях заменить природные заполнители и часть вяжущего. Использование золошлаковых материалов позволяет улучшить строительно-технические свойства и эксплуатационные характеристики строительных композитов. Перспективность использования техногенных месторождений, в частности золошлаковых отходов, очевидна, так как их использование позволяет одновременно решать целый ряд экономических, социальных и экологических проблем.

Список литературы

1. Артемьев В.Б., Шпирт М.Я., Силютин С.А. Использование твердых отходов добычи и переработки углей. М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2013. 432 с.

2. Абдрахимова Е.С. Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве керамического кирпича // Уголь. 2019. № 7. С.67-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-67-69.

3. Власова В.В., Артемова О.С., Фомина Е.Ю. Определение направлений эффективного использования отходов ТЭС // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 11 С. 36-41.

4. Маданбеков Н.Ж., Осмонова Б.Ж. Повышение эффективности использования дорожного асфальтобетона путем применения золы уноса в качестве минерального порошка // Инновационная наука. 2016. № 12. С. 121.

5. Федорова Н.В., Шафорост Д.А. Перспективы использования золы уноса тепловых электростанций Ростовской области // Теплоэнергетика. 2015. № 1. С. 53-58.

6. Римкевич В.С., Пушкин А.А., Чурушова О.В. Комплексная переработка золы ТЭС // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 6. С. 250.

7. Li Z. Drying shrinkage prediction of paste containing meta-kaolin and ultrafine fly ash for developing ultrahigh performance concrete // Materials Today Communications. 2016. Vol. 6. P. 74–80.

8. Synthesis of CHA zeolite using low cost coal fly ash / X. Jina, N. Jia, Ch. Songa et al. // Procedia Engineering. 2015. Vol. 121. P. 961–966.

9. Naganathan S., Mohamed A. Y.O., Mustapha K.N. Performance of bricks made using fly ash and bottom ash // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 96. P. 576–580.

10. Sena da Fonseca B., Galhano C., Seixas D. Technical feasibility of reusing coal combustion by-products from a thermoelectric power plant in the manufacture of fired clay bricks // Applied Clay Science. 2015. Vol. 104. P. 189–195.

11. Improving Road Pavement Characteristics. Applications of Industrial Waste and Finite Element Modelling. Series: Innovation and Discovery in Russian Science and Engineering / A.A. Lyapin, I.A. Parinov, N.I. Buravchuk et al. Springer Cham, Switzerland. 30 November 2020, pp. 41-75.

12. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979. 384 с.

Original Paper

UDC 662.613.11:693.5 © N.I. Buravchuk, O.V. Guryanova, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 45-49
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-45-49>

Title
THE USE OF ASH AND SLAG WASTE IN HYDRAULIC CONCRETE FOR SHAFT SUPPORT

Author
Buravchuk N.I.¹, Guryanova O.V.¹
¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation

Authors Information
Buravchuk N.I., PhD (Chemistry), Senior Research Associate, Head of Laboratory, Vorovich Institute of Mathematics of Mechanics and Computer Science, e-mail: nburavchuk@sfned.ru
Guryanova O.V., Senior Research Associate, Vorovich Institute of Mathematics of Mechanics and Computer Science, e-mail: oguryanova@sfned.ru

Abstract
The main trend in the development of the production of building materials in the XXI century is associated with the use of man-made raw materials as sources. In this work, the applicability of technogenic raw materials in concrete technology has been investigated. Two types of hydraulic concrete with fly ash additives have been developed on a large traditional

MINERAL RESOURCES

aggregate and a fine-grained aggregate from an ash-and-slag mixture. The results of tests of hydraulic concrete for monolithic construction – concrete shaft support using ash and slag waste are presented. The results of laboratory studies were confirmed by positive production tests during monolithic concreting of an experimental run-in of a ventilation shaft. The use of ash and slag waste in hydraulic concrete allowed saving 30% of cement and 100% of crushed stone and sand.

Keywords

Fly ash, Ash and slag mixture, Man-made raw materials, Hydraulic ash concrete, Monolithic concrete shaft support.

References

1. Artemyev V.B., Shpirt M.Ya., & Silyutin S.A. Utilization of solid wastes of coal mining and processing. Moscow, Gornoe Delo Publ., Cimnerian Centre LLC, 2013, 432 p. (In Russ.).
2. Abdрахимова E.S. Use of coal processing waste and inter-shale clay in the production of ceramic bricks. *Ugol'*, 2019, (7), pp. 67-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-67-69.
3. Vlasova V.V., Artemova O.S. & Fomina E.Yu. Identification of directions in efficiently use wastes of thermal power plants. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2017, Vol. 21, (11), pp. 36-41. (In Russ.).
4. Madanbekov N.Zh. & Osmonova B.Zh. Enhancing the efficiency of road asphalt concrete by using fly ash as the mineral powder. *Innovacionnaya nauka*, 2016, (12), pp. 121. (In Russ.).
5. Fedorova N.V. & Shaforost D.A. Prospects to use fly ash from thermal power plants in the Rostov Region. *Teploenergetika*, 2015, (1), pp. 53-58. (In Russ.).
6. Rimkevich V.S., Pushkin A.A. & Churushova O.V. Complex processing of ash from thermal power plants. *Gornij informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2015, (6), pp. 250. (In Russ.).
7. Li Z. Drying shrinkage prediction of paste containing meta-kaolin and ultrafine fly ash for developing ultrahigh performance concrete. *Materials Today Communications*, 2016, Vol. 6, pp. 74-80.

8. Jina X., Jia N., Songa Ch. et al. Synthesis of CHA zeolite using low cost coal fly ash. *Procedia Engineering*, 2015, Vol. 121, pp. 961-966.

9. Naganathan S., Mohamed A.Y.O. & Mustapha K.N. Performance of bricks made using fly ash and bottom ash. *Construction and Building Materials*, 2015, Vol. 96, pp. 576–580.

10. Sena da Fonseca B., Galhano C. & Seixas D. Technical feasibility of reusing coal combustion by-products from a thermoelectric power plant in the manufacture of fired clay bricks. *Applied Clay Science*, 2015, Vol. 104, pp. 189-195.

11. Lyapin A.A., Parinov I.A., Buravchuk N.I. et al. Improving Road Pavement Characteristics. Applications of Industrial Waste and Finite Element Modeling. Series: Innovation and Discovery in Russian Science and Engineering. Springer Cham, Switzerland. 30 November 2020, pp. 41-75.

12. Rebinder P.A. Surface phenomena in disperse systems. Physical and chemical mechanics. Moscow, Nauka Publ., 1979, 384 p. (In Russ.).

Acknowledgements

The work was financially supported by the Southern Federal University, 2020. (Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation) under Project ВнГр-07/2020-04-ИМ.

For citation

Buravchuk N.I. & Guryanova O.V. The use of ash and slag waste in hydraulic concrete for shaft support. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 45-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-45-49.

Paper info

Received October 22, 2021

Reviewed December 10, 2021

Accepted January 18, 2022

Ставка на уголь

Германия вынуждена вместо газа покупать больше угля, несмотря на «зеленую повестку» и стремление избавиться от самого грязного ископаемого топлива. В начале года доля угля в энергобалансе страны существенно выросла. Россия – крупнейший поставщик угля в Германию.

Из-за высоких цен на газ рентабельность производства электроэнергии на угольных ТЭС значительно выше, чем на ТЭС, использующих в качестве топлива газ. По мнению участников рынка, которые ориентируются на форвардные цены, такая ситуация сохранится до 2023 г.

Россия доминирует на рынке угля северо-западной Европы. По данным агентства Eurostat, в январе – ноябре 2021 г. поставки российского угля в Германию, Нидерланды и Бельгию достигли 20,3 млн т, что составляет 67% от всего импорта угля в эти страны. Основным покупателем угля стала Германия.

По информации германской исследовательской организации Fraunhofer, с 16 по 22 января 2022 г. доля угля в энергобалансе Германии значительно выросла и достигла 37%: на бурый уголь приходится 14%, на каменный – 23%. В 2021 г. на угольные ТЭС приходилось только 28,1% от всей электроэнергии, произведенной в стране.

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

Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития прибрежных территорий

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-50-54>

НОВИКОВ А.В.

Канд. экон. наук,
доцент Государственного университета
по землеустройству,
105064, Москва, Россия,
e-mail: novikovav@guz.ru

В статье рассматриваются вопросы добычи и использования угля для генерации энергии в условиях глобального энергетического перехода. Показано, что процессы декарбонизации экономики могут существенно затронуть угольную отрасль, возрастают риски, связанные с возможным введением углеродного налога, снижением спроса и ограничением производства ископаемого топлива. Показаны тенденции развития угольной политики в Арктической зоне Российской Федерации, анализируется влияние добычи, транспортировки и использования угля на социально-экономическое развитие, энергообеспечение, занятость населения прибрежных арктических территорий. С целью снижения и компенсации негативного влияния угольной отрасли на климатическую систему, сокращения выбросов парниковых газов обосновываются проекты по применению более чистых технологий выработки электроэнергии на угле, включая газификацию угля, технологии улавливания и захоронения углеродных выбросов в подземные горизонты, а также проекты, направленные на поглощение и компенсацию выбросов CO₂ объектами землепользования и лесного хозяйства.

Ключевые слова: глобальный энергетический переход, добыча и использование угля, пространственное развитие прибрежных территорий, захоронение и поглощение углеродных выбросов, Российская Арктика.

Для цитирования: Новиков А.В. Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития прибрежных территорий // Уголь. 2022. № 2. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие низкоуглеродной экономики и обеспечение глобального энергетического перехода относятся к числу приоритетных проблем [1]. Энергетический кризис на европейских рынках в 2021 г. показал тесную зависимость возобновляемых источников энергии и погодных условий, а также подтвердил необходимость использования традиционных энергоносителей, ископаемого топлива, включая уголь. Заявления о закрытии угольных электростанций в пользу возобновляемых источников энергии часто не подкрепляются реальной балансировкой структуры энергопотребления, что проявляется в росте цен на энергоносители. В то же время страны ЕС реализуют курс на снижение объемов добычи угля с целью выполнения европейского плана декарбонизации экономики. В Германии, к примеру, в 2020 г. вступил в силу Национальный план по отказу от угольной генерации, которая предусматривает ограничения на строительство новых и закрытие старых угольных электростанций к 2038 г.

Не все страны однозначно отнеслись к такому выбору в отношении использования ископаемого топлива. Турция, к примеру, несмотря на принятые обязательства по снижению выбросов газов, продолжает развивать свою экономику с использованием ископаемого топлива, включая уголь. Китай, оставаясь крупным потребителем ископаемого топлива, развивает чистые угольные технологии для минимизации влияния угольной генерации на климатическую систему [2]. В Китае, к примеру, в некоторых регионах установлены более жесткие стандарты по выбросам CO₂ и других продуктов угольной энергетики и угледобычи. Хотя около 90% угля страна добывает сама, но поставки остаются важными для экономики.

Россия в последние годы наращивала добычу угля при сокращении внутреннего потребления, при этом прирост объема продукции был ориентирован на экспортные поставки. Следует учитывать, что выбросы парниковых газов в России, связанные со сжиганием ископаемого топлива, составляют порядка 87% от всех данных выбросов в энергетике, *табл. 1.*

Декарбонизация экономики и отказ от использования ископаемого топлива могут повлечь за собой существен-

Таблица 1

**Выбросы парниковых газов в Российской Федерации, связанные с энергетикой,
млн т CO₂-экв. в год**

| Выбросы парниковых газов в РФ | 2005 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2019 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Всего | 1583,7 | 1635,1 | 1616,5 | 1667,7 |
| – в том числе от сжигания ископаемого топлива | 1351,9 | 1414,2 | 1421,8 | 1451,7 |

Источник: Минэнерго России

ные экономические потери. В то же время для Арктической зоны Российской Федерации добыча и использование угля являются существенным фактором устойчивого энергообеспечения и пространственного развития территории в целом [3]. С одной стороны, добыча и использование угля в данном регионе способствуют социально-экономическому развитию территории, ее промышленному освоению. При добыче полезных ископаемых решаются задачи устойчивого энергообеспечения, в том числе в отдаленных арктических поселках, создаются рабочие места, включая смежные отрасли, развиваются транспортная инфраструктура, портовые хозяйства [4, 5]. С другой стороны, угольная генерация энергии тесно взаимосвязана с выбросами парниковых газов, с климатическими рисками с учетом того, что наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается в прибрежных зонах Северного ледовитого океана [6]. Центральный банк России отнес таяние вечной мерзлоты и введение углеродного налога в список рисков. Тем самым климатические изменения рассматриваются в числе факторов, которые оказывают негативное влияние на экономику.

Цель статьи состоит в обосновании мер по устойчивому использованию угля и угольной генерации энергии в Российской Арктике с учетом задач пространственного развития прибрежных территорий, развития Северного морского пути и реализации «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.» (2021 г.) в части снижения выбросов парниковых газов угольной энергетикой, развития методов и технологий их поглощения, улавливания и захоронения [7].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

За последнее десятилетие Российская Федерация демонстрирует устойчивую динамику запасов и добычи угля, табл. 2.

Добыча угля ведется в ряде арктических субъектов Российской Федерации, в том числе в Республике Саха (Якутия), Красноярском крае (Таймырский угольный бассейн, Малолембергское месторождение антрацитов), в Чукотском автономном округе (Беринговский каменноугольный бассейн, Амаамское месторождение коксующегося угля). По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федера-

ции в 2019 г.», добыча угля в Арктической зоне Российской Федерации в 2019 г. составила 11,3 млн т, или 7,5% от общей ее добычи по стране. Угольные предприятия являются градообразующими для более 30 городов и поселков Сибири и Дальнего Востока, где проживают 1,5 млн чел.

По оценкам, доля угля в структуре энергопотребления в арктических районах страны составляет 46%. К примеру, потребление угля для объектов жилищно-коммунального хозяйства в арктических районах Якутии составляет 45,8 тыс. т, включая поставки для котельных Усть-Янского и Нижнеколымского районов. Для ТЭЦ в п. Депутатский завозится уголь из Кузбасса в количестве 37 тыс. т в год. Для развития угольной генерации в Арктике рассматривается проект газификации угля и богхедов Таймырского месторождения каменных углей в Булунском улусе республики [8].

Отметим, что многие Арктические районы Канады используют в настоящее время в качестве источника для получения энергии уголь и дизельное топливо, так как альтернативное использование возобновляемых источников энергии не может обеспечить в полной мере потребности промышленности и жилищно-коммунального сектора. В условиях глобальных климатических изменений Канада реализует План инвестирования по чистому росту и изменению климата, который включает инициативы, направленные на развитие возобновляемой энергетики, повышение климатической устойчивости северных общин путем совершенствования проектирования и строительства инфраструктуры. При этом ключевые инвестиции включают в себя развитие инфраструктуры при поддержке Арктического энергетического фонда.

Добыча, транспортировка и использование угля существенно влияют на развитие инфраструктуры прибрежных арктических зон. К примеру, в Чукотском АО в бухте Провидения действует морской порт, который обеспечивает перевозки грузов для хозяйственных субъектов в Восточной Арктике, включая арктические районы Якутии, с учетом возможности экспортных поставок угля в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Значительный потенциал имеет развитие судоходной компании в п. Зырянка в связи с добычей высококачественных углей на базе месторождения углей Зырянского бассейна.

В настоящее время порт Зырянка, осуществляющий деятельность по отправке добываемых местных углей в от-

Таблица 2

Динамика запасов и добычи угля в Российской Федерации за 2010-2019 гг.

| Показатель | 2010 г. | 2015 г. | 2019 г. | 2019 г. в % к 2010 г. |
|---------------------|---------|---------|---------|-----------------------|
| Запасы угля, млрд т | 213,0 | 275,0 | 275,5 | 129,3 |
| Добыча угля, млн т | 292,0 | 374,0 | 437,9 | 149,9 |

Источник: составлено по данным Роснедра и Минэнерго России



Терминал морского порта «Зеленый Мыс» для перевозки угля, п. Черский. Фото А.Н. Слепцова, август 2021 г.

даленные северные районы, преобразован в самостоятельное транспортное предприятие – ОАО «Колымская судоходная компания» в бассейне р. Колымы. Арктические морские порты обеспечивают грузоперевозки для прибрежных арктических районов Якутии и Чукотки, к примеру, морской порт «Зеленый Мыс» в п. Черский (см. фото).

Аналогичные функции выполняют торговый порт Анадырь и порт Тикси [9].

Среди факторов, которые способствуют расширению экономической деятельности по обеспечению грузоперевозок можно отметить наращивание объемов добычи высококачественного угля на Зырянском месторождении, расширение внутреннего и внешнего рынка потребителей угля с использованием Северного морского пути.

