

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

7-2019



РЕКЛАМА

РЕКЛАМА

ВИБРАЦИОННЫЕ  **AURY**
ЦЕНТРИФУГИ

подробнее на стр. 70-71

АК01-25С

- **Специальное антикоррозийное покрытие;**
- Крепление и усиление пород кровли выработок;
- Крепление МПД.

Канатный анкер АК01-25С
(антикоррозийный)



АК01-121.30

- Крепление МПД;
- **Повышенная несущая способность;**
- Подвешивание различного вида грузов и механизмов.

Канатный анкер АК01-121.30



АБ

- Бесфундаментное крепление оборудования;
- **Применяется в сложных горно-геологических условиях с последующим нагнетанием скрепляющих составов в массив и его армирования;**

Анкер буровой АБ



Карманы
водяного
заслона (40л)

Главный редактор
ЯНОВСКИЙ А.Б.

Заместитель министра энергетики
Российской Федерации,
доктор экон. наук

Зам. главного редактора
ТАРАЗАНОВ И.Г.

Генеральный директор
ООО «Редакция журнала «Уголь»,
горный инженер, чл.-корр. РАН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б., доктор техн. наук

ВЕРЖАНСКИЙ А.П.,

доктор техн. наук, профессор

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

ПУЧКОВ Л.А., чл.-корр. РАН,

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

ЩУКИН В.К., доктор экон. наук

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»

ИЮЛЬ

7-2019 /1120/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ	
Малафеев С.И., Коняшин В.И., Новгородов А.А. Экскаватор ЭКГ-20: новое техническое решение мехатронного комплекса	4
ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ	
Филатов Ю.М., Семенов В.В., Прокопенко С.А., Петров Е.А., Чехлар М. Конструкции мобильных держателей кровли для отработки целиков угля при камерно-столбовой системе разработки пластов	10
Юрий Скударнов Устройство автоматизации водоотлива «Волна»	14
ГОРНЫЕ МАШИНЫ	
Буялич Г.Д., Тащиенко В.П., Хуснутдинов М.К. Испытания шарошечного инструмента для бурения взрывных скважин некруглого поперечного сечения	15
Жабин А.Б., Поляков А.В., Аверин Е.А., Линник Ю.Н., Линник В.Ю. Об учете неоптимальных режимов резания горных пород тангенциальными резцами	20
ТРАНСПОРТ	
Егоров А.Н., Бигель Н.В. Дизель-троллейвозный транспорт «БЕЛАЗ»: перспективы использования в горном производстве	26
Ибатов М.К., Алиев С.Б., Балабаев О.Т., Аскарлов Б.Ш. Основные результаты экспериментальных исследований изоляции отработавших газов ДВС карьерных тепловозов	28
НОВОСТИ ТЕХНИКИ	
Итоги MiningWorld Russia 2019	33
БЕЗОПАСНОСТЬ	
Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко Е.А. Эволюция методов изучения метанобезопасности при разработке угольных пластов	36
Сластунов С.В., Ютяев Е.П., Мазаник Е.В., Садов А.П., Познизов А.В. Обеспечение метанобезопасности шахт на основе глубокой дегазации угольных пластов при их подготовке к интенсивной разработке	42
ГЕОМЕХАНИКА	
Халкечев Р.К. Применение теории мультифрактального моделирования процессов деформирования и разрушения породных массивов с целью краткосрочного прогнозирования внезапных выбросов угля и газа	48
ЭКОНОМИКА	
Ютяев А.Е., Якуничков Е.Н., Оганесян А.С., Агафонов В.В. Оценка проектных решений технологических систем угольных шахт с учетом риска	52
Рожков А.А., Карпенко Н.В. Анализ использования отечественного и зарубежного технологического оборудования на угледобывающих предприятиях России	58
РЕСУРСЫ	
Абдрахимова Е.С. Использование отходов топливно-энергетического комплекса - горелых пород и отходов обогащения хромитовых руд в производстве пористого заполнителя на основе жидкостеклоной композиции	67
ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ	
Греку В.С. Вибрационные центрифуги AURY	70
НЕДРА	
Демин В.Ф., Портнов В.С., Демина Т.В., Жумабекова А.Е. Исследование деформированного состояния приконтурного углепородного массива вокруг горной выработки с анкерным креплением	72

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@land.ru

Генеральный директор**Игорь ТАРАЗАНОВ****Ведущий редактор****Ольга ГЛИНИНА****Научный редактор****Ирина КОЛОБОВА****Менеджер****Ирина ТАРАЗАНОВА****Ведущий специалист****Валентина ВОЛКОВА****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 Минобразования и науки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,675
(без самоцитирования – 0,556)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,405
(без самоцитирования – 0,333)

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 03.07.2019.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 14,0 + обложка.

Тираж 5100 экз.

Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС»

117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 67845

Журнал в **App Store** и **Google Play****ХРОНИКА****Хроника. События. Факты. Новости** _____ **78****ЭКОЛОГИЯ**

Манаков Ю.А., Куприянов О.А.

Система ООПТ Кемеровской области как фактор смягчения воздействия угледобычи на биоразнообразие _____ **89**

Лавриненко А.Т.

Использование геотермальной и тепловой энергии отвалов вскрышных пород в карьерах добычи угля _____ **95****РЫНОК УГЛЯ**

Воднева О.И., Попов С.М., Рожков А.А.

Формирование организационно-экономического механизма устойчивого развития экспортно-ориентированных угольных компаний _____ **98****ВОПРОСЫ КАДРОВ**

АО «СУЭК»

Стартовал летний сезон Трудовых отрядов СУЭК _____ **103****ЗА РУБЕЖОМ**

Зеньков И.В.

Открытые горные работы и управление логистикой в угледобывающей отрасли Индонезии _____ **108****Зарубежная панорама** _____ **110****РЕЦЕНЗИИ**

Клишин В.И., Мещерякова О.Ю.

Рецензия на монографию авторов Максимович Н.Г., Пьянков С.В. «Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения» _____ **111****НЕКРОЛОГ****Гусев Сергей Михайлович (18.12.1951 – 10.06.2019)** _____ **112****Список реклам:**

AURY	1-я обл.	Castrol	32
РАНК 2	2-я обл.	НПП Завод МДУ	35
MINEX	3-я обл.	Flexcr Europe GmbH	35
MiningWorld Russia	4-я обл.	НМЗ Искра	47
ЛУКОЙЛ	19	ИМПЭКС ИНДАСТРИ	66
БЕЛАЗ	25	МУФТА ПРО	79
CONTITECH Transportbandsysteme GmbH	31		

* * *

Журнал «Уголь» входит

в международные реферативные базы данных и систем цитирования

SCOPUS, GeoRef, Chemical Abstracts**Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF**

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

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

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

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10 мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой являются популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований и повышение цитируемости российской науки. Это третья в мире электронная библиотека по степени видимости материалов в Google Scholar.