Если говорить о районах, специализирующихся на виде деятельности «добыча полезных ископаемых» (угледобыча), то можно выделить Беринговский и Анадырский районы, пгт. Угольные Копи, пгт. Нагорный, где осуществляется угледобыча на шахтах «Беринговская» и «Нагорная». Сокращение угледобычи в пгт. Угольные Копи было связано с уменьшением потребности в буром угле на Анадырской ТЭЦ и у других потребителей. Вместе с тем освоение Амаамского месторождения углей Беринговского каменноугольного бассейна с привлечением иностранных инвестиций в рамках территории опережающего развития (ТОР «Беринговский») создало условия для развития прибрежного транспортного комплекса с учетом реконструкции порта Беринговский, создания нового порта морского грузового транспорта, который обеспечивает возможность круглогодичного экспорта угля.

Развитие новых видов горнопромышленной деятельности на Чукотке в связи с добычей коксующихся и энергетических углей может усилить позиции региона в экономической интеграции со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, прежде всего с Китаем и Японией, а также приведет к формированию новых прибрежных арктических транспортных коммуникаций. Для потребителей региона особые перспективы в использовании беринговских углей могут открыться с внедрением

технологии подземной газификации угля. Приоритетным направлением пространственного развития данной территории станут добыча и переработка газа угольных пластов Чукотки, а также потребление продуктов их переработки экономикой региона, что позволит обеспечить энергетическую устойчивость экономики, обеспечит востребованность этого вида экономической деятельности с учетом роста спроса на новые виды топлива, в том числе на основе газификации углей.

Развитие базовых отраслей экономики Чукотского автономного округа связано с активизацией угледобывающей деятельности, наращиванием объемов добычи каменного угля в пгт. Беринговский, который обладает большим потенциалом использования на внутреннем и внешнем рынке.

Несмотря на значительную роль угольной генерации энергии в развитии Российской Арктики, возникают новые угрозы и риски климатического характера, которые могут привести к снижению спроса и ограничению производства ископаемого топлива, в том числе угля, что связано с реализацией стратегий низкоуглеродного развития. ЕС, к примеру, предлагает ввести общемировой мораторий на газ, нефть и уголь в Арктике.

Для нивелирования и управления подобными рисками предлагается реализовать комплекс климатических проектов, направленных на снижение углеродных выбросов в угольной генерации. Наряду с осуществлением мер по развитию возобновляемой энергетики в Арктике, повышению энергоэффективности производства в отраслях, связанных с использованием ископаемого топлива [10, 11], новым направлением, позволяющим минимизировать выбросы углекислого газа в угольной отрасли, является применение технологий по улавливанию и захоронению таких выбросов в подземные горизонты, отработанные пространства при добыче полезных ископаемых [12, 13]. Такие технологии секвестрации выбросов углекислого газа – CC(U)S (carbon capture, utilization and storage), связаны с реализацией проектов, связанных с захоронением CO₂ в геологические объекты – потенциальные хранилища выбросов углерода.

Перспективным направлением снижения выбросов парниковых газов в угольной энергетике является реализация проектов их поглощения, ассимиляции на специальных полигонах. Так, к примеру, в Кузбассе угольная компания «СДС-Уголь» на фоне предполагаемого введения Евросоюзом с 2026 г. углеродного налога создала в 2021 г. карбоновую ферму для снижения выбросов CO₂. Парижским соглашением по климату при решении вопроса о сокращении выбросов парниковых газов предусмотрена возможность зачета способности абсорбции (поглощения) парниковых газов объектами землепользования и лесного хозяйства. В широком смысле карбоновый полигон – это земельный участок, где выращивают растения, оценивают возможности поглощения ими парниковых газов.

У данной холдинговой угольной компании находится в собственности или в долгосрочной аренде более 500 тыс. га земельных участков, часть из которых выделяется под такие полигоны в рамках реализации стратегии низкоуглеродного развития компании. В настоящее время под такие полигоны выделено три участка земли

общей площадью 2 тыс. га. По оценкам, растения поглощают 2 т CO₂ на 1 га в год, речь идет о поглощении 4 тыс. т CO₂. Стоимость проекта составляет порядка 200–300 млн руб. В целом вся угольная отрасль и угольная энергетика России суммарно выбрасывают 200 млн т эквивалента CO₂ в год. На долю компании «СДС-Уголь» приходится около 10% всей добычи угля в России.

С учетом введения в России системы по торговле углеродными квотами и «зелеными» сертификатами угледобывающие компании смогут засчитывать снижение собственных выбросов CO₂, полученные на карбоновых полигонах. Развитие такого подхода предполагает, что инвестор, например угольная, компания вкладывает средства в разведение леса, сохранение болота, тундры, а затем учитывает эти углеродные единицы в рамках своих углеродных обязательств или продает данные углеродные квоты. В перспективе такие карбоновые полигоны, углеродные плантации могут стать частью специализированной отрасли бизнеса по низкоуглеродному развитию экономики. Это повысит спрос на климатические проекты, связанные с поглощением парниковых газов, в том числе по лесовосстановлению, которые можно рассматривать в качестве натурального эквивалента по снижению выбросов парниковых газов в угольной отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост мировых цена на уголь в Европе до рекордных значений летом и осенью 2021 г. позволяет говорить, что, несмотря на усилия по декарбонизации экономики, в ближайшее десятилетие уголь по-прежнему будет востребован. К примеру, в октябре 2021 г. цена на российский энергетический уголь в портах Балтии достигала 300 дол. США за 1 т. По оценкам Минэнерго России, до 2040 г. уголь останется одним из базовых элементов энергетического баланса, и традиционные источники энергии будут еще долго сохранять свою актуальность. Для многих регионов, в том числе для Арктической зоны Российской Федерации, добыча и использование угля являются существенным фактором, влияющим на социально-экономическое развитие, обеспечение энергетической безопасности, пространственное развитие прибрежных территорий, обеспечение занятости населения.

В условиях принятия многими странами ограничительных мер и отказа от использования угля, сокращения финансирования проектов по строительству угольных электростанций, прекращения субсидирования из бюджетов строительства угольных энергоустановок и сокращения угольной генерации начиная с 2022 г., о чем договорились на саммите G20 в Риме в октябре 2021 г., Россия принимает меры по адаптации угольной отрасли к новым климатическим вызовам и рискам.

Хотя, согласно «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.» (2021 г.), изменения в структуре генерации энергии ожидаются в 2031–2050 гг., многие угольные компании уже в настоящее время осуществляют проекты, позволяющие гармонизировать интересы угольной отрасли, устойчивого пространственного развития территории, в том числе в Арктике, с учетом возможных климатических изменений и реализации

стратегий низкоуглеродного развития. Такой подход позволит сочетать интересы общества с точки зрения снижения выбросов парниковых газов, угольных компаний и населения [14].

Предложенные рекомендации по реализации проектов, направленных на снижение выбросов парниковых газов в угольной отрасли, могут быть использованы для обеспечения устойчивого развития прибрежных арктических территорий с учетом экологических и климатических факторов.

Список литературы

1. Modelling innovation and the macroeconomics of low-carbon transitions: theory, perspectives and practical use / Jean-Francois Mercure, Florian Knobloch, Hector Pollitt et al. // *Climate Policy*. 2019. DOI:10.1080/14693062.2019.1617665.
2. Жизнин С.З., Черечукин А.В. Экономические и экологические аспекты внедрения чистых угольных технологий в Китае // *Уголь*. 2019. № 12. С. 56–58. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-12-56-58.
3. Степанов О.А., Степанов А.О. Об экономико-правовых аспектах декарбонизации, связанных с отказом от ископаемых углеводородов как источника энергии // *Уголь*. 2021. № 6. С. 23–24. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-23-24.
4. Новоселова И.Ю., Петров И.В., Новоселов А.Л. Арктический уголь: методические вопросы комплексной оценки рисков // *Уголь*. 2020. № 8. С. 88–91. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-88-91.
5. Оценка вариантов завоза и использования угля при освоении месторождений золота Арктической зоны Республики Саха (Якутия) / Н.С. Батугина, В.Л. Гаврилов, Е.А. Хютанов и др. // *Арктика: экология и экономика*. 2021. Т. 11. № 2. С. 152–163. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-152-163.
6. Васильцов В.С., Яшалова Н.Н., Новиков А.В. Климатические и экологические риски развития прибрежных арктических территорий // *Арктика: экология и экономика*. 2021. Т. 11. № 3. С. 341–352. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-341-352.
7. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-п). [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzpfWO32e2yA0BhtlpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).
8. Обоснование и механизм реализации проекта газификации угля в российской Арктике / Н. Даваахуу, И.М. Потравный, В.Г. Милославский и др. // *Уголь*. 2019. № 9. С. 88–93. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-88-93.
9. Иванова П.Ю., Потравная Е.В. Социально-экономическое развитие поселка Тикси в российской Арктике: стратегия и потенциал роста // *Арктика: экология и экономика*. 2020. № 4 (40). С. 117–129. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-117-129.
10. Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства / И.М. Потравный, Н.Н. Яшалова, Д.С. Бороухин и др. // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2020. Т. 13. № 1. С. 144–159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8.

11. Яшалова Н.Н., Васильцов В.С., Потравный И.М. Декарбонизация черной металлургии: цели и инструменты регулирования // Черные металлы. 2020. № 8 (1064). С. 70-75.

12. Захоронение промышленных выбросов углекислого газа в геологических структурах / С.А. Переверзева, П.К. Коносавский, А.В. Тудваев и др. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. Геология. География. 2014. № 1. С. 5-21.

13. Ильинова А.А., Ромашева Н.В., Стройков Г.А. Перспективы и общественные эффекты проектов секвестрации и использования углекислого газа // Записки Горного Института. 2020. Т. 244 С. 493-502. DOI: <https://doi.org/10.31897/pmi.2020.4.12>.

14. Sustainable Development of the Arctic Indigenous Communities: The Approach to Projects Optimization of Mining Company / A. Novoselov, I. Potravny, I. Novoselova et al. // Sustainability. 2020. 12 (19), Article 7963. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12197963>.

Original Paper

UDC 338.97:622.33 © A.V. Novikov, 2022

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 50-54

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-50-54>

Title

ARCTIC VECTOR OF COAL POLICY IN THE CONTEXT OF SPATIAL DEVELOPMENT OF COASTAL TERRITORIES

Author

Novikov A.V.¹

¹ The State University of Land Use Planning, Moscow, 105064, Russian Federation

Authors Information

Novikov A.V., PhD (Economic), Associate Professor,
e-mail: novikovav@guz.ru

Abstract

The article contains the issues of coal mining and its uses for energy generation in the context of the global energy transition. It is shown that the processes of decarbonation of the economy can significantly affect the coal industry, the risks associated with the possible introduction of a carbon tax, reduced demand and limited production of fossil fuels are increasing. The trends in the development of coal policy in the Arctic zone of the Russian Federation are shown, the impact of coal mining, transportation, and use on socio-economic development, energy supply, employment of the population of the coastal Arctic territories is analyzed. In order to reduce and compensate for the negative impact of the coal industry on the climate system, to reduce greenhouse gas emissions, projects are being justified for the use of cleaner coal-fired power generation technologies, including coal gasification, technologies for capturing and dumping carbon emissions into underground horizons, as well as projects aimed at absorbing and compensating CO₂ emissions by land-use and forestry facilities.

Keywords

Global energy transition, Coal mining and use, Spatial development of coastal territories, Burial and absorption of carbon emissions, The Russian Arctic.

References

- Jean-Francois Mercure, Florian Knobloch, Hector Pollitt et al. Modelling innovation and the macroeconomics of low-carbon transitions: theory, perspectives and practical use. *Climate Policy*. 2019. DOI:10.1080/14693062.2019.1617665.
- Zhiznin S.Z. & Cherechukin A.V. Economic and environmental aspects of the introduction of clean coal technologies in China. *Ugol'*, 2019, (12), pp. 56-58. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-12-56-58.
- Stepanov O.A. & Stepanov A.O. On economic and legal aspects of decarbonization associated with withdrawal of fossil hydrocarbons as an energy source. *Ugol'*, 2021, (6), pp. 23-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-23-24.
- Novoselova I.Yu., Petrov I.V. & Novoselov A.L. Arctic coal: methodological issues of integrated risk assessment. *Ugol'*, 2020, (8), pp. 88-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-88-91.
- Batuginina N.S., Gavrilov V.L., Khoitunov E.A. & Popova K.S. Assessment of coal supply and use in the development of gold deposits in the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia). *Arktika: ekologiya i ekonomika. Arctic: Ecology and Economy*, 2021, Vol. 11, (2), pp. 152-163. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223-4594-2021-2-152-163.

6. Vasil'tsov V.S., Yashalova N.N. & Novikov A.V. Climate and environmental risks in the development of Arctic coastal territories. *Arktika: ekologiya i ekonomika. Arctic: Ecology and Economy*, 2021, Vol. 11, (3), pp. 341-352. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-341-352.

7. The Strategy of Socio-economic Development of the Russian Federation with a low level of greenhouse gas emissions until 2050 (approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 3052-r dated October 29, 2021). [Electronic resource]. Access mode: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtlpyzWfHaiUa.pdf> (accessed 15.01.2022) (In Russ.).

8. Davaakhuu N., Potravny I.M., Miloslavsky V.G. & Utkin I.I. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 88-93. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-88-93.

9. Ivanova P.Yu. & Potravnyaya E.V. Socio-economic development of the village of Tiksi in the Russian Arctic: strategy and growth potential. *Arctic: Ecology and Economy*, 2020, (4), pp. 117-129. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-117-129.

10. Potravnyi I.M., Yashalova N.N., Boroukhin D.S. & Tolstoukhova M.P. The Usage of Renewable Energy Sources in the Arctic: The Role of Public-Private Partnership. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020, Vol. 13, (1), pp. 144-159. (In Russ.). DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8.

11. Yashalova N.N., Vasil'tsov V.S. & Potravny I.M. Decarbonization of ferrous metallurgy: objectives and regulatory instruments. *Chernye Metally*, 2020, (8), pp. 70-75. (In Russ.).

12. Pereverzeva S.A., Konosavsky P.K., Tudvaev A.V. & Kharkhordin I.P. Burial of industrial carbon dioxide emissions in geological structures. *Bulletin of St. Petersburg University. Ser. 7. Geology. Geography*, 2014, (1), pp. 5-21. (In Russ.).

13. Il'inova A.A., Romasheva N.V., & Stroykov G.A. Prospects and social effects of carbon dioxide sequestration and utilization projects. *Journal of Mining Institute*, 2020, Vol. 244, pp. 493-502. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31897/pmi.2020.4.12>.

14. Novoselov A., Potravny I., Novoselova I. & Gassiy V. Sustainable Development of the Arctic Indigenous Communities: The Approach to Projects Optimization of Mining Company. *Sustainability*, 2020, (12), Article 7963. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12197963>.

For citation

Novikov A.V. Arctic vector of coal policy in the context of spatial development of coastal territories. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.

Paper info

Received November 7, 2021

Reviewed December 10, 2021

Accepted January 18, 2022

MINERAL RESOURCES

Эффективное грохочение даже при -40°C

ЛОХОВ Д.С.

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



Ключевые слова: TAPP Group, грохот, Flop, обогащение

Из опыта взаимодействия с углеобогащательными предприятиями установлено, что обогащение материала, склонного к налипанию, например содержащего глинистые включения, а также материала, поступающего с высокой или переменной влажностью при сухой классификации, влечет за собой ряд проблем, справиться с которыми удается крайне редко.

Часто происходит так, что материал меняет свои свойства ввиду, например, геологических особенностей, погодных условий или изменения условий хранения. Это приводит к тому, что сита на грохоте начинают залипать. Приходится останавливать производство на чистку сит по несколько раз в сутки, привлекая специалистов, которые вынуждены оставить другие свои задачи. И что же мы получаем? Сотрудники фабрики перегружены лишней работой, а ситуация лучше не становится. Простои из-за залипания ячеек сит увеличиваются, рабочей силы не хватает, эффективность обогащения снижается и тянет за собой качество конечного продукта. Несомненно, если проблему вовремя не решить, то это приведет к снижению прибыли и к тому, что планы перестанут выполняться, а проблемы будут накапливаться и тянуть вниз все предприятие.

Конечно же, нельзя изменить свойства входящего сырья, но проблема остается, и ее надо как-то решать. Около 80% предприятий предпринимают попытки по настройке оборудования, меняют его одно за другим, некоторые меняют сита в надежде найти решение, есть и те, кто ре-

шил, что с налипанием бороться бессмысленно и проще остановиться на 15 минут несколько раз в день, почистить и снова в работу. Но все это не решает проблему, а лишь поглощает бюджет компании.

Компания АО «Разрез «Шестаки» долгое время искала решение проблемы залипания верхних и нижних сит при классификации угля марки Др, ССр, КОр с влажностью 12%, а также включением породы и глины по классу 6 мм. **Ситуация осложнялась тем, что грохот работает на улице в температурных условиях от +40 до -40°C.** При таких факторах грохот приходилось останавливать по 7-8 раз в сутки на чистку сит, а качество выпускаемого продукта было ниже желаемого. Но они нашли решение.

На сегодняшний день предприятие избавилось от проблемы налипания, а переработка выросла в 1,5 раза, что помогло увеличить

выход концентрата и, соответственно, прибыль компании. Также улучшилось и качество выпускаемой продукции, снизилась ее влажность и увеличилась эффективность отсева. Таких результатов удалось добиться за счет установки инновационного грохота Flip-flop от компании TAPP Group, разработанного под индивидуальные особенности предприятия на базе стандартного грохота Flip-Flop, что позволяет ему работать при -40°C. Это позволило не только решить проблему, но и улучшить все показатели.

Грохот flip-flop эффективно рассеивает материал, склонный к налипанию, а также класс 0-3 мм и даже 0-1 мм на сухое состояние с эффективностью до 95%, что позволяет увеличить производительность предприятия. Высокая эффективность рассеива трудных материалов достигается за счет особенностей конструкции грохота. Активная дека, реализованная в виде подвижных поперечных балок, закрепленных к бортам грохота при помощи амортизирующих элементов. Это позволяет деке грохота, помимо участия в основном колебании, двигаться вдоль направления движения материала под воздействием силы инерции, что при-



Обогатительная фабрика «Убинская»
АО разрез «Шестаки»



водит к периодическому растяжению и сжатию сит, вызывая их колебания. Сита изготовлены из высококачественного, износостойкого полиуретанового полотна и обладают высокой эластичностью, благодаря чему при колебаниях они испытывают значительные упругие деформации, дополнительно воздействуя на разделяемый материал, что способствует его эффективной классификации и препятствует забиванию ячеек. Сита изготавливаются под индивидуальные условия предприятия и могут работать даже при отрицательных температурах. Измерения показывают, что ускорение движения динамически активного, самоочищающегося сита достигает 50G. Благодаря таким характеристикам эффективность грохочения материалов, склонных к налипанию, составляет не менее 95%.

Конструкция крепления сит исключает самопроизвольное ослабление, обеспечивая при этом возможность быстрой замены с минимальными время- и трудозатратами.

При изготовлении каждого узла и несущих элементов грохота используются судостроительные стали с комплексом механических свойств, обеспечивающих надежную и длительную работу в условиях вибрационных нагрузок и неравномерной подачи материала. Это высокопрочная, горячекатаная судостроительная сталь. Такой материал имеет предел прочности при растяжении 440-590 МПа и обладает высокими характеристиками ударной вязкости, прочности, коррозионной стойкости, в том числе в агрессивной среде, и устойчивостью к пониженным температурам.

В грохотах flip-flop применяются поперечные балки круглого сечения, что позволяет исключить возможность деформации, вызываемой косым изгибом, и обеспечит долгий срок службы оборудования.

Соединение продольных и поперечных балок, а также опорный узел выполнены с помощью крепления Huck bolt, это исключает сварочное напряжение в металле и повышает надежность конструкции. А все поперечные балки, соединительные эле-

менты и подпорки защищены двумя слоями высокопрочного полиуретана, который не воспламеняется и дает дополнительную защиту всех элементов к истиранию и коррозии.

Надежность конструкции позволяет создать грохот с круговыми и линейными колебаниями, с одной, двумя или тремя деками, а также комбинировать подвижные и неподвижные деки. Кроме того, возможно совмещать разные технологические процессы на одном оборудовании.



ООО «Открытые технологии»

308024, Россия, г. Белгород
 тел.: +7 (4722) 23-28-39, +7 (800) 301-27-73
 E-mail: info@tapp-group.ru
 web: www.tapp-group.ru

YouTube-канал:

<https://www.youtube.com/channel/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPrReVA>

Имитационное моделирование функциональных структур технологических систем угледобывающих предприятий

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-57-60>

Предложена процедура оптимизации функциональных структур технологических систем угледобывающих предприятий с использованием имитационного моделирования. В моделируемой системе предлагается выделить два класса основополагающих производственных процессов: производственные процессы непрерывного цикла – процесс их моделирования реализуется с помощью дискретно-событийного подхода; производственные процессы дискретного и организационно-управленческого цикла – процесс их моделирования реализуется с помощью агентного комбинированного подхода (алгоритмический на взвешенных графах и элементы системной динамики). Функциональная структура предложенной имитационной модели способна адекватно смоделировать необходимое число соответствующих уровней иерархической стохастической структуры конкретного объекта моделирования и учесть все технико-технологические вложенности их состояний с учетом системной динамики, что позволяет объективно и надежно отражать поведенческую сторону сложных технологических систем угледобывающих предприятий с выделением «узких мест» и разработкой превентивных мероприятий по их устранению.

Ключевые слова: угледобывающее предприятие, функциональная структура, технологическая система, имитационное моделирование, дискретно-событийный подход, системная динамика.

Для цитирования: Имитационное моделирование функциональных структур технологических систем угледобывающих предприятий / В.В. Агафонов, Е.В. Зайцева, В.В. Яхеев и др. // Уголь. 2022. № 2 С. 57-60. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-57-60.

ВВЕДЕНИЕ

С целью снижения капиталоемкости и материалоемкости на этапе проектирования функциональных структур технологических систем угледобывающих предприятий подлежат учету только те альтернативные варианты технологических, технических и организационных решений, которые синтезируются в оптимальный (рациональный) вариант с использованием оптимизационных процедур на

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

ЗАЙЦЕВА Е.В.

Доктор техн. наук, доцент
кафедры «Автоматизированные системы управления»
ИТАСУ НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

ЯХЕЕВ В.В.

Канд. техн. наук, доцент
кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности
Санкт-Петербургского университета Государственной
противопожарной службы МЧС РФ,
190000, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: yakvaleri@yandex.ru

СНИГИРЕВ В.В.

Аспирант кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

ГУРКОВ А.А.

Аспирант кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

основе производственных правил. Общеизвестным фактом является то, что только на базе использования процедуры широкомасштабного моделирования горных работ риск принятия неправильных и необоснованных технологических, технических и организационно-управленческих решений в области проектирования и развития горнотехнических систем сводится к минимуму. И здесь преобладающее предпочтение отдается процедурам имитационного моделирования. Конечные результаты имитационного моделирования служат достоверной, объективной и надежной первоосновой для принятия стратегических решений в области оптимизации функциональных структур технологических систем угледобывающих предприятий, так как в этом случае устанавливаются конкретные причинно-следственные цепочки, обуславливающие основные источники и причины неэффективного использования пассивной и активной частей основных фондов, приводящие к значительным эксплуатационным издержкам.

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К ИМИТАЦИОННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
СИСТЕМ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Имитационную модель функциональной структуры технологической системы угледобывающего предприятия в рамках заявленного подхода наиболее рационально сформировать в виде комплекса (системы) взаимосвязанных машинных алгоритмов и кодов, которые обеспечивают реализацию процедуры имитации с использованием ЭВМ поведения отдельных элементов и производственных подсистем горнодобывающих предприятий и причинно-следственных связей между ними с учетом заданных ограничений с учетом системной динамики (заданный временной интервал моделирования), а также обеспечивают возможность отслеживать и измерять количественные значения их целевых индикаторов (характеристики и параметры) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Официальный

сайт «National Society of Simulation Modeling» в настоящее время предоставляет данные о более 500 программных продуктов имитационного моделирования, которые отличаются наполнением внутренней конфигурации и языками программирования. Среди наиболее известных можно выделить EXTEND, ITHINK, VENSIM, POWERSIM, PILGRIM, PROCESS, CHARTER, ANYLOGIC, MVSTUDIUM, SIMSCRIPT III, RDO-STUDIO и пр.

Моделируемая предметная область в этом случае представляется в виде рационально увязанной во времени и пространстве системы с объектно-визированными уровнями, сценариями, экспериментами, сегментами, узлами и маршрутами в сетке координат X, Y, Z. Процедура планирования объемов добычи полезного ископаемого в рамках имитационной модели реализуется итеративным запуском имитационных экспериментов, адекватно отражающих специфику производственных процессов горнодобывающего предприятия на опережающий заданный временной интервал. По результатам экспериментальной части в автоматическом режиме происходит формирование отчетов о ходе выполненных процедур моделирования и компилируется весь объем данных, необходимых для решения следующих поставленных задач планирования горного производства.

Формализованно имитационная модель строится на базе элементов многоподходной процессной среды программного инструментария имитационного моделирования компании AnyLogic. Для моделирования непрерывных производственных процессов функциональной структуры технологической системы транспорта использовался дискретно-событийный подход. Основные и вспомогательные процессы маршрутизации моделировались с использованием алгоритмического подхода на взвешенных графах, а сопутствующие основные и вспомогательные процессы организационно-управленческого характера моделировались с привлечением аппарата динамических событий.



Рис. 1. Потоки данных при имитационном моделировании применительно к оптимизации функциональной структуры производственно-логистической системы

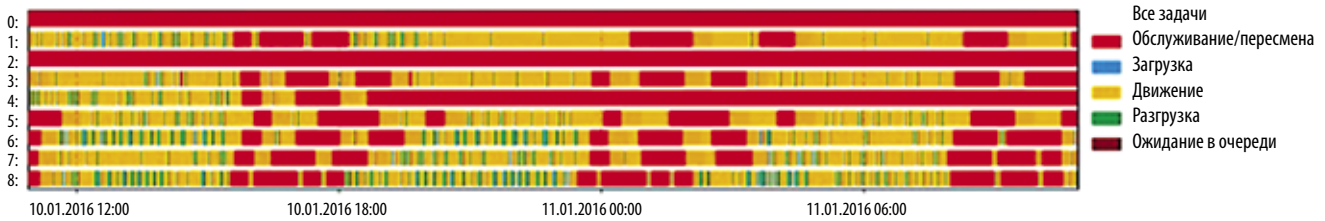


Рис. 2. Рабочий фрагмент системного имитационного эксперимента

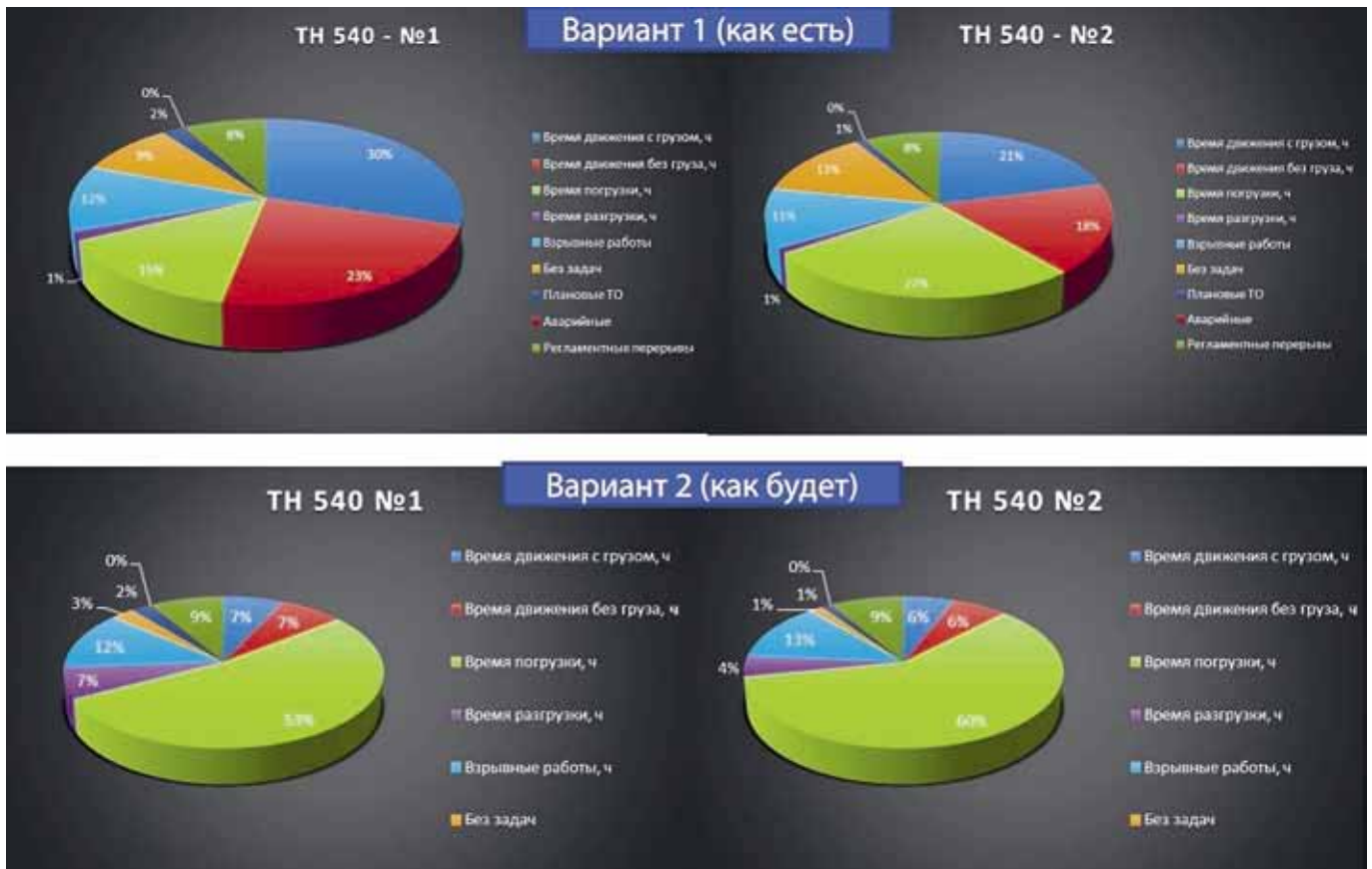


Рис. 3. Аналитическая информация (конечные результаты) системы имитационного моделирования

Потоки данных при имитационном моделировании представлены на рис. 1. Рабочий фрагмент системного имитационного эксперимента показан на рис. 2. Аналитическая информация (конечные результаты) системы имитационного моделирования, которая однозначно указывает на конкретные резервы повышения технико-экономической эффективности угледобывающего предприятия в области производственно-логистической системы, представлена на рис. 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные направления повышения рентабельности процесса добычи полезных ископаемых связаны с механизацией, автоматизацией и, в последние годы, с использованием технологий искусственного интеллекта и цифровых двойников горной среды, машин, механизмов, технологических процессов и пр. При этом нахождение оптимального соотношения режимов работы, перечня технологического оборудования, машин и механизмов позволяет

обеспечить требуемые экономические показатели работы угледобывающего предприятия. Предложенная процедура имитационного моделирования может быть заявлена в виде научно-методического обеспечения при выборе, обосновании и практической реализации своевременных стратегических мер по совершенствованию и развитию функциональных структур технологических систем горнодобывающих предприятий с целью повышения их технико-экономического уровня и конкурентоспособности.

Список литературы

1. Гец А.К., Оника С.Г., Халявкин Ф.Г Имитационное моделирование процессов горного производства // Горная механика и машиностроение. 2016. № 3. С. 22-25.
2. Кузнецов И.С. Имитационное моделирование экскаваторно-автомобильного комплекса / Сборник материалов X Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». 2018. 5 с.

3. Девятков В.В. Опыт системного анализа транспортных систем с использованием метода имитационного моделирования // Вестник НЦБЖД. 2017. № 1 (31). С. 18-28.

4. Система имитационного моделирования горнопроходческих работ / А.Н.Стародубов, В.В. Зиновьев, М.В. Береснев и др. // Уголь. 2016. № 2. С. 20-24. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-2-20-24.

5. Кузнецов И.С. Имитационное моделирование безлюдной открыто-подземной геотехнологии с учетом простоев горных машин / Материалы всероссийской научно-практической конференция по имитационному модели-

рованию и его применению в науке и промышленности «ИММОД-2019». Екатеринбург, 2019. С. 445-450.

6. Agent-based simulation modeling for regional ecological-economic systems. A case study of the Republic of Armenia / Beklaryan L.A., Akopov A.S., Beklaryan A.L. et al. // Machine Learning and Data Analysis. 2016. Vol. 2. No 1. P. 104-115.

7. AnyLogic: имитационное моделирование для бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения: 15.01.2022).

8. Памперла М., Фергюсон К. Имитационное обучение и игра. М.: ДМК Пресс; 2020. 372 с.