Подписные индексы:– Каталог Роспечати «Газеты. Журналы» – **71000, 71736, 73422**– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717, 87776, 87717**– Каталог «Российской прессы» – **11538**– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 007097; 009901**

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL**UGOL' JOURNAL EDITORIAL BOARD****Chief Editor**

YANOVSKY A.B., Dr. (Economic), Ph.D. (Engineering), Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Moscow, 107996, Russian Federation

Deputy Chief Editor

TARAZANOV I.G., Mining Engineer, Moscow, 119049, Russian Federation

Members of the editorial council:

ARTEMIEV V.B., Dr. (Engineering), Moscow, 115054, Russian Federation

VERZHANSKIY A.P., Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 125009, 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

PUCHKOV L.A., Dr. (Engineering), Prof., Corresp. Member of the RAS, Moscow, 119049, 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

SHCHUKIN V.K., Dr. (Economic), Ekibastuz, 141209, Republic of Kazakhstan

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

JULY

7' 2019

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL**CONTENT****SURFACE MINING**

Malafeev S.I., Konyashin V.I., Novgorodov A.A.

Excavator EKG-20: new technical solution of mechatronic complex 4

UNDERGROUND MINING

Filatov Yu.M., Sementsov V.V., Prokopenko S.A., Petrov E.A., Cehlar M.

Constructions of mobile roof holders for mining coal undeveloped deposit in a chamber-and-pillar seam development system 10

COAL MINING EQUIPMENT

Buyalich G.D., Tatsienko V.P., Khusnutdinov M.K.

Testing of roller tool for drilling blast holes of non-circular cross-section 15

Zhabin A.B., Polyakov A.V., Averin E.A., Linnik Yu.N., Linnik V.Yu.

Consideration of non-optimal cutting conditions of rocks by tangential cutters 20

TRANSPORT

Egorov A.N., Bigel N.V.

Diesel-trolley transport "BELAZ": prospects for use in the mining industry 26

Ibatov M.K., Aliiev S.B., Balabayev O.T., Askarov B.Sh.

Main results of experimental studies of open-pit mines diesel locomotive internal combustion engine isolation 28

TECHNICAL NEWS

MiningWorld Russia 2019 results 33

SAFETY

Kolesnichenko I.E., Artemiev V.B., Kolesnichenko E.A.

The evolution of methane safety study methods in the development of coal seams 36

Slastunov S.V., Yutyaev E.P., Mazanik E.V., Sadov A.P., Ponzov A.V.

Ensuring methane safety of mines on the basis of deep degassing of coal seams in their preparation for intensive development 42

GEOMECHANICS

Khalkechev R.K.

Multifractal modeling theory application of rock mass deformation and destruction processes with the aim of short-term forecasting sudden coal and gas outbursts 48

ECONOMIC OF MINING

Yutyaev A.E., Iakunchikov E.N., Oganesyan A.S., Agafonov V.V.

Evaluation of design solutions and technological systems of coal mines taking into account the risk 52

Rozhkov A.A., Karpenko N.V.

Analysis of the use of domestic and foreign technological equipment for coal mining enterprises of Russia 58

RESOURCES

Abdrakhimova E.S.

Use of waste fuel and energy complex - burned rocks and tailings of chromite ore in the production of porous aggregate on the basis of liquid-glass compositions 67

COAL PREPARATION

Greku V.S.

AURY vibration centrifuges 70

MINERALS RESOURCES

Demin V.F., Portnov V.S., Demina T.V., Zhumabekova A.Ye.

Studying stress-strain state of border carbon massif around mine working with roof bolting 72

ECOLOGY

Manakov Yu.A., Kupriyanov O.A.

The system of specially protected natural areas of the Kemerovo region as a factor in mitigating the impact of coal mining on biodiversity 89

Lavrinenko A.T.

Use of geothermal and thermal energy of overburden dumps in coal mining open-pit mines 95

COAL MARKET

Vodneva O.I., Popov S.M., Rozhkov A.A.

Formation of the organizational and economic mechanism for the sustainable development of export-oriented coal companies 98

ABROAD

Zenkov I.V.

Surface mining and logistics management in the Indonesian coal industry 108

Экскаватор ЭКГ-20: новое техническое решение мехатронного комплекса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-4-7>**МАЛАФЕЕВ****Сергей Иванович**

Доктор техн. наук, профессор,
главный научный сотрудник
ООО Компания
«Объединенная Энергия»,
профессор Владимирского
государственного университета
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
111672, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 544-46-47,
e-mail: sim@jpc.ru

**КОНЯШИН****Владимир Игоревич**

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
ООО Компания
«Объединенная Энергия»,
111672, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 544-46-47,
e-mail: solytonik@yandex.ru

**НОВГОРОДОВ****Андрей Александрович**

Руководитель
отдела проектирования
мехатронных систем
ООО Компания
«Объединенная Энергия»,
111672, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 544-46-47,
e-mail: novgorodov@jpc.ru

В статье приведены результаты проектирования и промышленной эксплуатации новых мехатронных систем для экскаватора ЭКГ-20 (ЭКГ-18) производства ПАО «Уралмашзавод». В разработке применены инновационные технические решения: электроприводы переменного тока с векторным управлением; преобразователи на основе IGBT транзисторов пятого поколения; активные выпрямители для электропитания системы приводов; стабилизированная система электропитания электрооборудования собственных нужд; компьютерная информационно-диагностическая система; система удаленного мониторинга. Новые экскаваторы эксплуатируются в настоящее время на российских добывающих предприятиях: Лебедиском ГОКе, разрезе «Нерюнгринский» и в ООО «Эльгауголь».

Ключевые слова: экскаватор, мехатроника, двигатель, транзистор, преобразователь, привод, контроллер.

ВВЕДЕНИЕ

Обновление техники и технологий открытых горных работ опирается на ускоренное проектирование и производство для российских предприятий новых горных машин, по техническому уровню превосходящих лучшие отечественные и зарубежные образцы. Тяжелые климатические условия России определяют повышенные требования к горной технике в отношении надежности, удобства эксплуатации и обслуживания. Техническое состояние экскаватора, качество управления и уровень обеспечения технического обслуживания являются важнейшими факторами эффективного использования машин [1]. В современных экскаваторах используются мехатронные системы с двигателями постоянного и переменного тока с транзисторными и тиристорными силовыми преобразователями энергии [2, 3, 4]. Применение новых приводных систем с двигателями переменного тока обеспечивает значительное повышение производительности экскаваторов и снижение электропотребления [3, 5, 6].

В настоящей работе представлены результаты проектирования и освоения производства низковольтных комплектов устройств для экскаваторов ЭКГ-20 (ЭКГ-18) ПАО «Уралмашзавод», выполненных ООО Компания «Объединенная Энергия» (г. Москва).

**НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
МЕХАТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Мехатронный комплекс ЭКГ-20 реализован на основе типовой функциональной схемы, разработанной Компанией

«Объединенная Энергия» для карьерных экскаваторов [2]. Первый приоритет в этом комплексе имеет система электропитания, которая обеспечивает его эффективную работу в разных режимах.

Ячейка высоковольтного ввода ЯВВ-6-250-УХЛ2 [7] экскаватора полностью отвечает требованиям РД 05-334-99, утвержденным Госгортехнадзором России. Повышенная безопасность эксплуатации ячейки обеспечивается взаимной блокировкой разъединителей, исключением доступа в отсек при включенном разъединителе, индикацией высокого напряжения на вводе и состоянии вакуумного контактора. Устройство содержит полный комплект специальных микроконтроллерных защит с функцией тестирования и индикацией причины срабатывания защитного отключения, органы местного и дистанционного управления, контроллер регистрации аварийных событий. Ячейка оснащена тремя многофункциональными приборами учета расхода электроэнергии типа «Знак+». Ресурс коммутационной аппаратуры ячейки составляет 750 000 циклов.

Электроприводы главного движения экскаваторов (напора, подъема и поворота), а также электропривод хода выполнены по системе инвертор напряжения – асинхронный двигатель. Для электропитания приводов используется локальная сеть постоянного тока, организованная группой из четырех активных выпрямителей и емкостным накопителем энергии. Регулирование электроприводов главного движения происходит путем изменения частоты и напряжения на якорных обмотках приводных двигателей с использованием векторного алгоритма управления. Активные выпрямители также обеспечивают электромагнитную совместимость экскаватора и питающей электрической сети [2, 8]. Коэффициент мощности поддерживается постоянным и равным 1, коэффициент искажений потребляемого тока не превышает 5%.

В активных выпрямителях и инверторах применены новые IGBT-транзисторы пятого поколения FF1800R17IP5 [9]. Отличительная особенность IGBT-модулей FF1800R17IP5 Infineon – это уникальное сочетание передовых технологий, обеспечивающих низкие тепловые потери в кристаллах (технология Trench-Field Stop); эффективное охлаждение кристаллов (технология Prime PACK) и термостабильные и надежные медные шины, соединяющие кристаллы в приборах (технология ХТ). Благодаря новым решениям удельная мощность полупроводниковых приборов увеличена на 25%; тепловые потери снижены на 30-35%, а срок службы транзисторов (количество циклов «нагрев-охлаждение») увеличено в 5 раз по сравнению с традиционными приборами. Использование новых транзисторов в составе мехатронных систем позволило повысить предельные параметры и надежность приводов главного движения экскаватора, а также улучшить температурные режимы преобразователей.

Для управления транзисторными инверторами напряжения приводов главного движения использован алгоритм векторного регулирования скорости асинхронного двигателя с нелинейным ограничением тока, обеспечивающий повышенные энергетические характеристики системы [2]. В разработанной системе управления асинхронным двигателем лежит принцип трансвекторного управления с ориентацией по полю [10]. В качестве адаптивного на-

блюдателя использован наблюдатель Р. Калмана. В приводах подъема, напора и поворота применены импульсные датчики скорости; привод хода – бездатчиковый.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

В мехатронном комплексе применены специальные асинхронные двигатели серии АДЧРЭ производства Концерна Русэлпром (Сафоновский электромашиностроительный завод) [11]. Двигатели новой экскаваторной серии разработаны с учетом особенностей работы при управлении с помощью преобразователей частоты, специфики нагрузок и условий работы [12]. Двигатели подъема, напора и поворота содержат встроенные импульсные датчики скорости (зубчатое колесо и датчик D1820.19S22HW). Степень защиты двигателей – IP54 по ГОСТ IEC 60034-5-2011. Степень защиты на входе воздуха – IP23; на выходе воздуха – IPW24, силовой и клеммной коробки выводов – IP55 по ГОСТ 14254.

Применение электроприводов переменного тока обеспечивает повышенную надежность электромеханического оборудования экскаватора и снижение эксплуатационных расходов вследствие применения электрических машин без скользящих контактов.

ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для электропитания вспомогательного электрооборудования применен специальный (120 кВт) трехфазный стабилизатор напряжения [7]. Цепи управления получают питание от отдельного преобразователя с дополнительным емкостным накопителем энергии для сохранения работоспособности системы управления при отключении силовой сети. Тиристорные коммутационные устройства с алгоритмом «мягкого» пуска применены вместо контакторов и пускателей для управления компонентами вспомогательного оборудования экскаватора и обеспечивают повышенную надежность аппаратуры в условиях вибраций и пыли. Силовые кабели для электропитания оборудования типа H07RN-F Premium 4G4 (Германия) имеют диапазон рабочих температур от -50 до +90°C. Безгалогенная резиновая компаундная изоляция кабеля не поддерживает горение и обеспечивает повышенную пожаробезопасность. Электробезопасность оборудования обеспечивается приборами контроля сопротивления изоляции «АРГУС».

Информационно-диагностическая система (ИДС) «Пульсар 7» реализована на основе стандартных технических средств автоматизации и типового и специализированного программного обеспечения [7]. Данные, поступающие из ИДС и преобразованные по специальным алгоритмам, выводятся на монитор и сохраняются на сервере. Данные, получаемые с машины, используются разработчиком оборудования для уточнения моделей при проектировании новых машин, а также коррекции параметров машин, находящихся в эксплуатации. Обслуживающий персонал имеет возможность отслеживать все основные показатели работы экскаватора: угол наклона экскаватора; состояние всех компонентов; температуру электрических машин, подшипников, преобразователей, воздуха в кабине и за бортом, масла; параметры подводимой электроэнергии, состояние изоляции электрооборудования; данные о производительности экскаватора; информацию о неисправностях на экскаваторе и др. Функция интеллектуальной

Экскаватор ЭКГ-20
на Лебединской ГОКе



диагностики ИДС «Пульсар-7» обеспечивает автоматическое обнаружение неисправностей оборудования и отображение причины аварийных отключений на мониторе.

Телекоммуникационная система обеспечивает удаленный мониторинг и управление через сеть Интернет с любого персонального компьютера или мобильного устройства (телефона, планшетного компьютера) при помощи программы удаленного администрирования, установленной на компьютере информационно-диагностической системы. Программа позволяет наблюдать процессы и управлять экранами системы, а также имеет возможность пересылки файлов-архивов на компьютер или мобильное устройство удаленного пользователя. Предусмотрена дистанционная настройка приводов, активных выпрямителей и другого оборудования [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-20

Экскаваторы ЭКГ-20 (см. рисунок) введены в эксплуатацию с 2018 г. на разрезе «Нерюнгринский», Лебединском ГОКе (две машины) и в ООО «Эльгауголь». По данным службы эксплуатации на Лебединском ГОКе, определены следующие основные характеристики экскаватора ЭКГ-20:

- время цикла – 27-29 с;
- удельная энергоемкость экскавации (с учетом рекуперированной энергии) – 0,24 кВт·ч/м³;
- среднее значение потребленной за цикл экскавации энергии – 29 кВт·ч;
- среднее значение рекуперированной за цикл экскавации энергии – 4,8 кВт·ч;
- коэффициент мощности на вводе экскаватора – не менее 0,9;
- коэффициент технической готовности – 0,96.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мехатронные системы экскаватора ЭКГ-20 реализованы на основе современных достижений электромашиностроения, силовой электроники, микропроцессорной техники и телекоммуникаций. Интеллектуальное управле-

ние движением механизмов обеспечивает высокие энергетические и динамические характеристики и индивидуальную коррекцию приводов, исключающую удары и выходы в аварийные зоны.