Original Paper

UDC 622.013.3 © V.V. Agafonov, E.V. Zaitseva, V.V. Yakheev, V.V. Snigirev, A.A. Gurkov, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 57-60
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-57-60>

Title

SIMULATION MODELING OF FUNCTIONAL STRUCTURES OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF MINING ENTERPRISES

Authors

Agafonov V.V.¹, Zaitseva E.V.², Yakheev V.V.¹, Snigirev V.V.¹, Gurkov A.A.¹

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

²Safety Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations, Saint Petersburg, 190000, 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

Zaitseva E.V., Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of "Automated Control Systems" Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Yakheev V.V., PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Mine Rescue and Explosion Safety Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, e-mail: yakvaleri@yandex.ru

Snigirev V.V., Postgraduate student of the Department of "Geotechnologies of Subsoil Development" Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Gurkov A.A., Postgraduate student of the Department of "Geotechnologies of Subsoil Development" Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Abstract

The procedure of optimization of functional structures of technological systems of mining enterprises with the use of simulation modeling is proposed. In the simulated system it is proposed to distinguish two classes of fundamental production processes: continuous cycle production processes – the process of their simulation is implemented using the discrete event approach; production processes of discrete and organizational and management cycle – the process of their modeling is implemented using agent-based combined approach (algorithmic on weighted graphs and elements of system dynamics). The functional structure of the proposed simulation model can adequately simulate the required number of appropriate levels of the hierarchical stochastic structure of a particular simulation object and take into account all the technical and technological nesting of their states, taking into account the system dynamics, which allows to objectively and reliably reflect the behavioral side of complex technological systems of mining enterprises with the identification of "bottlenecks" and development of preventive measures to eliminate them.

Keywords

Mining enterprise, Functional structure, Technological system, Simulation modeling, Discrete event approach, System dynamics.

References

1. Gets A.K., Onika S.G. & Khalyavkin F.G. Simulation modeling of mining processes. *Mining Mechanics and Engineering*, 2016, (3), pp. 22-25. (In Russ.).
2. Kuznetsov I.S. Simulation modeling of excavator-automotive complex / Proceedings of X All-Russian, scientific-practical conference of young scientists with international participation "Young Russia", 2018, 5 p. (In Russ.).
3. Devyatkov V.V. Experience in system analysis of transport systems using the method of simulation modeling, *Vestnik NTSBZhD*, 2017, (1), pp. 18-28. (In Russ.).
4. Starodubov A.N., Zinoviev V.V., Beresnev M.V. et al. Simulation modeling system of mining works. *Ugol'*, 2016, (2), pp. 20-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-2-20-24.
5. Kuznetsov I.S. Simulation modeling of unmanned open-underground geotechnology taking into account downtime of mining machines / Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference on Simulation Modeling and its Application in Science and Industry "IMMOD-2019". Ekaterinburg, 2019, pp. 445-450. (In Russ.).
6. Beklaryan L.A., Akopov A.S., Beklaryan A.L. & Saghatelian A.K. Agent-based simulation modeling for regional ecological-economic systems. A case study of the Republic of Armenia. *Machine Learning and Data Analysis*, 2016, Vol. 2, (1), pp. 104-115.
7. AnyLogic: simulation modeling for business [Electronic resource]. Available at: <https://www.anylogic.ru/> (accessed 15.01.2022). (In Russ.).
8. Pamperla M. & Ferguson K. Simulation learning and the game. Moscow, DMC Press Publ., 2020, 372 p. (In Russ.).

For citation

Agafonov V.V., Zaitseva E.V., Yakheev V.V., Snigirev V.V. & Gurkov A.A. Simulation modeling of functional structures of technological systems of mining enterprises. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 57-60. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-57-60.

Paper info

Received December 9, 2021

Reviewed December 23, 2021

Accepted January 18, 2022

Углеродный след и эффект декаплинга в угледобыче Кузбасса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-61-66>

В статье рассматриваются роль и вопросы оценки влияния угледобычи на окружающую среду ресурсодобывающего региона Кемеровской области – Кузбасса (Кузбасса) в условиях движения к низкоуглеродной экономике. Авторы полагают, что измерение устойчиво-экологического развития, углеродоемкости ресурсодобывающего региона обуславливает необходимость более широкого применения методического инструментария оценки техногенного воздействия угледобычи на окружающую среду. Обоснована необходимость расчета показателя «углеродного следа» и декаплинга для оценки воздействия на природную экосистему угледобычи и потребления угля в регионе. Построены однофакторные линейные регрессионные модели для определения тесноты корреляционной связи между объемами добычи угля и выбросов загрязняющих веществ (ЗВ). Выявлено наличие эффекта декаплинга в негативном воздействии выбросов ЗВ в сфере угледобычи в Кузбассе в 2013–2019 гг., что рассматривается как позитивная тенденция по сравнению с предшествующими периодами развития региона.

Ключевые слова: Кемеровская область (Кузбасс), загрязняющие вещества, состояние окружающей среды, экологический след, углеродный след, декаплинг.

Для цитирования: Шутько Л.Г., Самородова Л.Л. Углеродный след и эффект декаплинга в угледобыче Кузбасса // Уголь. 2022. № 2. С. 61–66. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-61-66.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение будущего устойчивого развития на принципах зеленой экономики возможно только на основе компромисса между экономическим ростом и сохранением окружающей среды [1]. Устойчивое развитие в соответствии с принципами Стокгольмской конференции 1972 г., Парижского климатического соглашения 2015 г. требует сокращения экологического (углеродного) следа, формирующегося в результате хозяйственной деятельности предприятий, регионов и стран. Дело дошло до того, что в 2017 г. был создан «Альянс против угля» (Powering Past Coal Alliance), в который уже к концу 2020 г. вошли 34 страны, 35 регионов и городов и 44 компании. Его участники отказываются от угольной генерации, при этом их совокупная доля в действующих установленных мощностях угольной генерации в мире составляет лишь менее 5% [2]. Угледобывающие компании озабочены про-

ШУТЬКО Л.Г.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры экономики
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ),
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shlg.etf@kuzstu.ru

САМОРОДОВА Л.Л.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры экономики
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ),
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: slf.etf@kuzstu.ru

блемой снижения «углеродного» следа в условиях перехода стран мировой экономики к безуглеродной энергии и введения трансграничных налогов на углерод. Для угледобывающего региона особое значение приобретает расчет показателя «углеродный след продукции», который является важнейшей составляющей «экологического следа» региона. Устойчивость социально-экономического развития региона повышает отделение его экономического роста от ухудшения состояния окружающей среды (достижение «эффекта декаплинга»).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В современном мире роль окружающей среды как источника жизнеобеспечивающих ресурсов территорий возрастает. Инструментарий оценки устойчиво-экологического развития экономики страны, региона включает агрегированные показатели: индексы «устойчиво-

го благосостояния» Нордхауса и Тобина, устойчивости и развития окружающей среды, развития человеческого потенциала, «индекс Живой планеты». Отдельную группу составляют показатели системы эколого-экономического учета: «зеленые счета», экологически чистый внутренний продукт, скорректированные чистые сбережения («истинные сбережения»). Относительно новыми считаются показатели: «экологический след» (W. Рис (1992), M. Вакарнагель (1994)), «экологический долг», «углеродный след» (Д. Стиглиц, А. Сен, Ж.-П. Фитусси (2008)) [1]. Все чаще появляются публикации зарубежных исследователей по оценке результатов развития «зеленой экономики» и «углеродного следа». Расширяется практика использования показателей «экологического следа», «углеродного следа» для оценки устойчивого развития предприятий и регионов российскими учеными [3, 4]. Исследования, содержащие расчеты по эффекту декарбонизации, встречаются значительно реже [5].

Расчет экологического следа позволяет определять соответствие экономики региона емкости его природных экосистем – «экологической емкости территории» («экоемкости» территории). «Биоемкость региона включает биологически продуктивные земли и акватории, способные предоставлять человеку экосистемные услуги, в том числе обеспечение биоресурсами (продовольствие или древесина), размещение объектов инфраструктуры и поглощение отходов, таких как углекислый газ, образующийся при сжигании ископаемого топлива» [4]. «Экоемкость региона» может быть представлена как «энергетическая способность экосистемы региона генерировать кислород (O_2) и поглощать углекислый газ (CO_2), образующийся в результате техногенной деятельности». По данным Всемирного фонда дикой природы, в России среднестатистический показатель биоемкости в среднем составляет от 6,5 до 7,0 гга. Общая биоемкость России, как правило, превышает экологический след на 35%, однако это достигается за счет значительной территории страны и невысокой плотности населения. Сибирский федеральный округ (СФО) относится к федеральным округам РФ, имеющим наибольшую долю биоемкости. Кемеровская область по уровню биоемкости занимает лишь 11 место из 12 субъектов. По величине экологического следа, приходящегося на душу населения, Кемеровская область находится на четвертом месте (5,3 гга) в СФО [4]. Измерение экологической природоемкости экономики Кузбасса в 2001–2004 гг. показало, что «традиционно наибольший вклад в загрязнение окружающей среды, накопление экологического ущерба вносят системообразующие для региона отрасли топливно-энергетического и металлургического комплексов» [4].

Необходимой и значимой составляющей оценки «экологического следа» на уровне предприятия и региона (страны) является показатель «углеродный след». По оценкам специалистов, доля «углеродного следа» составляет около 50% глобального «экологического следа» и имеет тенденцию к росту за последние несколько лет. При этом размеры «экологического следа» в абсолютном выражении увеличиваются. «Углеродный след» России в 2016 г. составлял 68% ее «экологического следа». «За период 2014–2017 гг. суммарный экологический след субъ-

ектов Российской Федерации увеличился на 0,8%, с 2014 по 2020 г. – на 2,8%» [6].

Универсальным критерием экологичности бизнеса является отчетность по совокупным выбросам парниковых газов, применяемая в рамках ратификации Россией в 2019–2020 гг. декабрьского Парижского климатического соглашения 2015 г., включающая расчет «углеродного следа продукции» (carbon footprint of a product; УСП). Методика расчета УСП основывается на российских нормативных документах, соответствующих требованиям зарубежных стандартов углеродной отчетности, включая Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56276-2014/ISO/TS 14067:2013, соответствующий международному документу ISO/TS 14067:2013 «Газы парниковые. Углеродный след продукции». Требования и руководящие указания по количественному определению и предоставлению информации». В настоящее время принят Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», направленный на обеспечение «устойчивого и сбалансированного развития экономики Российской Федерации при снижении уровня выбросов парниковых газов» [7]. Как показатель УСП представляет собой «общий объем выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов, образующихся в ходе производства продукции либо в ходе оказания услуг, который включает в себя прямые выбросы парниковых газов (образуемые в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности), косвенные выбросы парниковых газов (связанные с потреблением электрической, тепловой энергии, иных ресурсов, используемых для обеспечения хозяйственной и иной деятельности и полученных от внешних объектов), поглощения парниковых газов в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности, с учетом углеродных единиц, в отношении которых произведен зачет» [7]. В Законе определены критерии, на основе которых определяются хозяйствующие субъекты (юридические лица и индивидуальные предприниматели), осуществляющие хозяйственную или иную деятельность при условии, что она сопровождается выбросами парниковых газов, масса которых «эквивалентна 150 и более тысячам тонн углекислого газа в год за период до 1 января 2024 г. или 50-ти и более тысячам тонн углекислого газа в год за период с 1 января 2024 г.» [7]. Добровольное и обязательное публичное предоставление предприятиями информации об УСП направлено на повышение прозрачности (достоверности) информации потребителям и другим пользователям в целях принятия решений; обеспечение сопоставимости продукции и услуг на свободном и открытом рынках.

Относительно низкая стоимость угля по сравнению с другими углеводородами, возможности его хранения, хорошая обеспеченность запасами и, в силу этого, повышение энергобезопасности по-прежнему способствуют наращиванию его производства в России, что подтверждают данные статистики угледобычи [8]. География распределения добычи угля по российским регионам, представленная на рисунке, отражает лидерство Кузбасса в добыче угля в России.

В «Стратегии социально-экономического развития Кузбасса на период до 2035 года» указывается, что объе-



Добыча угля по субъектам Российской Федерации, млн т [9]

мы добычи угля в Кузбассе к 2035 г. должны составить 427 млн т ежегодно.

Высокий уровень концентрации промышленных предприятий в Кузбассе обуславливает высокую их долю на единицу площади по выбросам стационарными источниками в атмосферный воздух. На площадь территории области в 95,7 тыс. кв. км приходится 15,6 т выбросов ЗВ на квадратный километр, что означает для России достаточно высокий уровень выбросов ЗВ. К основным стационарным источникам загрязнения атмосферного воздуха на территории Кузбасса относятся предприятия по добыче полезных ископаемых, обрабатывающих производств, а также предприятия по обеспечению электрической энергией, газом и паром. Доля угольной промышленности в общем объеме выбросов ЗВ в атмосферу от стационарных источников в Кузбассе составляет 36%.

Сокращение техногенной нагрузки на окружающую среду в условиях роста валового продукта региона возможно при выявлении эффекта декаплинга (от англ. decoupling – разделение, нарушение связи) в ресурсодобывающих отраслях, в том числе в угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности. В случае абсолютного декаплинга рост объемов производства сопровождается снижением объемов использования ресурсов и сокращением темпов загрязнения среды. Когда темпы роста объема производства превышают темпы использования ресурсов и загрязнения среды имеет место относительный декаплинг. Декаплинг может выступать в качестве показателя измерения устойчивого развития региональной экономики в соответствии с восьмой целью устойчивого развития Программы ООН, направленной на повышение глобальной эффективности использования ресурсов и отделение экономического роста от ухудшения состояния окружающей среды. Предприятия угольной отрасли относятся к одному из основных источни-

ков негативного воздействия на природную среду Кузбасса, поэтому важно выяснить проявляется ли эффект декаплинга в деятельности угледобывающих предприятий в современных условиях. Это позволит сравнить результаты, полученные авторами ранее при анализе периодов 2013-2017 гг. [10] и другими исследованиями кузбасских ученых.

Для выявления наличия (отсутствия) эффекта декаплинга в хозяйственной деятельности предприятий угольной промышленности Кузбасса определим корреляционную зависимость между ростом объемов добычи угля и изменением объемов выбросов ЗВ в атмосферу, воду, а также площадью нарушенных земель. В качестве индикаторов были использованы показатели: общие выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в воздушный бассейн, в тоннах; забор воды из водных объектов и использование свежей воды (истощение водных ресурсов, изменение гидрологического режима подземных и поверхностных вод), в кубических метрах; сброс сточных транзитных, шахтно-рудничных вод в водные объекты, в том числе сброс загрязненных вод, в кубических метрах; площадь нарушенных земель (загрязнение отходами и изъятие из хозяйственного оборота), в гектарах.

Данные, необходимые для построения модели парной регрессии, взяты из официального статистического справочника «Кузбасс в цифрах» Кемеровской области – Кузбасса и ежегодных докладов о состоянии окружающей среды Кемеровской области, публикуемых департаментом природных ресурсов и экологии Администрации Кемеровской области (табл. 1).

Обоснование зависимости показателей проводится с использованием однофакторной модели линейной регрессии. Объемы добычи угля в 2013-2019 гг. представлены как независимая переменная X_i , в качестве зависимых переменных i выступают экологические показатели Y_i .

Основные показатели выявления эффекта декаплинга в угольной промышленности Кемеровской области*

| Показатели | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Добыча угля, млн т | 203,0 | 211,0 | 215,8 | 227,4 | 241,5 | 256 | 248,7 |
| Общие выбросы ЗВ в атмосферный воздух, тыс. т (ОВ) | 840,853 | 807,057 | 810,597 | 812,178 | 915,068 | 834,333 | 1147,05 |
| Забор воды из водных объектов, млн куб. м (ЗВ) | 348,277 | 331,109 | 323,289 | 321,793 | 326,731 | 329,993 | 332,806 |
| Использование свежей воды, всего, млн куб. м (СВ) | 87,018 | 79,135 | 80,476 | 79,523 | 71,307 | 75,291 | 78,580 |
| Сброс сточных, транзитных, шахтно-рудничных вод в водные объекты, млн м ³ , (С): | | | | | | | |
| – из них загрязненных, куб. м (СЗ) | 221,216 | 208,794 | 174,685 | 166,481 | 173,250 | 136,052 | 83,783 |
| Площадь нарушенных земель за год, тыс. га (НЗ) | 2,60 | 2,028 | 2,976 | 3,171 | 5,01 | 1,076 | 5,443 |

*Составлено авторами

Теснота связи по шкале Чеддока устанавливается в пределах слабой и весьма высокой.

Расчетные результаты влияния объемов добычи угля в соответствии с каждым видом загрязнения отражены в виде шести однофакторных эконометрических моделей (табл. 2).

Установлено, что параметры модели статистически значимы. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера.

Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу имеют положительную тесную корреляционную связь с объемом добычи угля (эта тенденция была выявлена при анализе периода 2013-2017 гг.). Уравнение регрессии показывает, что рост добычи угля на 1 млн т может приводить к дополнительным выбросам ЗВ в воздух в размере 3,192 тыс. т. Но общие выбросы ЗВ за исследуемый период росли в среднем более медленными темпами по сравнению с темпами роста добычи угля, поэтому можно говорить о существовании реальной возможности достижения эффекта декаплинга между добычей угля и выбросами ЗВ в атмосферу. Все четыре показателя потребления и загрязнения воды имеют

достаточно сильную корреляционную связь с ростом объема добычи угля. Однако наличие отрицательных значений коэффициентов корреляции отражает обратную связь между ростом объема добычи угля и данными показателями. Так, рост добычи угля на 1 млн т приводит в среднем к уменьшению забора воды из водных объектов на 0,155 млн куб. м, использования свежей воды – на 0,178 млн куб. м, сброса сточных, транзитных, шахтно-рудничных вод в водные объекты – на 1,524 млн куб. м и сброса загрязненных вод – на 1,902 млн куб. м. Таким образом, в потреблении и загрязнении воды в 2013-2019 гг. наблюдается «эффект декаплинга». Полученный положительный коэффициент корреляции между объемом добычи угля и площадью нарушенных земель $r_{xy} = 0,786$ показывает устойчивую прямую связь между данными показателями. Из уравнения регрессии следует, что каждый дополнительно добываемый миллион тонн угля ведет примерно к росту площади нарушенных земель в объеме 0,014 тыс. га = 14 га.

Учитывая, что к 2035 г. в Кузбассе планируют добывать 427 млн т угля ежегодно, площадь нарушенных земель в регионе будет только расти и составит 5,956 тыс. га за год при неизменном состоянии дел в сфере рекультивации.

Таблица 2

Однофакторные линейные регрессионные модели влияния объемов добычи угля на экологические показатели (2013-2019 гг.)*

| Загрязнения | Модель | Линейный коэффициент корреляции r_{xy} | Коэффициент детерминации R^2 |
|-------------|----------------------------------|--|--|
| ОВ | $Y_t^{OB} = 3,192X_t + 149,825$ | 0,524 – связь заметная, прямая | $R^2 = 0,275$ – только в 27,5% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению объемов общих выбросов ЗВ в атмосферу |
| ЗВ | $Y_t^{ЗВ} = -0,1549x + 366,0452$ | - 0,356 – связь умеренная и обратная | $R^2 = 0,1267$, то есть в 12,67% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению забора воды из водных объектов |
| СВ | $Y_t^{СВ} = -0,1778x + 119,4944$ | - 0,745 – связь высокая, обратная | $R^2 = 0,5555$, то есть в 55,55% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению использования свежей воды |
| С | $Y_t^C = -1,5242x + 638,3395$ | - 0,65 – связь заметная | $R^2 = 0,4231$, то есть в 42,31% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению сброса сточных, транзитных, шахтно-рудничных вод в водные объекты |
| СЗ | $Y_t^{СЗ} = -1,9016x + 601,8936$ | - 0,836 – связь высокая | $R^2 = 0,6996$ – в 69,96% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению сброса загрязненных вод |
| НЗ | $Y_t^{НЗ} = 0,014x - 0,0215$ | 0,786 – связь высокая и прямая | $R^2 = 0,6185$ – только в 61,85% случаев изменения объемов добычи угля приводят к изменению площади нарушенных земель |

* Рассчитано авторами

Эта тенденция не способствует формированию условий для проявления эффекта декаплинга. Необходимо отметить, что результаты расчетов, проводимые А.О. Акуловым [5] за период 2005-2011 гг., доказывали отсутствие эффекта декаплинга по пяти первым из вышерассмотренных показателей (см. табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Движение к низкоуглеродной экономике обуславливает необходимость совершенствования инструментов измерения устойчивого экологического развития бизнеса и регионов. Необходимо сокращение «экологического следа» регионов и предприятий за счет уменьшения потребления ресурсов на единицу продукции. «Углеродный след» предприятий в сфере добычи и потребления угля взаимосвязывает предельные показатели экономического развития промышленного региона Кузбасс с биоёмкостью его территорий. Развитие угледобывающей промышленности не должно нарушать устойчивое равновесие экосистемы региона, приводить к росту техногенного воздействия на окружающую среду по мере увеличения объемов добычи угля. Декаплинг, проявляющийся в рассогласовании, расхождении экономического роста региона, с одной стороны, и потребления ресурсов, экологического воздействия на среду, с другой стороны, необходимо рассматривать как один из важных показателей устойчивого развития Кузбасса на принципах «зеленой экономики». Полученные результаты и выводы имеют практическую значимость для совершенствования региональной экологической политики и снижения углеродной ёмкости экономики Кузбасса, так как выявляют декаплинг в сфере угледобычи Кузбасса в 2013-2019 гг. в отличие от предшествующих лет.

Список литературы

1. Стимулирование перехода к низкоуглеродной экономике: монография / И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова и др. М.: ИНФРА-М, 2020. 104 с.
2. Климатическая повестка России: реагируя на международные вызовы. Доклад подготовлен Фондом «ЦСР» совместно с Аналитическим центром ТЭК РЭА Минэнерго России и ООО «Ситуационный центр», январь 2021 г.

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru521091011093dc8b5ece74cdd8552680.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).

3. Саушева О.С. «Экологический след» как индикатор экономического роста на современном этапе развития // Отходы и ресурсы, 2017 № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://resources.today/PDF/13RRO417.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).

4. Мекуш Г.Е. Кемеровская область. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / Центр экологической политики России. 2011. 62 с.

5. Акулов А.О. Эффект декаплинга в индустриальном регионе (на примере Кемеровской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 4. С.177-185.

6. Russia's biocapacity and ecological footprint: Nowcasting and Forecasting from the National Footprint Accounts. (2016, 2017). [Electronic resource]. Available at: https://wwf.ru/upload/iblock/756/wwf_footprint_2017_eng_net.pdf (accessed 15.01.2022).

7. Об ограничении выбросов парниковых газов: Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ. Принят Государственной Думой 1 июня 2021 года, одобрен Советом Федерации 23 июня 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://ips.pravo.gov.ru:8080/default.aspx?pn=0001202107020031>. (дата обращения 15.01.2022).

8. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2019 года // Уголь. 2020. № 3. С. 54-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.

9. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 г. Государственный доклад. Москва, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. 2020. URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202105/da9530e87ca241467e176a41e0793ed4.pdf> (дата обращения: 15.01.2022).

10. Shut'ko L., Samorodova L., Ivanov A. Ecological footprint and decoupling in the sustainable development of a region / E3S Web of Conferences. 5th International Innovative Mining Symposium. 2020. Vol. 174. Article 04058.

Original Paper

UDC 622.33 © L.G. Shutko, L.L. Samorodova, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 61-66
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-61-66>

Title
CARBON FOOTPRINT AND DECOUPLING EFFECT IN KUZBASS COAL MINING

Authors

Shutko L.G.¹, Samorodova L.L.¹

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

Authors Information

Shutko L.G., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, e-mail: shlg.etf@kuzstu.ru

Samorodova L.L., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, e-mail: sll.etf@kuzstu.ru

Abstract

The article focuses on the role and issues of assessing the impact of coal mining on the natural environment in the resource producing region of the Kemerovo Oblast, i.e. Kuzbass (Kuzbass) in conditions of transition to the low-carbon economy. The authors believe that the measurement of sustainable

ECOLOGY

ecological development, carbon intensity of the resource producing region determines the need for a wider application of methodological tools to assess the technogenic impact of coal mining on the environment. The need has been justified to calculate indicators of the "carbon footprint" and decoupling to assess the impact of coal mining and coal consumption in the region on the natural ecosystem. Single-factor linear regression models have been built to determine the strength of the correlation relationship between the volumes of coal mining and pollutant emissions. Presence of the decoupling effect in the negative impact of pollutant emissions has been revealed in coal mining in Kuzbass in 2013-2019, which is seen as a positive trend compared to previous periods of the region's development.

Keywords

Kemerovo region (Kuzbass), Pollutants, Ecological footprint, Carbon footprint, Decoupling.

References

1. Belik I.S., Starodubets N.V., Mayorova T.V. & Yachmenova A.I. Stimulating the transition to a low carbon economy: a monograph. Moscow, INFRA-M Publ, 2020. 104 p. (In Russ.)
2. Russia's Climate Agenda: Responding to International Challenges. The report was prepared by the CSR Foundation together with the Analytical Center of the Fuel and Energy Complex REA of the Ministry of Energy of the Russian Federation and Situation Center LLC, January 2021. [Electronic resource]. Available at: <https://www.csr.ru/521091011093dc8b5ece74cdd8552680.pdf> (accessed 15.01.2022). (In Russ.)
3. Sausheva O.S. The Ecological Footprint as an Indicator of Contemporary Economic Growth. Internet-zhurnal «Othody i resursy», 2017.(4). [Electronic resource]. Available at: URL: <https://resources.today/PDF/13RRO417.pdf> (accessed 15.01.2022). (In Russ.)
4. Mekush G.E. Kemerovo region. Sustainable Development: Experience, Problems, Prospects. – Moscow: Institute for Sustainable Development of

the Public Chamber of the Russian Federation / Center for Environmental Policy of Russia, 2011, 62 p. (In Russ.).

5. Akulov A.O. Decoupling effect in an industrial region (on the example of the Kemerovo region). *Economic and social changes: facts, trends, forecast*, 2013, Vol. 4, pp.177-185. (In Russ.)
6. Russia's biocapacity and ecological footprint: Nowcasting and Forecasting from the National Footprint Accounts, URL: https://www.ru/upload/iblock/61e/footprint2017_pages_web.pdf EU (2016, 2017) (accessed 15.01.2022).
7. On limiting greenhouse gas emissions: Federal Law No. 296-FZ of 02.07.2021. Adopted by the State Duma on June 1, 2021, approved by the Federation Council on June 23, 2021. Available at: <http://ips.pravo.gov.ru:8080/default.aspx?pn=0001202107020031> (accessed 15.01.2022). (In Russ.)
8. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – December, 2019. *Ugol'*, 2020, (3), pp. 54-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
9. On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2019. State report. Moscow, Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. 2020. Available at: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202105/da9530e87ca241467e176a41e0793ed4.pdf> (accessed 15.01.2022). (In Russ.)
10. Shut'ko L., Samorodova L. & Ivanov A. Ecological footprint and decoupling in the sustainable development of a region / E3S Web of Conferences. 5th International Innovative Mining Symposium, 2020, Vol.174, Article 04058.

For citation

Shutko L.G. & Samorodova L.L. Carbon footprint and decoupling effect in Kuzbass coal mining. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 61-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-61-66.

Paper info

Received October 18, 2021
 Reviewed December 25, 2021
 Accepted January 18, 2022



Белое облако котельной ТВК

В рамках регионального экостандарта «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» АО ХК «СДС-Уголь» проводит мероприятия по снижению выбросов производственно-отопительной котельной ООО «ТВК». В апреле 2021 г. был завершен первый этап работ. И уже с началом нового отопительного периода оборудование запущено в работу.



К решению вопроса модернизации системы очистки дымовых газов подключились технические специалисты предприятия и представители проектного института «СИГД». Разработанный проект позволил без изменения технологической цепочки разместить золоуловитель мокрого типа «Скруббер с коагулятором Вентури» внутри существующего здания котельной.

Реализация первого этапа проекта технического перевооружения, в части строительства дополнительной ступени очистки дымовых газов, позволила использовать газоочистные установки меньшего размера.

Вместо строительства огромных сооружений прудов-отстойников оборотной воды использовались компактные блоки-отстойники, которые применяются для очистки (осветления) уличных ливневых вод. Сейчас закончились режимно-наладочные работы оборудования первого этапа.

В настоящее время ведутся работы по реализации второго этапа проекта по монтажу оборудования на котлоагрегатах № 1, № 2, № 3. Это позволит довести уровень улавливания вредных веществ до 99 %.

«Результат внедрения новой технологии не заставил себя долго ждать. После проведения режимно-наладочных работ разница видна невооруженным глазом. Можно смело говорить, что мы производим белые облака», – отметил директор ООО «ТВК» Александр Баранов.

Горные и транспортные машины в карьерах на месторождениях угля в Республике Союз Мьянма (Бирма) по данным дистанционного мониторинга Земли из космоса*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-67-70>

По результатам спутниковой съемки на территории Республики Союз Мьянма выявлены территории с добычей угля открытым способом. В статье представлены результаты исследования производства открытых горных работ на месторождениях угля, добываемого для потребления внутри страны. В ходе дистанционного мониторинга выявлены модели и количество горных и транспортных машин в угольных карьерах. По результатам аналитических расчетов определен совокупный годовой объем вскрышных работ и добычи угля.

Ключевые слова: Республика Союз Мьянма, месторождения угля, открытые горные работы, угольный карьер, горные и транспортные машины, производственный потенциал, тепловая электростанция, дистанционное зондирование Земли.

Для цитирования: Горные и транспортные машины в карьерах на месторождениях угля в Республике Союз Мьянма (Бирма) по данным дистанционного мониторинга Земли из космоса / И.В. Зеньков, А.С. Морин, Т.А. Герасимова и др. // Уголь. 2022. № 2. С. 67-70. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-67-70.

ВВЕДЕНИЕ

В Юго-Восточной Азии находится Республика Союз Мьянма с населением более 50 млн чел. и с аграрной направленностью экономики. Длительное время территория республики являлась колонией Великобритании, что весьма отрицательно сказалось на уровне жизни населения буквально по всем показателям. На территории республики в 1950-е годы сформировалась и развивалась до начала XXI в. система производства и торговли опиумом. По данным спутниковой съемки установлено, что в последние два десятилетия в экономику республики осуществляются инвестиции в развитие минерально-сырьевой базы и в горнодобывающую промышленность. По данным спутниковой съемки, в стране в последние годы наблюдаются высокие темпы открытой разработки месторождений твер-

ЗЕНЬКОВ И.В.

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

МОРИН А.С.

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

ГЕРАСИМОВА Т.А.

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

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

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

СУСЛОВ Д.Н.

Доцент Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ЛОГИНОВА Е.В.

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

ВОКИН В.Н.

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

КИРЮШИНА Е.В.

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

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

дых полезных ископаемых. Изучение основ мировой экономической географии предполагает исследование территорий с открытыми горными работами, которое на очередном этапе нашей работы было выполнено в границах Республики Союз Мьянма с использованием результатов дистанционного зондирования. Аналогичные исследования проводят ученые-практики, работающие в широком спектре наук о Земле и использующие аналогичный информационный ресурс [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СОЮЗ МЬЯНМА

По данным дистанционного мониторинга добыча угля открытым способом на территории республики производится в двух соседствующих регионах – в административной области Сагайн и на территории штата Шан [11]. На восточных склонах горного хребта Ракхайн в области Сагайн работают 12 малых карьеров на угленасыщенных участках месторождений каменного угля и шесть карьеров с производственной мощностью по горной массе в широком диапазоне в центральной части Шанского нагорья. Отметим, что в число последних входит карьер с производственной мощностью по горной массе, занимающий лидирующую позицию в линейке отраслевых предприятий по меркам угледобывающей промышленности республики [11]. В западном секторе страны в складках гор хребта Ракхайн по выходам угольных пластов под наносы производят их вскрытие и дальнейшую разработку гидравлическими экскаваторами. Системы разработки угленасыщенных участков месторождений углубочные с разноской одного или двух бортов по длинной оси карьеров. Вскрышные породы размещают во внешних отвалах. Ориентация всех карьеров в плане по длинной оси повторяет меридиональное направление складок хребта [11]. Типичный карьер в этой местности представлен на рис. 1.



Рис. 1. Фрагмент открытых горных работ на месторождении угля в районе горного массива Ракхайн (на снимке из космоса): 1 – карьер; 2 – внешние породные отвалы

Направление развития горных работ обозначено стрелками желтого цвета. Средним и нижним кольцом обведены экскаваторы, установленные на вскрышных уступах. В верхнем кольце находится экскаватор на выемке угля из развала. Направление вскрышных грузопотоков показано стрелками зеленого цвета, а направление транспортировки угля – стрелками синего цвета. Уголь вывозится на прибрежные склады, обустроенные на р. Мийта (правый приток р. Чиндуин).

По данным спутниковой съемки, во всех карьерах работают восемь буровых станков на бурении взрывных скважин. На выемке вскрышных пород и угля используют гидравлические экскаваторы с вместимостью ковша 2,5 куб. м типа обратная лопата (12 ед.) и типа прямая лопата (6 ед.). В комплексе с экскаваторами работают автосамосвалы общего назначения (58 ед.) с колесной формулой 6×4 грузоподъемностью 25 т. На территории горного хребта Ракхайн добытый уголь транспортируют в автосамосвалах в южном или северном направлениях до берега р. Мийта. Из расположенных вдоль береговой линии складов уголь фронтальными погрузчиками на автомобильном шасси отгружают в речные баржи [11]. Весь объем добытого угля используют внутри страны в основном при производстве цемента. По данным дистанционного мониторинга и по результатам аналитических расчетов, в этих карьерах ежегодно добывается 1,2 млн т угля и выполняется объем вскрышных работ на уровне 6 млн т.

На территории Шанского нагорья с 2001 г. в 100 км на северо-восток от столицы республики г. Нейльидо работает крупный по местным меркам карьер по добыче угля [11]. Уголь по российской классификации Б2, добываемый в карьере, используют на тепловой электростанции с установленной мощностью двух энергоблоков 300 МВт, а также на цементном заводе. Оба объекта находятся в северо-западном направлении от карьера на расстоянии 1,3 и 6,3 км соответственно. В настоящее время открытые горные работы на месторождении производят в карьере 1, глубина которого изменяется от 60 м на северном фланге до 80 м на южном (рис. 2).

Протяженность фронта горных работ в карьере составляет 2,4 км. В разработке находятся восемь вскрышных уступов высотой от 6 до 10 м и один добычной. Угольный пласт мощностью до 8 м имеет пологие углы залегания. В условиях муссонного климата размещение вскрышных пород на месте отработанного угольного пласта на обводненном основании является проблематичным, поэтому весь объем вскрышных пород вывозят на внешний отвал 2.

Направление развития горных работ обозначено стрелками желтого цвета (см. рис. 2). В перспективных контурах карьера находятся земли сельскохозяйственного назначения – возделываемые поля севооборота [11]. На южном фланге карьера на трех верхних вскрышных уступах работают три экскаватора типа механическая лопата с вместимостью ковша 8 куб. м в

комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 50 т (12 ед.). Остальные вскрышные уступы обрабатывают гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 2,5 куб. м типа прямая лопата (4 ед.) и обратная лопата (6 ед.). Такими же машинами производят выемку угля. В комплексе с этими экскаваторами работают автосамосвалы общего назначения (82 ед.) грузоподъемностью 25 т с колесной формулой 6×4. На южном фланге карьера во вскрышной толще находится слой крепких песчаников, экскавация которых производится после буровзрывного рыхления. Весь объем вскрышных пород доставляют на внешний отвал в автосамосвалах [11]. При этом среднее расстояние – не более 2,5 км.

В границах карьера отчетливо выделяются два сектора 3, в которых производят выемку угольного пласта (см. рис. 2). Уголь из забоев вывозят в автосамосвалах до приемного бункера 4 дробильной установки, имеющей выпуск на стационарный конвейер. Расстояние транспортировки угля от забоев – в среднем 1,2 км. Далее по конвейеру, который «ломается» в пяти точках, уголь доставляется на расходный склад тепловой электростанции 5. Протяженность конвейера равна 1700 м [11].

По данным спутниковой съемки выявлены результаты работ по лесной рекультивации на внешнем отвале. Эти работы угледобывающее предприятие проводило в период с 2010 по 2016 г. [11].

По нашим расчетам, годовая производственная мощность карьера по добыче угля составляет 1,7 млн т в год. При этом выполняются вскрышные работы в объеме не менее 15 млн т в год. На территории республики этот угольный карьер занимает лидирующее место по объему ежегодно перерабатываемой горной массы. Также в центральной части Шанского нагорья работают еще пять угольных карьеров с суммарной мощностью по добыче угля на уровне 1,1 млн т в год. На экскавации вскрышных пород и угля работают двенадцать гидравлических экскаваторов типа обратная лопата с вместимостью ковша 2,5 куб. м. На вывозке вскрышных пород и угля из карьеров задействовано 56 автосамосвалов общего назначения грузоподъемностью 25 т. Имеющийся в карьерах комплект горных и транспортных машин, по нашим расчетам, может обеспечить годовой объем вскрышных работ не менее 8 млн т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки на территории Республики Союз Мьянма определены географические участки, в границах которых работают карьеры с производственной мощностью по добыче угля в диапазоне от 0,2 до 1,7 млн т в год. Горнотранспортное оборудование в карьерах используют из нижнего диапазона линейки гидравлических экскаваторов и автосамосвалов. Добытый уголь используют на удовлетворение спроса со стороны крупных предприятий национальной экономики – на двух



Рис. 2. Фрагмент космоснимка с расположением угольного карьера по добыче угля, внешнего породного отвала и тепловой электростанции: 1 – карьер; 2 – внешний породный отвал; 3 – сектора карьера, в которых производят добычу угля; 4 – дробильная установка для угля с выпуском на конвейер; 5 – тепловая электростанция

тепловых электростанциях и в производстве цемента на цементных заводах, работающих в основном по «сухому методу» выпуска продукции. По нашей оценке, стоимость добытого угля характеризуется большими удельными затратами ввиду отсутствия общеизвестного экономического эффекта – снижения цены товарной массы в зависимости от роста масштаба ее производства.

Список литературы

1. Хатиб А., Малинников В.А. Метод оценки трансформаций растительного покрова сирийского средиземноморского региона на основе данных спутникового зондирования с помощью эвристических правил // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 115-127.
2. Кашницкая М.А. Исследование динамики площадей водной поверхности озер степной зоны Восточного Забайкалья на основе данных дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 242-253.
3. Курбатова И.Е., Верещака Т.В., Иванова А.А. Космический мониторинг трансформации болотных ландшафтов в условиях антропогенных воздействий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 216-227.
4. Pashkevich M.A., Danilov A.S., Matveeva V.A. Remote sensing of chemical anomalies in the atmosphere in influence zone of Korkino open pit coal mine // Eurasian mining. 2021. № 1. P. 79-83.
5. The colors of heath flowering – quantifying spatial patterns of phenology in Calluna life-cycle phases using

high-resolution drone imagery / Carsten Neumann, Robert Behling, Anne Schindhelm et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 35-51.

6. Fusion of Multi-Temporal PAZ and Sentinel-1 Data for Crop Classification / Busquier M., Valcarce-Dineiro R., Lopez-Sanchez J.M. et al. // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3915.

7. Remote Sensing of Wetlands in the Prairie Pothole Region of North America / J. Montgomery, C. Mahoney, B. Brisco et al. // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3878.

8. Parlow E. Regarding Some Pitfalls in Urban Heat Island Studies Using Remote Sensing Technology // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3598.

9. Drone-based thermal remote sensing provides an effective new tool for monitoring the abundance of roosting fruit bats / Eliane D. McCarthy, John M. Martin, Matthias M. Boer et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 3. P. 461-474.

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

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2022).

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, A.S. Morin, T.A. Gerasimova, Trinh Le Hung, D.N. Suslov, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 67-70
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-67-70>

Title

MINING AND TRANSPORT VEHICLES IN SURFACE COAL MINES IN THE REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR (BURMA) BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Morin A.S.¹, Gerasimova T.A.¹, Trinh Le Hung⁴, Suslov D.N.², Loginova E.V.², Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

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

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

Authors Information

Senko I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Engineer, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Morin A.S., Doctor of Engineering Sciences

Gerasimova T.A., PhD (Engineering), Associate Professor

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Suslov D.N., Associate Professor

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

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

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

Abstract

The results of satellite observations helped to identify areas with surface coal mining in the territory of the Republic of the Union of Myanmar. The article presents the results of a study of coal surface mining for domestic consumption. The remote monitoring revealed the models and the number of mining and transport machines in the coal pits. Based on the results of analytical calculations, the total annual volumes of stripping works and coal production have been determined.

Keywords

Republic of the Union of Myanmar, Coal deposits, Surface mining, Coal mine, Mining and transport vehicles, Production capacity, Thermal power plant, Earth remote sensing.

References

1. Khatib A. & Malinnikov V.A. A method to assess vegetation transformations in the Syrian Mediterranean region based on satellite sensing data using heuristic rules. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 115-127. (In Russ.).
2. Kashnitskaya M.A. Studies of the dynamics in the water surface areas of lakes in the steppe zone of the Eastern Transbaikalia based on remote sensing data. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 242-253. (In Russ.).
3. Kurbatova I.E., Vereshchaka T.V. & Ivanova A.A. Space monitoring of bog landscapes transformation under anthropogenic impact. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 216-227. (In Russ.).

4. Pashkevich M.A., Danilov A.S. & Matveeva V.A. Remote sensing of chemical anomalies in the atmosphere in influence zone of Korine open pit coal mine. *Eurasian mining*. 2021, (1), pp. 79-83.

5. Carsten Neumann, Robert Behling, Anne Schendel et al. The colors of heath flowering – quantifying spatial patterns of phenology in *Calluna* life-cycle phases using high-resolution drone imagery. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 35-51.

6. Brusquer M., Valcarce-Dineiro R., Lopez-Sanchez J.M. et al. Fusion of Multi-Temporal PAZ and Sentinel-1 Data for Crop Classification. *Remote Sens*, 2021, (13), 3915.

7. Montgomery J., Mahoney C., Brisco B. et al. Remote Sensing of Wetlands in the Prairie Pothole Region of North America. *Remote Sens*, 2021, (13), 3878.

8. Parlow E. Regarding Some Pitfalls in Urban Heat Island Studies Using Remote Sensing Technology. *Remote Sens*, 2021, (13), 3598.

9. Eliane D. McCarthy, John M. Martin, Matthias M. Boer et al. Drone-based thermal remote sensing provides an effective new tool for monitoring the abundance of roosting fruit bats. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (3), pp. 461-474.

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

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2022).

Acknowledgements

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

For citation

Zenkov I.V., Morin A.S., Gerasimova T.A., Trinh Le Hung, Suslov D.N., Loginova E.V., Vokin V.N. & Kiryushina E.V. Mining and transport vehicles in surface coal mines in the Republic of the Union of Myanmar (Burma) based on satellite remote sensing data. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 67-70. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-67-70.

Paper info

Received November 15, 2021

Reviewed December 10, 2021

Accepted January 18, 2022

ABROAD

Аллея шахтерской славы в Назарово примет участие в общероссийском конкурсе нацпроекта «Жилье и городская среда»

Аллея шахтерской славы в городе Назарово Красноярского края может войти в реестр лучших практик, который сформируют по итогам общероссийского конкурса в рамках нацпроекта «Жилье и городская среда». Конкурс проводится Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ ежегодно. Экспертному совету регион представил 14 практик в разных номинациях.



Аллея шахтерской славы была заложена в Назарово в 2011 г. во время празднования 60-летия Назаровского разреза по инициативе и при финансировании СУЭК Андрея Мельниченко, в составе которой работает угледобывающее предприятие. Спустя 10 лет общественное пространство было реконструировано – торжественное открытие обновленной аллеи состоялось в августе 2021 г. во время празднования 70-летия разреза.

При активном участии компании реновация изменила не только внешний облик любимого места отдыха горожан: помимо озеленения, укладки брусчатки, планировки пешеходных дорожек, установки световых конструкций, беседок и дополнительного освещения на аллее разместились современные и стильные информационные стенды, на которых отражены 20-летняя история партнерства города Назарово и СУЭК и основные вехи развития Назаровского разреза под крылом крупнейшей угольной энергетической компании России, а также портреты и биографии шахтеров, которые прославляют своим каждодневным трудом малую родину.

«Таким образом, аллея наполнилась еще и глубоким историческим содержанием, стала данью уважения к ветеранам-угольщикам и тем, кто пишет летопись градообразующего предприятия и всего города сегодня», – говорят в СУЭК.

Аллея шахтерской славы, а также памятник «Скорбящая мать» заявлены на общероссийский конкурс в номинации «Благоустройство памятных мест, мест захоронений и иных мемориальных зон, включая военные». Его итоги будут объявлены в первом квартале 2022 г. Как подчеркнула **заместитель министра строительства Красноярского края Елена Цитович**, регион начиная с 2017 г. направляет на конкурс информацию о благоустроенных территориях по программе «Формирование комфортной городской среды».

«И каждый год несколько наших проектов становятся победителями и входят в реестр лучших практик, который создан для того, чтобы любой муниципалитет в любом уголке нашей страны мог посмотреть, выбрать что-то подходящее для себя и реализовать» – добавила она.

Кстати, у города Назарово уже есть опыт успешного участия в конкурсе – по итогам 2020 г. в реестр лучших отечественных практик по благоустройству вошел экопарк «Березовая роща», благоустроенный также при деятельной поддержке СУЭК.



«Разрез Распадский» добыл юбилейную 50-миллионную тонну угля с начала работы предприятия

В конце 2021 г. коллектив «Разреза Распадский» Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗ) отметил два производственных достижения: 3 млн т угля за год и юбилейную 50-миллионную тонну угля с начала работы предприятия. В 2021 г. разрезу исполнилось 17 лет.

С производственными достижениями горняков поздравил исполнительный директор по открытым горным работам РУК Денис Лукин. Директор «Разреза Распадский» Роман Межов вручил ему символический кусок угля. Передовиков производства отметили корпоративными наградами.

В 2021 г. коллективу разреза удалось выйти на плановые показатели добычи. Начался переход с продольной системы отработки пластов на блочную. Это один из этапов разработанной стратегии развития предприятия на ближайшие 5 лет.

Для обеспечения бесперебойной работы в 2022 г. обновят карьерную технику: поступят 6 автосамосвалов различной грузоподъемности и мощный электрический экскаватор P&H-2300 XPC с возможностью погрузки на две стороны. Горняки планируют добывать не менее 4 млн т угля за год.

На предприятии завершается строительство бокса для вспомогательной техники. В 2022 г. планируется проектирование с последующим строительством ремонтного бокса для большегрузных автомобилей и нового здания административно-бытового комбината.



Горняки шахты «Распадская» добыли более 2 млн т угля из одного очистного забоя с начала 2021 г.

28 декабря 2021 г. – горняки шахты «Распадская» выдали на-гора более 4 млн т угля с начала года. Из них свыше 2 млн т из одного очистного забоя добыла бригада Андрея Киреева участка № 32. В преддверии Нового года на предприятии в торжественной обстановке подвели итоги работы. Корпоративными наградами отметили производственные службы и работников, достигших высоких результатов.

Бригада Андрея Киреева – одна из лучших в Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗ). Горняки работают в лаве № 4-6-35, которую планируют завершить в январе 2022 г. Затем проведут перемонтаж очистного механизированного комплекса и запустят в эксплуатацию новую лаву на пласту 6-ба.

Весомый вклад в общую добычу шахты внес и очистной коллектив участка № 17. В июле горняки начали работу в новой лаве, а за год подняли на-гора более 1,7 млн т угля.

Слаженно работали подготовительные и вспомогательные участки

шахты. Проходчики подготовили 18 км горных выработок.

Сегодня на шахте «Распадская» активно внедряются цифровые технологии, реализуются инвестиционные проекты, направленные на развитие производства и обеспечение безопасных условий труда. Действует многофункциональная система промышленной безопасности. Все забои оснащены камерами видеонаблюдения, проходческие комбайны оборудуются системой отключения работы исполнительного органа при попадании работника в опасную зону. Реализуются цифровые проекты, помогающие контролировать показатели работы забоев в режиме онлайн.

Шахта «Распадская» добывает высококачественный коксующийся уголь марки ГЖ. В 2022 г. горняки планируют выдать на-гора более 5 млн т.



СУЭК приняла участие в обсуждении будущего российских моногородов

СУЭК Андрея Мельниченко выступила одним из организаторов круглого стола «Моногорода сегодня: территории с большим потенциалом развития», который прошел в Москве. Партнерами дискуссионной площадки также выступили НКО «Фонд развития моногородов» и международная информационная группа «Интерфакс».

Генеральный директор НКО «Фонд развития моногородов» Ирина Макиева отметила, что активная финансовая и организационная поддержка уже позволили таким городам перейти от выживания к развитию, и сегодня на первый план выходит качество жизни. *«Жители хотят не только хорошую работу, зарплату, они хотят жить в городе с красивыми улицами, архитектурой, отвечающей требованиям сегодняшнего времени, чтобы было куда пойти после работы»*, – отметила Ирина Макиева.

В 2021 г. были отобраны 12 моногородов, которые стали пилотными площадками по внедрению Целей устойчивого развития (ЦУР), разработанных Генеральной ассамблеей ООН. Планы по достижению ЦУР начнут реализовывать в 2022 г. В Красноярском крае таким городом стал Норильск. Однако, как заявил **заместитель генерального директора СУЭК, президент Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» Сергей Григорьев**, компания готова активно поддерживать внедрение ЦУР на территориях, где работают ее предприятия. При этом, подчеркнул он, важно сохранять и существующий, доказавший свою практическую пользу формат работы Фонда «СУЭК-РЕГИОНАМ». В числе важных достижений Фонда он отметил создание сообщества специалистов из раз-



ных регионов, которые обмениваются опытом, рост грамотности управленческих команд, что, в частности, позволило разработать качественные мастер-планы развития территорий и привлечь федеральное финансирование.