Применение новых полупроводниковых приборов в составе активных выпрямителей и инверторов позволило повысить динамические и энергетические характеристики приводов главного движения. Коэффициент мощности экскаватора во всех режимах работы поддерживается постоянным и равным заданному значению, за счет чего обеспечивается оптимальная электромагнитная совместимость экскаватора и питающей электрической сети. Применение стабилизатора напряжения для электропитания собственных нужд повышает качество электрической энергии и обеспечивает гарантированное электропитание ответственных систем управления при отключении питающей сети.

ИДС «Пульсар-7» с модулем удаленного мониторинга обеспечивает полный контроль всех основных рабочих параметров, нагрузок на рабочие органы и диагностику основных компонентов оборудования. Информационная телекоммуникационная система удаленного наблюдения за работой экскаватора и всех его компонентов обеспечивает создание из отдельных фрагментов единых информационных полей для машинистов, работников добывающих предприятий, разработчиков и изготовителей экскаваторов.

Новый мехатронный комплекс гарантирует высокую производительность и качество работы экскаватора. Высокие технические и эксплуатационные характеристики экскаватора подтверждены промышленной эксплуатацией в тяжелых климатических условиях.

Список литературы

1. Иванов С.Л. Изменение наработки современных отечественных экскаваторов ЭКГ от условий их функционирования // Записки Горного института. 2016. Т. 221. С. 692-700. doi: 10.18454/PMI.2016.5.692.

2. Malafeev S.I., Novgorodov A.A. Design and implementation of electric drives and control systems for mining excavators // *Russian Electrical Engineering*. 2016. Vol. 87. Issue 10. Pp. 560–565. doi: 10.3103/S1068371216100035.

3. Casson M. Dragline Retrofit for AC Motion Power / "SYMPHOS 2013". 2nd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate. *Procedia Engineering* 83. 2014. Pp. 86–89. doi: 10.1016/j.proeng.2014.09.017.

4. Real-Time Power Quality Measurements from a Conventional AC Dragline / P. Pandit, J. Mazumdar, T. May, W.G. Koellner // *IEEE Transactions on Industry Applications*. 2010. Vol. 46. N 5. Pp. 1755–1763. doi: 10.1109/TIA.2010.2057470.

5. Awuah-Offei K. Energy efficiency in the Minerals Industry: Best Practices and Research Directions. Springer, 2017. 333 p. doi: 10.1007/978-3-319-54199-0.

6. Ageev S.S., Реймер А.В. Горное оборудование Уралмашзавода. Екатеринбург: ООО «Форт Диалог-Исеть». 2016. 120 с.

7. Малафеев С.И., Серебренников Н.А. Повышение энергетической эффективности карьерных экскаваторов на основе модернизации электрооборудования и систем

управления // *Уголь*. 2018. № 10. С. 30–34. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

8. Ponnusamy M., Maity T., Dharmaraj M. Dual Loop Controller for Active Front End Rectifier / Proc. IEEE Conference on Emerging Devices and Smart Systems (ICEDSS 2018). Mahendra Engineering College. Tamilnadu. India. 2018. Pp. 137–141.

9. Русу А. Пятое поколение IGBT-модулей Infineon – новая эпоха в силовой электронике // *Новости электроники*. 2019. № 1. URL: <https://www.compel.ru/lib/ne/2019/1/7-pyatoe-pokolenie-igbt-moduley-infineon-novaya-epoha-v-silovoy-elektronike>. (дата обращения: 15.06.2019).

10. Boldea I., Nasar S.A. Electric Drives. CRC Press. 2016. 640 p.

11. Малафеев С.И., Захаров А.В., Сафроненков Ю.А. Новая серия асинхронных частотно-регулируемых двигателей для карьерных экскаваторов // *Электротехника*. 2019. № 4. С. 7–12.

12. Захаров А.В. Алгоритмы расчета скоростных характеристик регулируемых асинхронных двигателей и возможности их использования в задачах энергетического анализа // *Электротехника*. 2015. № 3. С. 28–34.

SURFACE MINING

UDC 621.315.62:621.879.3 © S.I. Malafeev, V.I. Konyashin, A.A. Novgorodov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 4-7

Title EXCAVATOR EKG-20: NEW TECHNICAL SOLUTION OF MECHATRONIC COMPLEX

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-4-7>

Authors

Malafeev S.I.¹, Konyashin V.I.¹, Novgorodov A.A.¹

¹Joint Power Co., Ltd., Moscow, 111672, Russian Federation

Authors' Information

Malafeev S.I., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Officer, Professor of Vladimir state university named after Alexander and Nikolay Stoletovs, tel.: +7 (495) 544-46-47, e-mail: sim@jpc.ru

Konyashin V.I., PhD (Engineering), Senior Researcher, tel.: +7 (495) 544-46-47, e-mail: solytonik@yandex.ru

Novgorodov A.A., Head of the Department of Design of Mechatronic Systems, tel.: +7 (495) 544-46-47, e-mail: novgorodov@jpc.ru

Abstract

The paper presents the results of the design and industrial operation of the new mechatronic systems for the EKG-20 (EKG-18) excavator of Uralmashzavod. Innovative technical solutions are applied in the development: AC motors with vector control; 5th generation IGBT transistors; active rectifiers for powering the drive system; stabilized power supply system for electrical equipment of own needs; computer information and diagnostic system; remote monitoring system. New excavators are currently in operation at Russian mining enterprises: Lebedinsky GOK; "Nerungrinskiy" open-pit mine and "Elgaugol".

Keywords

Excavator, Mechatronics, Motor, Transistor, Converter, Drive, Controller.

References

- Ivanov S.L. Izmenenie narabotki sovremennyh otechestvennyh ekskavatorov EKG ot usloviy ih funkcionirovaniya [Changing the performance of modern domestic EKG excavators on the conditions of their operation]. *Zapiski Gornogo instituta – Notes of Mining institute*, 2016, Vol. 221, Pp. 692–700. doi: 10.18454/PMI.2016.5.692.
- Malafeev S.I. & Novgorodov A.A. Design and implementation of electric drives and control systems for mining excavators. *Russian Electrical Engineering*, 2016, Vol. 87, Issue 10, Pp. 560–565. doi: 10.3103/S1068371216100035.
- Casson M. Dragline Retrofit for AC Motion Power / "SYMPHOS 2013". 2nd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate. *Procedia Engineering* 83, 2014, Pp. 86–89. doi: 10.1016/j.proeng.2014.09.017.

4. Pandit P., Mazumdar J., May T. & Koellner W.G. Real-Time Power Quality Measurements From a Conventional AC Dragline. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2010, Vol. 46, No. 5, Pp. 1755–1763. doi: 10.1109/TIA.2010.2057470.

5. Awuah-Offei K. Energy efficiency in the Minerals Industry: Best Practices and Research Directions. Springer, 2017, 333 p. doi: 10.1007/978-3-319-54199-0.

6. Ageev S.S. & Reymer A.V. *Gornoe oborudovanie Uralmashzavoda* [Mining equipment of Uralmashzavod]. Ekaterinburg, "Fort Dialogue-Iset" LLC, 2016, 120 p.

7. Malafeev S.I. & Serebrennikov N.A. Povyshenie energeticheskoy effektivnosti karyernykh ekskavatorov na osnove modernizatsii elektrooborudovaniya i sistem upravleniya [Improving the energy efficiency of mining excavators based on the modernization of electrical equipment and control systems]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, Pp. 30–34. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (accessed 15.06.2019).

8. Ponnusamy M., Maity T. & Dharmaraj M. Dual Loop Controller for Active Front End Rectifier / Proc. IEEE Conference on Emerging Devices and Smart Systems (ICEDSS 2018), Mahendra Engineering College, Tamilnadu, India, 2018, Pp. 137–141.

9. Rusu A. Pyatoe pokolenie IGBT-moduley Infineon – novaya epoha v silovoy elektronike [The Fifth Generation of Infineon IGBT Modules – A New Era in Power Electronics]. *Novosti elektroniki – Electronics news*, 2019, No. 1. Available at: <https://www.compel.ru/lib/ne/2019/1/7-pyatoe-pokolenie-igbt-moduley-infineon-novaya-epoha-v-silovoy-elektronike> (accessed 15.06.2019).

10. Boldea I. & Nasar S.A. Electric Drives. CRC Press, 2016, 640 p.

11. Malafeev S.I., Zakharov A.V. & Safronenkov Yu.A. Novaya seriya asinhronnykh chastotno-reguliruemyykh dvigateley dlya karyernykh ekskavatorov [New series of asynchronous frequency-controlled motors for mining excavators]. *Elektrotehnika – Electrical equipment*, 2019, No. 4, Pp. 7–12.

12. Zakharov A.V. Algoritmy rascheta skorostnykh harakteristik reguliruemyykh asinhronnykh dvigateley i vozmozhnosti ih ispolzovaniya v zadachah energeticheskogo analiza [Algorithms for calculating the speed characteristics of adjustable asynchronous motors and the possibility of their use in the tasks of energy analysis]. *Elektrotehnika – Electrical equipment*, 2015, No. 3, Pp. 28–34.



В Артемовском ремонтно-монтажном управлении ООО «Приморскуголь» начато производство колесных дисков для карьерных самосвалов БелАЗ-75131

Новый вид услуг – производство колесных дисков для карьерных самосвалов БелАЗ-75131 (грузоподъемностью 130 т) – освоен в Артемовском ремонтно-монтажном управлении (РМУ).



Колесные диски для большегрузного транспорта изготовлены из поковок высокопрочной низколегированной конструкционной стали (Q345B, стандарт GB/T 1591-2008) методом аргонно-дуговой сварки на частотно-регулируемом поворотном устройстве.

Технология производства, используемая специалистами предприятия, способствует увеличению гарантийных сроков эксплуатации дисков в горно-геологических условиях повышенной сложности.

Запуск нового вида продукции осуществляется в рамках стратегии сервисного предприятия ООО «Приморскуголь», направленной на поиск перспективных возможностей роста объемов производства.

Несколько лет назад в Артемовском РМУ началась планомерная реализация программы по освоению новых видов деятельности, востребованных как в угледобывающей, так и смежных

отраслях производства. Предприятие расширяет традиционный перечень ремонтных работ за счет динамичного роста производственного ассортимента – изготовления собственной продукции.

Так, только за последние годы было налажено производство дробильно-фрезерных машин (ДФМ) нового поколения для портов, организовано производство современных электрических мостовых кранов, изготовление ковшей для гидравлических экскаваторов Hitachi и Komatsu начат выпуск строительных металлоконструкций с разработкой проектной документации.

Разработка ДФМ в исполнении Артемовского РМУ – дважды серебряный призер конкурсов «Лучший экспонат», проводившихся в рамках международной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» в 2017 и 2018 гг.

Старейшее (перешагнуло 105-ю годовщину) и вместе с тем современное предприятие Приморского края Артемовское РМУ с 2012 г. ежегодно досрочно выполняет годовой план, активно наращивает объемы производства за счет увеличения заказов сторонних организаций, производит ремонт техники, электрооборудования, гидравлики, имеет собственное литейное производство, лабораторию неразрушающего контроля.

Внушительный профессиональный опыт, солидная практическая база коллектива вкпе с постоянным стремлением оставаться на острие технологий позволяют предприятию добиваться устойчивого сохранения качества выполняемых работ.

Три мировых рекорда установили открытчики Разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс»

По итогам мая 2019 г. сотрудники Разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс» установили сразу три мировых рекорда производительности.



Два из них были установлены на разрезе «Камышанский». Бригада экскаватора Komatsu PC-1250 под руководством опытного бригадира **Виталия Арестова**, отгрузив горную массу в объеме 576 тыс. куб. м, добилась мирового рекорда для данного вида экскаваторов. Выдающиеся результаты и у бригады бурового станка DML-9724. По итогам мая этот коллектив **Павла Канайкина** пробурил скважин в объеме 50 523 пог. м, что также соответствует лучшему достижению при эксплуатации данного вида техники.

На разрезе «Заречный» бригада **Вячеслава Савченко** на экскаваторе Hitachi EX-1900 отгрузила 603 тыс. куб. м и стала первой в мире по отгрузке горной массы на автотранспорт.

Коллектив Разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс» – один из лидеров угледобычи в компании. В копилке достижений предприятия есть немало внутренних, российских и мировых рекордов. Так, по итогам июля 2017 г. на разрезе «Камышанский» было зафиксировано два месячных рекорда российского уровня – отличились коллективы Андрея Гаджиева (буровая установка DML-1200) и Виталия Арестова (экскаватор KOMATSU PC-1250). В августе 2018 г.

экскаваторная бригада Виталия Арестова праздновала уже мировой рекорд – за месяц коллективом погружено в автотранспорт 538,6 куб. м горной массы.