В Красноярском крае такая работа, в частности, успешно ведется в городах Бородино и Назарово: команды управленцев прошли модульное обучение в «Сколково». На территориях, по заказу Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ», разработаны и внедряются мастер-планы перспективного развития, привлечение федеральных грантов позволило в уходящем году провести масштабные работы по благоустройству знаковых общественных пространств. В Бородино это центральная улица Ленина, в Назарово – Сквер имени советской артистки театра и кино Марины Ладыниной. Еще одна территория, где работает предприятие СУЭК, – город Шарыпово, стала пилотной по реализации программы активизации местных сообществ через развитие социального предпринимательства.

Сергей Григорьев подчеркнул, что проведенный опрос показал: более 70% жителей регионов ответственности СУЭК не планируют переезжать после того, как в городах появились скверы, парки, бассейны, спортзалы, кинотеатры, что свидетельствует о высокой результативности социальных программ Компании. Он также обратил внимание на важность привлечения кадров, в том числе через социальные программы: *«Надо бороться за то, чтобы людей заинтересовывать, активно вовлекать молодежь, чтобы она приходила на предприятия»*, – сказал **Сергей Григорьев**.



Панорама города Бородино

В Бородино при поддержке СУЭК завершилась модернизация городской библиотечной системы

В шахтерской столице Красноярского края – в Бородино – распахнула двери после модернизации городская библиотека № 2. Масштабное преобразование стало возможным благодаря участию учреждения в программе «Культурная среда» национального приоритетного проекта «Культура». Войти в федеральную программу библиотеке помогла СУЭК Андрея Мельниченко: угольщики профинансировали ремонтные работы, необходимые для того, чтобы претендовать на победу в конкурсном отборе.

«У бородинцев складывается добрая традиция – открывать важные пространства в канун нового года, – отметила **заместитель генерального директора АО «СУЭК-Красноярск» по связям и коммуникациям Марина Смирнова.** – Три года назад практически в это же время мы открывали городскую библиотеку имени М.Ю. Лермонтова. Также накануне нового года торжествен-



но открылся музей-аллея города Бородино и Бородинского разреза под открытым небом. Сегодня государство в рамках национальных проектов дает возможность и выделяет серьезные средства на формирование комфортной инфраструктурной, интеллектуальной среды в регионах. Однако для того, чтобы национальный проект пришел на ту или иную территорию, необходимы инициатива и искренняя заинтересованность самих жителей. Поэтому я не устаю восхищаться бородинцами – активными, неравнодушными, любящими свою малую родину...»

Марина Смирнова подчеркнула, что совместная работа Министерства культуры Красноярского края, муниципалитета и СУЭК по модернизации

библиотеки является ярким примером государственно-частного партнерства в действии. «Именно благодаря такому системному взаимодействию с органами власти, населением СУЭК стала одной из первых крупных компаний в России, получивших в уходящем году официальный статус партнера нацпроектов», – добавила она. На открытие обновленной библиотеки угольщики сделали ее коллективу еще несколько подарков – пополнили фонды книгами, передали бытовую технику и сертификат на 350 тыс. руб. для благоустройства библиотечного дворика.

На «переформатирование» книгохранилища в современное культурное пространство из федерального бюджета было направлено около 5 млн руб. Здесь оборудованы залы семейного чтения, событийный зал, творческая мастерская, зоны отдыха, инфо-пространство, где могут заниматься и взрослые, и дети, в том числе небольшими коллективами, созданы комфортные условия для людей с ограниченными возможностями здоровья. В библиотеках нового типа предусматриваются высокоскоростной Интернет, доступ к информационным ресурсам, средствам периодической печати. Посетители могут подключаться к системе «Национальная электронная библиотека» с большой базой книг.

С завершением реконструкции городской библиотеки № 2 в Бородино удалось полностью модернизировать библиотечную систему. Такое системное внимание к состоянию культурной и интеллектуальной среды в городе позволяет Бородино уже несколько лет сохранять позиции в ТОП-3 рейтинга самых читающих территорий Красноярского края. «Уверен, что все эти преобразования помогут не только сохранить, но и укрепить позицию города как одного из самых читающих городов Красноярского края, – отметил **глава Бородино Александр Веретенников.** – И пусть всегда в стенах этой библиотеки читателям будет комфортно и интересно!»



СУЭК: 20 лет творим добро.

Система здравоохранения Красноярского края получила финансовую поддержку СУЭК

СУЭК Андрея Мельниченко в рамках программы поддержки регионов присутствия в период пандемии коронавируса выделила средства на оперативные нужды больниц шахтерских городов Красноярского края.

Городская больница Шарыпово на полученные деньги планирует приобрести необходимые для лечения коронавирусной инфекции медикаменты: антибиотики, противовирусные препараты, антикоагулянты, а также специализированную тележку для транспортировки больных и средства индивидуальной защиты для медиков. Как говорит **заместитель главного врача Шарыповской городской больницы Иосиф Заутошвили**: «На данный момент ситуация с заболеваемостью COVID-19 стабилизировалась. Но в связи с распространением нового штамма болезни мы ожидаем рост уже в начале 2022 г. Поэтому запас медицинских препаратов просто необходим в больших количествах. СУЭК помогла нам в приобретении необходимых лекарств».



Назаровская районная больница на средства угольщиков пополнила арсенал медицинского оснащения: приобрела аппарат холтеровского мониторирования. «В очередной раз СУЭК пришла на помощь назаровской медицине. Мы определили перечень самого необходимого, в чем сейчас нуждаются и персонал, и пациенты, – пояснил **главный врач Назаровской районной больницы Владимир Милицын**. – Данное оборудование необходимо нам для проведения углубленной диспансеризации граждан, перенесших коронавирусную инфекцию, все оно уже используется в ежедневной работе». Кроме того, больницей закуплены передвижные рециркуляторы, новая мебель для медицинских кабинетов и так называемый «мягкий инвентарь» – кровати, матрасы, постельные комплекты.

Бородинская городская больница, как и Назаровская РБ, сделала акцент на современном медоборудовании: сюда уже поступили аппарат холтеровского мониторирования, спирограф и мобильный электрокардиограф. Все аппараты – российского производства, высокотехнологичные, отлично зарекомендовавшие себя в работе. Больнице шахтерской столицы они помогут не только повысить качество исследований, но и увеличить их перечень, количество и оперативность. «Поддержка СУЭК очень важна для нас, – поблагодарила угольщиков **врач функциональной диагностики Бородинской ГБ Виктория Москвитина**. – И замечательно, что в компании понимают: сохранение здоровья граждан – это общее дело. Надеемся на продолжение сотрудничества».

Помощь также оказана больнице города Канска: в ближайшее время здесь появится современное лабораторное оборудование.

Комплексная поддержка системы здравоохранения регионов присутствия является одним из приоритетов социальной политики СУЭК на протяжении всей ее истории. Компания участвовала в строительстве больничного комплекса в Бородино, ремонте и оборудовании больниц и ФАПов в Рыбинском и Назаровском районах. В период пандемии СУЭК содействует функционированию инфекционных госпиталей – помогает с медоборудованием, лекарствами, СИЗ. К работе по противодействию распространению COVID-19 активно подключились волонтеры-угольщики: они собирают и передают письма поддержки и сладкие наборы врачам, развозят продукты и помогают в быту гражданам из группы риска.

На разрез «Первомайский» (АО ХК «СДС-Уголь») поступает новая техника

В «Шахтоуправление «Майское» (АО ХК «СДС-Уголь») поступила новая техника: экскаватор Hitachi EX-3600, автосамосвалы БелАЗ-75139 грузоподъемностью 130 т, БелАЗ-7555 грузоподъемностью 55 т и три единицы CAT-777E грузоподъемностью 90 т.

Новый экскаватор Hitachi EX-3600 был приобретен в рамках реализации первого этапа утвержденной комплексной программы перспективного развития по увеличению производственной мощности Шахтоуправления «Майское». Существенными преимуществами экскаватора являются отсутствие выбросов углекислого газа и сниженный уровень шума, так как он имеет электрический привод. Выбор автомобильной техники обусловлен оптимальным соотношением грузоподъемности машин и возможности погрузочной техники. До конца года

планируется запустить в работу еще четыре большегрузных автосамосвала.

В рамках рационального освоения месторождения поэтапно обновляется оборудование, улучшаются социально-бытовые условия работников, переносятся инфраструктурные объекты предприятия за пределы лицензионного участка недр. Тем самым создаются условия для производства высококачественной востребованной угольной продукции и обеспечиваются достойные условия труда горняков.

ООО «Шахтоуправление «Майское» расположено в Прокопьевском муниципальном округе и является одним из крупнейших угледобывающих предприятий Кузбасса с балансовыми запасами и прогнозными ресурсами более 800 млн т.



Социальный проект СУЭК – лучший в России ESG-Проект

Компания СУЭК Андрея Мельниченко стала лауреатом Пятой ежегодной премии «Развитие регионов. Лучшее для России», которая вручается за лучшие практики по развитию регионов. Церемония награждения прошла в Сочи. Победу в номинации «ESG-Проект года» компании принес уникальный проект «Современные врачи – здоровые территории».

Проект «Современные врачи – здоровые территории» направлен на обмен опытом и повышение квалификации руководителей учреждений здравоохранения и медиков-практиков на базе центральных медицинских учреждений Управления делами Президента РФ и повышение качества медицинских услуг для населения за счет внедрения современных организационных механизмов и лечебных методик в практику работы локальных медучреждений. В рамках этого проекта, в частности, проведена серия онлайн-семинаров для врачей из Красноярского, Забайкальского, Приморского, Хабаровского краев, Республик Бурятия и Хакасия, Кемеровской, Мурманской областей. Медики регионов ознакомились с новыми рекомендациями по лечению и профилактике коронавирусной инфекции у детей и взрослых, с новыми подходами к диагностике и лечению ИБС, ВЗК, получили консультации по конкретным медицинским случаям и рекомендации лучших в России специалистов по лечению, профилактике и реабилитации пациентов с COVID-19.



Завоевав престижную премию «Развитие регионов. Лучшее для России», СУЭК в очередной раз подтвердила уверенное лидерство в области устойчивого развития. Сегодня компания прошла ESG-оценку рейтингового агентства S&P,

занимает высшие строчки в авторитетных ESG российских и международных рейтингах, в том числе RAEX Europe, РА «Эксперт РА», в ESG-индексах РСПП. Высший уровень социальной ответственности СУЭК в этом году в очередной раз подтвердил проект «Лидеры корпоративной благотворительности» – компания вошла в рейтинге благотворительной деятельности и социальных инвестиций в категорию А (лучшая практика) и завоевала сразу три награды в конкурсе социальных программ. СУЭК стала одной из первых отечественных компаний, получивших официальный статус партнера национальных проектов.

Напомним, что лауреатами премии «Развитие регионов. Лучшее для России» неоднократно становились как общие корпоративные проекты СУЭК, так и проекты, реализуемые непосредственно в Красноярском крае. Так, в 2019 г. в категории «Социальные проекты и устойчивое развитие» победила светодинамическая подсветка ансамбля зданий и сооружений на Стрелке в Красноярске. Высокой оценки конкурсного жюри также было удостоено экологически чистое бездымное топливо СУЭК – оно стало «Продуктом года» в категории «Природные ресурсы и экология».

«Лыжный спорт – дорогостоящий».

СУЭК вновь пришла на помощь сельской спортшколе в Красноярском крае

Сибирская угольная энергетическая компания Андрея Мельниченко передала лыжи и специальные комбинезоны отделению лыжных гонок в селе Парная Шарыповского муниципального округа Красноярского края.

Сельскую спортшколу СУЭК поддерживает на постоянной основе: угольщики помогают школе регулярно обновлять инвентарь – ровно год назад Компания уже передавала ее воспитанникам лыжи для «классики» и конькового хода, экипировку для соревнований, а еще раньше выделила средства на оборудование тренажерной площадки для тренировок спортсменов в летнее время.

Сегодня отделение лыжных гонок в селе Парная посещают около 70 ребят в возрасте от 7 до 18 лет. Среди воспитанников есть кандидаты в мастера спорта и мастера спорта, члены сборной команды Красноярского края по лыжным гонкам, чемпионы Сибирского Федерального округа. **Руководитель спортшколы Сергей Симанович** признается, что небольшой секции приходится непросто,

лыжный спорт – очень дорогостоящий, и тренерский состав вынужден обращаться за спонсорской поддержкой. Надежным партнером школы на протяжении многих лет выступает СУЭК.

*«Администрация, коллектив, воспитанники спортивной школы искренне благодарят СУЭК за систематическую благотворительную помощь в приобретении спортивного инвентаря, – говорит **Сергей Симанович**. – Поддерживая спорт в селах, угольщики делают очень большое и важное дело. Желаем Компании и ее сотрудникам ярких моментов, здоровья и дальнейшего развития».*

В статусе «Партнер национальных проектов» СУЭК активно содействует реализации федеральной программы «Спорт – норма жизни» приоритетного проекта «Демография» в регионах присутствия. Причем особое внимание Компания уделяет детскому спорту. При содействии СУЭК в шахтерских городах развиваются такие виды спорта, как мини-футбол, регби, лыжные гонки, биатлон, шахматы и другие спортивные дисциплины.

«Траектория добрых дел»: школьники из Красноярского края стали лидерами объявленного СУЭК конкурса волонтерских проектов

Восемь призовых мест взяли школьники из Красноярского края в Межрегиональном конкурсе молодежных волонтерских проектов «Траектория добрых дел», который проводила СУЭК Андрея Мельниченко в 2021 г. в честь 20-летия Компании.



Конкурс «Траектория добрых дел» охватил восемь территорий, где работают предприятия СУЭК, – Красноярский, Алтайский, Приморский и Хабаровский края, Кемеровскую и Новосибирскую области, Республики Бурятия и Хакасия. Его организаторами выступили Фонд «СУЭК – РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития». Среди основных задач конкурса – привлечение молодежи к решению актуальных социальных вопросов в своих городах и поселках, развитие у юных граждан навыков волонтерской и благотворительной работы, воспитание экологической ответственности.

Красноярские школьники из городов Бородино, Назарово и Шарыпово направили на конкурс около 25 проектов. Темы, которые разрабатывали ребята, самые разнообразные, – помощь людям старшего поколения и семьям, находящимся в трудной жизненной ситуации, организация полезного и познавательного досуга для детей с ограниченными возможностями здоровья, создание площадок для творческой самореализации молодежи, популяризация раздельного сбора мусора, уборка популярных у горожан мест отдыха, благоустройство, забота о бездомных животных. В число лучших вошли 8 проектов – среди всех регионов присутствия СУЭК красноярцы завоевали самое большое количество призовых мест.

В частности, у красноярских старшеклассников два первых места – особо отмечены проект по сбору пластика «Чистый город», инициированный учащимися шарыповской школы № 3, и проект шефства молодежи над памятными местами Бородино, предложенный активистами городского молодежного центра. Кстати, уборку знаковых для шахтерской столицы мест школьники из Бородино проводят 20 числа каждого месяца уже год – в составе команды «двадцатки добровольцев», сформированной к юбилею СУЭК, ребята вместе с угольщиками, ветеранами отрасли следят за чистотой на Аллее памяти, у Стелы защитникам Отечества. Вторые места – их у красноярцев три – присуждены проектам «Чистое озеро – чистая душа» и «Экологический патруль» школ № 8 и № 3 города Шарыпово и проекту «Мы вместе» молодежного центра «Бригантина» из города Назарово, направленному на сплочение в общественно полезной деятельности людей разных поколений. Третьи места – их тоже три – у проектов по пропаганде здорового образа жизни, обучению правилам дорожного движения детей с ОВЗ и помощи приюту для беспризорных животных, авторами всех инициатив являются шарыповские подростки.

Вовлечению молодежи в развитие малой родины, воспитанию у подрастающего поколения социального активизма СУЭК уделяет повышенное внимание на протяжении всей своей истории. Деятельность СУЭК по развитию добровольчества отмечена многими федеральными наградами, в том числе Благодарностью Президента РФ Владимира Путина.

Город Минусинск Красноярского края оценит бездымное топливо СУЭК



СУЭК Андрея Мельниченко поставит в Минусинск Красноярского края 40 т бездымного топлива «Сибирский брикет». Поставка будет осуществлена в рамках комплекса принятых правительством региона мероприятий по оздоровлению экологической ситуации в городе.