Таких результатов, по мнению директора Разрезоуправления **Александра Кацубина**, удастся достичь благодаря слаженной работе коллектива вкпе с современным оборудованием. Благодаря техническому перевооружению за последние пять лет объемы добычи на предприятии увеличились вдвое. Инвестиции в развитие Разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс» за последние три года составили порядка 5,3 млрд руб.

«Наши специалисты имеют не только высокий профессиональный опыт, они еще и объединились в крепкий трудовой коллектив, где каждый может показать свои возможности, поддержать друг друга и справиться с самыми сложными задачами, – отметил Александр Кацубин. – Подмогой нам является и высокий уровень экскаваторной техники, благодаря которому мы имеем возможность безопасного труда и своевременной подготовки очистного фронта. Наше предприятие гордится мировыми рекордами трудовых бригад!»



Конструкции мобильных держателей кровли для отработки целиков угля при камерно-столбовой системе разработки пластов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-10-13>

ФИЛАТОВ Юрий Михайлович

Канд. техн. наук,
генеральный директор
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: y.filatov@nc-vostnii.ru



СЕМЕНЦОВ

Вячеслав Владимирович
Канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru



ПРОКОПЕНКО Сергей Артурович

Доктор техн. наук,
профессор НИ ТПУ,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: sibgr@mail.ru



ПЕТРОВ Евгений Анатольевич

Доктор техн. наук, профессор,
декан Бийского технологического
института (филиала) ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова»,
659305 г. Бийск, Россия,
e-mail: isf@bti.secna.ru



ЧЕХЛАР Михал

Канд. техн. наук, профессор,
декан факультета горной
разработки, экологии, контроля
процессов и геотехнологий
Технического Университета
Кошице (TUKE),
04200, г. Кошице, Словакия,
e-mail: michal.cehlar@tuke.sk

Представлена в качестве перспективной для российских шахт камерно-столбовая система разработки угольных пластов. Показаны успехи ее применения в зарубежных шахтах, обеспеченные активным развитием горного машиностроения и техническим переоснащением забоев. В частности, довести уровень извлечения угля из междукамерных целиков до 90% и более при обеспечении безопасности работ удалось благодаря применению современных мобильных держателей кровли. Описаны несколько перспективных для отечественных шахт конструкций мобильных держателей кровли. Представлены необходимость и направления их дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: шахта, пласт, целик, комбайн, кровля, безопасность, эффективность, обрушение, мобильный держатель кровли, конструкция, совершенствование.

ВВЕДЕНИЕ

Камерно-столбовая отработка (КСО) в российских угольных шахтах используется на участках пластов, не пригодных для высокопроизводительной добычи механизированными комплексами [1, 2, 3]. Извлечение угля из «неудобий» приносит дополнительный доход предприятиям, повышает уровень извлечения полезного ископаемого и способствует рациональному освоению земных недр.

В зарубежной угольной промышленности (Австралия, ЮАР, Мексика, Иран, Новая Зеландия, Канада) КСО нашла более широкое применение, а в некоторых странах, например в США, она является ведущей [4, 5]. Этому способствовали относительно низкая капиталоемкость КСО и ее активное научное, конструкторское и инновационное сопровождение, позволившие к настоящему времени обеспечить добывающие предприятия высокопроизводительными технологиями, надежным оборудованием и высокой организацией горного производства. В частности, разработка и освоение выпуска рядом зарубежных машиностроительных компаний самоходных держателей кровли с дистанционным управлением существенно расширили возможности отработки целиков угля, позволили шахтам довести уровень извлечения ископаемого до 90-95% и повысили рентабельность камерно-столбовой технологии [6, 7].

Провозглашенная в России четыре года назад политика импортозамещения до сих пор не привела к развитию отечественного горного машиностроения, освоению угольными предприятиями новых технологий, конструкций машин, прогрессивных экономических отношений [8]. Одним

из актуальных направлений развития угледобычи выступает техническое совершенствование технологии КСО в российских шахтах.

КОНСТРУКЦИИ МОБИЛЬНЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ КРОВЛИ

Ранее в работе [3] была подробно рассмотрена технология отработки целиков угля с применением мобильных держателей кровли (МДК). Приведено описание конструкции этих машин (рис. 1). Оборудование получило название «Mobile Roof Support» (MRS), что можно перевести как «мобильный держатель кровли» или «мобильная крепь». Их производство организовала компания «J.H. Fletcher & Co. Huntington, WV» (США), поставляющая оборудование для шахт ЮАР, Австралии, Ирана и др.

Министерство угольной промышленности Индии пошло по другому пути. Соотнеся высокую цену импортного американского оборудования и невысокую стоимость индийского угля, в правительстве приняли решение об организации собственного производства держателей кровли [9].

Индийский держатель кровли «SAGES» отличают гораздо меньшая стоимость – около 25% от цены американской машины, меньшая масса при повышенной несущей спо-

собности. Это достигается запатентованной конструкцией опорной рамы между гусеницами, которая после перемещения машины опускается на почву выработки и воспринимает нагрузку козырька и кровли на себя. Несущая способность выпускаемых индийской промышленностью МДК равняется 200, 500 и 800 т. Степень раздвижности изменяется от 72 до 120%. Они могут применяться по пластам мощностью от 2 до 4,4 м [9].

Приобретение импортных мобильных держателей кровли позволяет расширить область применения КСО и эффективность отработки запасов угля российскими шахтами. Изучение технологии работы и перемещения МДК в пластовой камере позволило предложить конструкцию, отличающуюся меньшей металлоемкостью, отсутствием электрогидравлического узла, низкой трудоемкостью изготовления. По сути, установка представляет собой гибрид жесткого и гибкого элементов. Несущий металлический каркас накрыт козырьком, который поднимается резиновым баллоном при наполнении его сжатым воздухом. **Пневматический держатель кровли** получил название **«ПНЕДЕК»**. Установка представляет собой металлическую раму 1, сваренную на полозьях 2, и каркас 3, усиленный укосинами 4 (рис. 2).

Внутри рамы вертикально закреплены две стойки-трубы 5 диаметром порядка 200 мм, в которые подвижно установлены две стойки 6 меньшего диаметра 190 мм. Эти стойки 6 соединены с козырьком 7 и имеют возможность перемещаться внутри стоек 5, поднимая и опуская его. Козырек представляет собой металлическую пластину толщиной 30-40 мм со свесами по краям.

Сверху на раме под козырьком 7 размещен пневмобаллон 8 подушкообразной формы, подключенный шлангом 9 к пневмосети шахты (или отдельному компрессору) и оснащенный запорным вентиляем. Для сброса лишнего давления предусмотрен предохранительный клапан 10.

Баллон выполнен из многослойной резинокордовой ткани, рассчитанной на высокое давление воздуха. В баллоне имеются отверстия 11 диаметром около 300 мм, через которые проходят стойки 5 и 6. Полозья МДК на одной из сторон соединены между собой и оснащены проушиной 12 для транспортировки.