Сегодня в Минусинске насчитывается около 12 тысяч частных домохозяйств и свыше 100 промышленных объектов, имеющих 612 источников загрязнения атмосферного воздуха. Рассеивание выбросов от низких труб частного сектора и малых предприятий затруднено географическим положением населенного пункта – город расположен в Минусинской котловине. Как следствие – уже с начала текущего года 11 уток прошли в Минусинске в режиме НМУ.

По словам **заместителя генерального директора АО «СУЭК-Красноярск» Марины Смирновой**, запрос на экологичное топливо неоднократно поступал от самих жителей Минусинска. «Первая партия будет пробной, – говорит представитель компании-производителя брикета. – Она позволит нам понять, насколько данный вид топлива будет востребован в городе, а жителям – объективно оценить экологические и потребительские качества продукта». СУЭК со своей стороны также готова организовать разъяснительную работу с населением по эффективному сжиганию бездымного брикета, ответить на вопросы по его приобретению и использованию.

Экологически чистое, бездымное топливо «Сибирский брикет» – совместная разработка СУЭК и ученых. Топливо



применимо для большинства видов твердотопливных котлов-автоматов и полуавтоматов, бытовых котлов, печей и каминов. Брикетты обладают повышенной теплоотдачей – 6 000 Ккал/кг, экономичностью – расход брикеттов в 1,5-2 раза ниже, чем традиционного топлива, и высокой экологичностью, что подтверждают результаты исследований Минэкологии Красноярского края с привлечением специалистов краевой эколаборатории. Соответствующие исследования проводились в 2019 г. в Красноярске, в них были вовлечены около 9 тысяч домохозяйств. Эффектом от одновременного использования ими бездымного брикета стало снижение концентрации загрязняющих веществ в ореоле проведения экологического эксперимента вплоть

до показателей, находящихся за пределами обнаружения.

В 2020 г. подобный социально-экологический проект был реализован в Улан-Удэ, замеры в ходе опытного сжигания делали специалисты Байкальского института природопользования СО РАН, их результаты в значительной степени подтвердили выводы красноярских коллег.

Добавим, что использование бездымного брикета является мероприятием, которое может помочь начать решать экологические проблемы Минусинска «здесь и сейчас». Правительство края и администрация города подготовили и план долгосрочных мероприятий, среди которых перевод частного сектора на централизованное отопление и электроотопление, внесение коррективов в градостроительную политику города и ряд других.

2021 год стал рекордным для угольной генерации, и в ближайшие три года потребление угля не уменьшится

Испания вновь открыла одну из своих выведенных из эксплуатации угольных электростанций, «поскольку продолжающийся энергетический кризис сеет хаос по всей Европе», сообщает британская газета Express. Расположенная на юге Испании угольная электростанция Los Barrios вновь введена в строй после ее закрытия три года назад. К ней уже подходят суда с грузом угля. Это не первая испанская электростанция на ископаемом топливе, возобновившая работу.

То же самое происходит в Великобритании. Великобритания считается одной из наиболее «зеленых» стран из-за отказа от угля. Соединенное Королевство планомерно занималось уничтожением угледобычи, но сейчас власти пришли к оставшимся угледобытчикам на поклон.

То же самое в Германии, где «буроугольные электростанции отпраздновали возвращение», сообщает Fraunhofer Institute. Доля возобновляемых источников энергии упала с 50% в 2020 г. до 45,7% из-за погодных условий. Поскольку Германия экспортирует электроэнергию в Польшу, Швейцарию, Нидерланды, Швецию, Австрию, Данию, Бельгию, Норвегию и Люксембург, цена на электричество поднялась и в этих странах.

Уходящий 2021 г. оказался рекордным для угольной генерации, и в ближайшие три года потребление угля не уменьшится, прогнозирует Международное энергетическое агентство (IEA). «То, как сейчас развивается ситуация, позволяет предположить, что потребление угля в мире вырастет в 2022 г. до невиданного доселе уровня и останется на нем до конца 2024 г.», – говорится в ежегодном угольном отчете IEA.

Поздравляем с юбилеем КАЛЕДИНУ Нину Олеговну!



1 февраля 2022 г. отметила свой юбилей Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор кафедры «Безопасность и экология горного производства» Горного института НИТУ «МИСиС» – Нина Олеговна Каледина.

Трудовая деятельность Н.О. Калединой прошла в таких научных институтах, как «Гипрошахт» и ВостНИИ. Педагогическую деятельность она начала в Сибирском металлургическом институте. Однако ее имя для всех связано с Московским горным институтом. Здесь Нина Олеговна под руководством Л.А. Пучкова защитила кандидатскую и докторскую диссертации

С 1997 по 2014 г. она возглавляла кафедру «Аэрология и охрана труда» МГГУ (МГИ НИТУ «МИСиС»). С 2004 г. под ее руководством на кафедре начался выпуск горных инженеров по специальности «Безопасность технологических процессов и производств».

Н.О. Каледина является автором более 200 научных работ, в том числе более 40 учебников и учебно-методических пособий. Она признанный в России и за рубежом специалист в области аэрологии горных предприятий, охраны труда и метанобезопасности угольных шахт. Нина Олеговна является членом ряда специальных групп экспертов по подготовке горных инженеров.

Под руководством Н.О. Калединой защищены две докторских и пять кандидатских диссертаций. С 1997 по 2022 г. она являлась Председателем диссертационного совета при МГГУ и НИТУ «МИСиС». В настоящее время Нина Олеговна – член диссертационного совета НИТУ «МИСиС».

Деятельность профессора Нины Олеговны Калединой отмечена многими отраслевыми наградами – почетным знаком «Шахтерская слава» трех степеней; премией Российской академии наук (РАН) им. академика Н.В. Мельникова; званием «Заслуженный деятель высшего образования»; медалью МЧС России «За содружество во имя спасения» и другими.

Коллеги по совместной работе, друзья и соратники, редколлегия и редакция журнала «Уголь» желают Нине Олеговне Калединой и ее родным доброго здоровья, семейного благополучия, пусть все плохое обходит стороной, жизненные невзгоды преодолеваются с легкостью, а каждый день будет наполнен радостью и счастьем!

«Южный Кузбасс» готовит квалифицированные кадры в собственном учебном центре

В учебном центре «Южного Кузбасса» (входит в Группу «Мечел») в 2021 г. прошли обучение более девяти тысяч работников подразделений угольной компании и сторонних организаций.

«Учебный центр – отличная площадка для подготовки грамотных кадров. У работников компании есть возможность бесплатно повысить квалификацию, переобучиться на другую профессию. У сторонних – получить новую профессию и компенсировать стоимость обучения при условии трудоустройства на предприятиях компании», – говорит **директор управления по работе с персоналом ПАО «Южный Кузбасс» Татьяна Бай.**

Центр готовит специалистов по 203 профессиям. Самые востребованные по итогам года – электрослесарь по обслуживанию и ремонту оборудования, горномонтажник подземный, горнорабочий подземный, машинист экскаватора, бригадир на участках основного производства. Среди женщин популярны такие профессии,



Южный Кузбасс

как машинист установок обогащения и брикетирования, машинист насосных установок.

Около 1000 человек дистанционно прошли обязательное обучение по охране труда. Специалисты учебного

центра организуют аттестации по промышленной безопасности на Едином портале тестирования.

За год центр актуализировал более 50 учебных планов и программ. Изменения связаны с введением новых правил и профстандартов, обновлением нормативных баз, поступлением на предприятия «Южного Кузбасса» нового оборудования. Специалисты учебного центра разработали и запустили обучающую программу «Механик» для специалистов ремонтных служб.

Для отработки практических навыков аудитории учебного центра оснащены тренажерами и макетами, есть специализированная библиотека. В 2021 г. появился тренировочный полигон для практических занятий по работам на высоте с применением оборудования, приборов, механизмов.

Регионы

Президент России В. Путин утвердил перечень поручений по обеспечению безопасности угольной отрасли по итогам совещания 2 декабря 2021 г. по угольной промышленности Кузбасса. Документ содержит 37 поручений, в том числе по:

- усилению ответственности работодателей за нарушение обязательств по коллективному договору, соглашению в части, касающейся охраны труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в т.ч. на подземных работах;
 - конкретизации составов административных правонарушений, совершаемых на объектах ведения горных работ;
 - корректировке действующего Федерального отраслевого соглашения по угольной отрасли;
 - обеспечению использования средств видеорегистрации (видеорегираторов) при осуществлении федерального госнадзора в области промышленной безопасности;
 - последовательному выводу из эксплуатации угольных шахт с высоким риском аварийности;
 - разработке и внедрению технологий (способов) добычи угля, применение которых позволит исключить риски возникновения групповых несчастных случаев на производстве;
 - улучшению условий труда в организациях угольной промышленности;
 - совершенствованию систем безопасности и контроля, а также повышению надежности коллективных и индивидуальных средств спасения;
 - защите от фальсификаций показаний систем автоматического контроля и передаче данных дистанционного мониторинга и индивидуальных датчиков о местонахождении шахтеров в Ростехнадзор и МЧС России в режиме реального времени;
 - совершенствованию порядка определения тарифов страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний для организаций угольной промышленности;
 - поддержанию в исправном состоянии и достаточном количестве профессиональных средств спасения, используемых горноспасателями, в целях обеспечения возможности для работников шахты собственными силами начать поисково-спасательную операцию до прибытия горноспасателей;
 - обеспечению проведения анализа результатов исполнения поручений Правительства РФ, ранее данных в связи с авариями на шахтах «Распадская» и «Северная».
- Президент России В. Путин поручил правительству принять меры по стабилизации цен на уголь и обеспечению его бесперебойных поставок для населения и системы ЖКХ
- «Принять меры, направленные на стабилизацию цен на уголь и обеспечение его бесперебойных поставок производителям тепловой энергии и населению, в т.ч. создать условия для заключения в приоритетном порядке прямых контрактов с организациями, имеющими лицензии на добычу/переработку угля», – говорится в списке поручений по итогам большой пресс-конференции 23 декабря 2021 г. Срок исполнения поручения установлен до 1 августа. Там же Путин отметил, что власти на местах должны были своевременно закупать соответствующие объемы топлива и обсуждать ценообразование с компаниями, «которые получают хорошие доходы на экспорте», в т.ч., что для решения этой проблемы существует механизм субсидирования. **Kremlin.ru**

Госрегулирование

Налоги. Госкомиссия по энергетике Госсовета России рекомендовала Минэнерго предусмотреть дополнительные льготы по налогу на прибыль для компаний, которые добывают метан из угольных пластов. Для стимулирования инвестиций в дегазацию угольных пластов кроме данной меры рекомендуется уменьшить НДС на объем соответствующих расходов. Предлагается также обязать угольные компании проводить заблаговременную дегазацию пластов до начала работ с достижением безопасного уровня содержания метана ниже 8-9 м³ на тонну угля. Минэнерго и Минприроды поручено подумать о включении данного требования в условия для выдачи лицензии на месторождения, а также изменить допустимые нормы содержания метана в шахтах, при превышении которых дегазация обязательна. Правительству же рекомендуется проработать вопрос об уголовной ответственности за грубые нарушения промышленной безопасности, которые могут привести к авариям на угледобывающих предприятиях. **Ъ**

Угольный рынок

Лицензии. Вице-премьер А.Новак, курирующий энергетику, рассказал про планы отказаться от выдачи новых лицензий на пользование недрами для добычи угля на особо опасных шахтах с высоким содержанием метана для повышения безопасности труда шахтеров. «Необходимо проводить политику, направленную на то, чтобы особо опасные шахты (глубоких шахт, с высоким содержанием метана) становились меньше. Механизм реализации такой политики – запрет на выдачу новых лицензий на пользование недрами для шахтной добычи угля», – сказал он. По словам вице-преьера, в последние годы количество особо опасных шахт в России сократилось с 52 до 23. При этом увеличивается доля более безопасных угольных разрезов с добычей открытым способом. С точки зрения безопасности, шахты являются опасными производственными объектами, риски аварий и прочих чрезвычайных происшествий на них выше, чем на других промышленных объектах, пояснил он. **РБК**

Новости компаний

Каракан Инвест. В группе компаний «Каракан Инвест», ведущей добычу угля в Кузбассе, сменился собственник: Георгий Краснянский, владевший группой с 2010 г., продал её московскому ООО «Экокарбоинвест». Сделки были заключены 15 декабря, а оформление и изменения в едином госреестре юрлиц проведены 24 декабря. В частности, в ООО «Каракан Инвест» с этой даты 1% долей принадлежит гендиректору ООО «Экокарбоинвест» Д.Яковлеву, 99% – собственно этой компании. В ней по 30% принадлежат Д. Архипову, Е. Преснякову и Д. Яковлеву, 10% – В. Попову. В составе группы «Каракан Инвест» помимо одноименного ООО, выполняющей функции управляющей компании, ЗАО «Шахта «Беловская» (лицензии на недра и собственно добыча угля), ООО «Белкоммерц» (логистика), ООО «Промышленник» (инжиниринг) и ООО «Каракан Энерго Трейд» (торговый дом). Максимальная добыча группы (ведется в двух разрезах) была в 2019 г., 5 млн т, в 2020 г. – 4,5 млн т, планы 2022 г. – рост до 4,6 млн т. **Авант-Партнер**

Компания «Коулстар» Эдуарда Худайнатов 27 декабря 2021 г. зарегистрировала в Хакасии новое юрлицо с уставным капиталом 3 млрд руб. – ООО «Угольная компания Разрез Бейский». По данным «СПАРК-Интерфакс», совладельцами новой компании являются ООО «Коулстар» (1%) и принадлежащее ему ООО «УК Разрез Майрыхский» (99%). Отдельное юрлицо создано для разработки участка Бейский-Западный Бейского каменноугольного месторождения. Ранее он вместе с участком Майрыхский относился к УК «Разрез Майрыхский». По данным компании «Коулстар», объем производства действующего разреза Майрыхский составляет 4-5 млн т угля в год. Ожидается, что с вводом в эксплуатацию к 2024 г. уч. Бейский-Западный его удастся увеличить до 15 млн т. **Пульс Хакасии**

Компания «Антрацитинвестпроект» намерена инвестировать более 15 млрд руб. в добычу угля на месторождении Сыллахское (Амурская область) в составе ТОР «Южная Якутия» – сообщил и.о. директора УК ТОР «Южная Якутия» Д. Борисов.

«Для реализации проекта по созданию угольного кластера на территории Нерюнгринского и Олекминского районов Якутии с ООО «Антрацит-инвестпроект» прорабатывается вопрос по расширению границ ТОР «Южная Якутия». Объем инвестиций данного проекта составляет более 15 млрд руб., более 1000 чел. получат рабочие места», – сказал он.

Ранее «Антрацитинвестпроект» сообщала о планах войти в состав ТОР «Южная Якутия» и начать добычу угля на месторождении Сыллахское в Якутии. В планах было строительство нового разреза на 6,5 млн т/г. с добычей как энергетических, так и коксующихся углей. Объем балансовых запасов и прогнозных ресурсов угля особо ценных марок – более 700 млн т. **Якутия24**

Логистика

Экспорт и квоты. Хакасия и Бурятия в 2022 г. получат квоты на вывоз угля на экспорт в восточном направлении согласно резолюции Президента России от 26 декабря 2021 г. на письмо его помощника И. Левитина. Документом одобрено резервирование в 2022 г. квот на экспорт угля из Хакасии и Бурятии через Восточный полигон в объемах 9 млн т и 9,1 млн т соответственно, причем предполагается, что Хакасия будет вывозить и 400 тыс. т тувинского угля (сам регион не имеет железнодорожных выходов). Квоты могут пересмотреть, если темпы расширения БАМа и Транссиба окажутся ниже ожидаемых.

В 2021 г. за Кузбассом была закреплена квота в объеме 53 млн т, в 2022 г. по поручениям Президента РФ она увеличится до 58 млн т. Однако уже давно обсуждается переход на такую модель и регионов ДФО, которые в 2021 г. еще и вывезли на восток заметно меньше, чем годом ранее.

По данным РЖД, в 2021 г. перевозка угля по этому направлению выросла на 0,3 млн т, до 101,2 млн т. Бурятия вывезла 5,9 млн т, Хакасия – 5 млн т угля. **Ъ**

Морской порт «Аврора» планируется построить в районе бухты Безымянная (Приморье) к 2030 г, реализация проекта позволит создать около 450 новых рабочих мест, сообщила пресс-служба правительства края. Планируемая общая мощность терминала – 35 млн т/г. (нефть и уголь), сроки реализации проекта – 2025-30 гг. Согласно декларации о намерениях компании «Морской терминал «Коулстар», инвестор собирается вложить в проект почти 60 млрд руб. Ранее сообщалось, что также данный инвестор согласовал с Росморречфлотом строительство терминала мощностью 17 млн т в порту Восточный. **РЖД-Партнер**



7-10 июня 2022
Новокузнецк

XXX Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

XII Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VII Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк

т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

12+