Пневмобаллоны ранее применялись в шахтах СССР для крепления выработок и зарекомендовали себя с положительной стороны при использовании в шахтах производственных объединений «Артемуголь» и «Орджоникидзеуголь» [10, 11]. Держатели MRS в процессе эксплуатации обычно используют на одну треть номинальной несущей способности [12, 13]. Их назначение не в удержании не всей налегающей над камерой породной толщи, а во временном поддержании пород непосредственной кровли. Согласно исследованиям зарубежных ученых, влияние МДК распространяется на высоту до 18 м [13]. Наполнение баллона воздухом позволяет обеспечить необходимое распорное усилие, достаточное для временного выполнения функции поддержания пород непосредственной кровли. Установки ПНЕДЕК в количестве двух штук размещают в камере рядом с целиком, подлежащим односторонней отработке. Последующая технология работ аналогична применяемой в зарубежных шахтах с использованием MRS [6, 12].

Среди преимуществ применения в российских шахтах предлагаемой конструкции МДК можно назвать: низкую

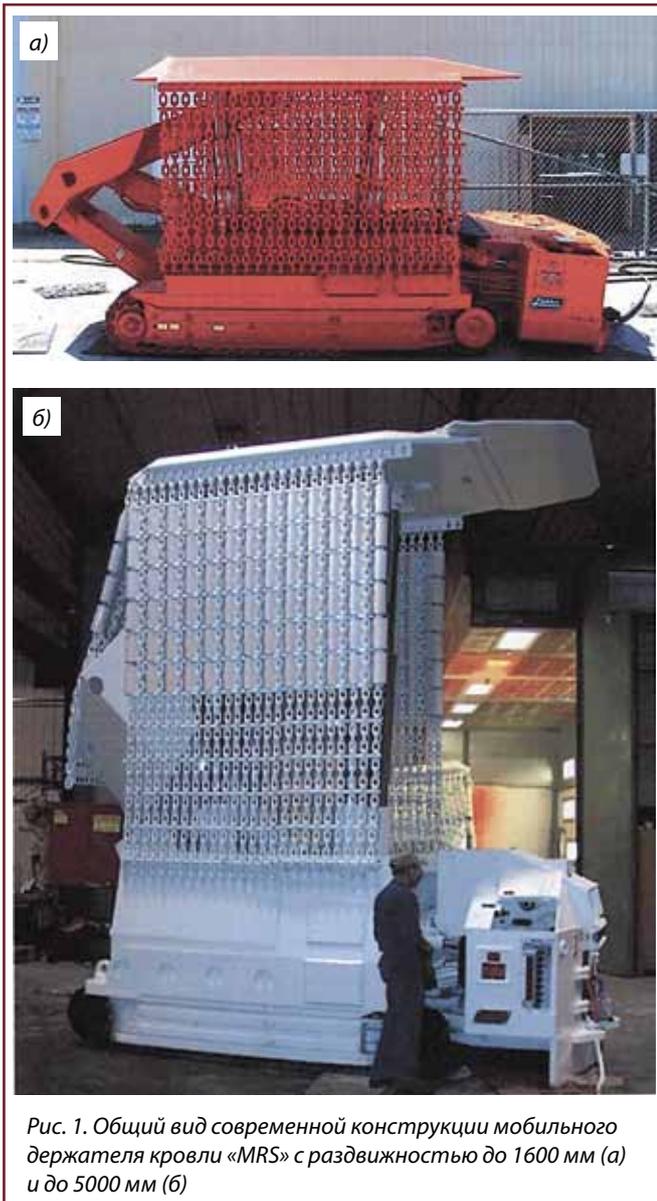


Рис. 1. Общий вид современной конструкции мобильного держателя кровли «MRS» с раздвижностью до 1600 мм (а) и до 5000 мм (б)

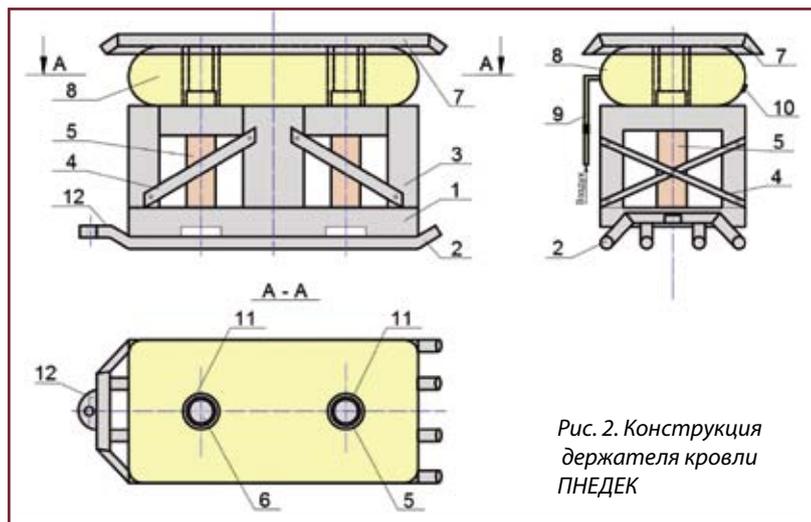


Рис. 2. Конструкция держателя кровли ПНЕДЕК

стоимость изготовления по сравнению с импортными аналогами; простоту конструкции и низкие эксплуатационные затраты; удаление из опасной зоны электрооборудования и электрокоммуникаций; снижение риска потери дорогостоящего оборудования в случае завала.

Предлагаемый к поставке российским шахтам американский держатель MRS имеет цену порядка 900 тыс. дол. США. Шахте для организации работ по КСО требуется комплект держателей из четырех штук при общей стоимости около 200 млн руб. Сравнительный анализ с вариантом замены комплектом российских установок выявляет возможность экономии до 120-150 млн руб. денежных средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющийся в мире и стране научно-конструкторский задел облегчает отечественным машиностроительным заводам, например АО «Юрмаш», условия по разработке и освоению собственных конструкций этих необходимых шахтерам машин. Требуются новые образцы оборудования КСО с функциями и параметрами, превосходящими лучшие достигнутые в мире результаты.

Список литературы

1. К вопросу отработки удароопасных угольных пластов короткими забоями / Д.В. Яковлев, В.П. Баскаков, М.А. Розенбаум, С.И. Калинин // Уголь. 2015. № 7. С. 13-16. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
2. Оработка мощных угольных пластов, опасных по газодинамическим явлениям, системой коротких забоев /

В.П. Баскаков, М.А. Розенбаум, С.И. Калинин и др. // Уголь, 2015. № 11. С. 17-20. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112015.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

3. Повышение эффективности и безопасности отработки целиков при камерно-столбовой системе разработки угольных пластов / Ю.М. Филатов, В.В. Семенов, С.А. Прокopenko // Уголь. 2018. № 12. С.16-20. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/122018.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

4. Lind G.H. Key success elements of coal pillar extraction in New South Wales // Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. 2002. Pp. 199-205.

5. McTyer K., Sutherland T. The Duncan Method of Partial Pillar Extraction at Tasman Mine / 11th Underground Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2011. Pp. 8-15.

6. Howe L. A Decade of Mobile Roof Support Application in the United States. Paper in Proceedings / 17th International Conference on Ground Control in Mining, ed. by S.S. Peng (Morgantown, WV, Aug. 4-6, 1998). Dept. of Mining Engineering, WV Univ., 1998. Pp. 187-201.

7. Wilson H.G. Mobile Roof Support for Retreat Mining / Paper in 10th International Conference on Ground Control in Mining, Proceedings, ed. by S. Peng (Morgantown, WV, June 10-12, 1991). Dept. of Min. Eng., WV Univ., 1991. Pp. 103-114.

8. Prokopenko S.A., Kurzina I.A., Lesin Yu.V. Prospects for improvement of mining machines' cutting picks / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 124. N 1. Article number 012134. Pp. 1-5. doi: 10.1088/1757-899X/124/1/012134.

9. Jaya Bharath. Mobile roof supports (MRS). URL: <http://jaya-bharat.com> (дата обращения: 15.06.2019).

10. Степанович Г.Я. Шахтные пневматические крепи. Киев: Техника, 1981. 158 с.

11. Рахутин В.С. Пневматические конструкции в горном деле. Киев, Донецк: Вища школа, 1983. 152 с.

12. Howe L. Two Decades of Mobile Roof Support Applications. URL: <http://www.jhfletcher.com/articles/TwoDecadesOf-MobileRoofSupports.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

13. Maleki H., Owens J. Analysis of the interaction between mobile roof supports and mine strata. URL: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/aotib.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

UDC 622.273.3:622.285 © Yu.M. Filatov, V.V. Sementsov, S.A. Prokopenko, E.A. Petrov, M. Cehlar, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 10-13

Title
CONSTRUCTIONS OF MOBILE ROOF HOLDERS FOR MINING COAL UNDEVELOPED DEPOSIT IN A CHAMBER-AND-PILLAR SEAM DEVELOPMENT SYSTEM

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-10-13>

Authors

Filatov Yu.M.¹, Sementsov V.V.¹, Prokopenko S.A.^{1,2}, Petrov E.A.³, Cehlar M.⁴

¹Scientific Centre "VostNII" for Industrial and Environmental Safety in Mining Industry" JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

²National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russian Federation

³Biysk Institute of Technology (branch) Polzunov Altai State Technical University, Biysk, 659305, Russian Federation

⁴Technical University of Kosice (TUKE), 04200, Kosice, Slovakia

Authors' Information

Filatov Yu.M., PhD (Engineering), General Director,
e-mail: y.filatov@nc-vostnii.ru

Sementsov V.V., PhD (Engineering), Mining Geomechanical laboratory Head,
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru

Prokopenko S.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Researcher, e-mail: sibgp@mail.ru

Petrov E.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean,
e-mail: isf@bti.secna.ru

Cehlar M., PhD (Engineering), Professor, Dean Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies, e-mail: michal.cehlar@tuke.sk

Abstract

Presented as a promising for the Russian mines chamber-and-pillar system for the development of coal seams. The success of its use in foreign mines, provided by the active development of mining engineering and technical upgrading of faces, are shown. In particular, it was possible to increase the level of coal extraction from inter-chamber pillars to 90% or more while ensuring safety of work thanks to the use of modern mobile roof holders. Several promising designs of mobile roof holders for domestic mines are described. The necessity and directions for their further improvement are presented.

Keywords

Mine, Coal seam, Undeveloped deposit, Shearer, Roofing, Safety, Efficiency, Mobile roof holder, Construction, Improvement.

References

1. Yakovlev D.V., Baskakov V.P., Rozembaum M.A. & Kalinin S.I. K voprosu otrabotki udaroopasnykh ugol'nykh plastov korotkimi zaboyami [On shortwall mining of bump hazardous coal beds]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 7, pp. 13-16. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf> (accessed 15.06.2019).
2. Baskakov V.P., Rosenbaum M.A., Kalinin S.I., Sementsov V.V. & Dobrovolskiy M.S. Otrabotka moshchnykh ugol'nykh plastov, opasnykh po gazodinamicheskim yavleniyam, sistemoy korotkih zaboev [Thick seam mining unsafe gas-dynamic, system short working faces]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 11, pp. 17-20. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112015.pdf> (accessed 15.06.2019).

3. Filatov Yu.M., Sementsov V.V., Prokopenko S.A., Ermolaev A.M. & Sobolev V.V. Povyshenie effektivnosti i bezopasnosti otrabotki celikov pri kamernostolbovoy sisteme razrabotki ugol'nykh plastov [Efficiency and safety improvement of pillar recovery during room and pillar coal mining]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 12, pp. 16-20. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/122018.pdf> (accessed 15.06.2019).

4. Lind G.H. Key success elements of coal pillar extraction in New South Wales. *Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, 2002, pp. 199-205.

5. McTyer K. & Sutherland T. The Duncan Method of Partial Pillar Extraction at Tasman Mine. 11th Underground Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2011, pp. 8-15.

6. Howe L. A Decade of Mobile Roof Support Application in the United States. Paper in Proceedings. 17th International Conference on Ground Control in Mining, ed. by S.S. Peng (Morgantown, WV, Aug. 4-6, 1998). Dept. of Mining Engineering, WV Univ., 1998, pp. 187-201.

7. Wilson H.G. Mobile Roof Support for Retreat Mining. Paper in 10th International Conference on Ground Control in Mining, Proceedings, ed. by S. Peng (Morgantown, WV, June 10-12, 1991). Dept. of Min. Eng., WV Univ., 1991, pp. 103-114.

8. Prokopenko S.A., Kurzina I.A. & Lesin Yu.V. Prospects for improvement of mining machines' cutting picks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2016, Vol. 124, No. 1. Article number 012134, pp. 1-5. doi: 10.1088/1757-899X/124/1/012134.

9. Jaya Bharath. Mobile roof supports (MRS). Available at: <http://jaya-bharat.com> (accessed 15.06.2019).

10. Stepanovich G.Ya. *Shakhtnyye pnevmaticheskiye krepki* [Mine pneumatic system]. Kyiv, Tekhnika Publ., 1981, 158 p.

11. Rakhutin V.S. *Pnevmaticheskiye konstruksii v gornom dele* [Pneumatic constructions in mining]. Kyiv, Donetsk, Vyshcha shkola Publ., 1983, 152 p.

12. Howe L. Two Decades of Mobile Roof Support Applications. Available at: <http://www.jhfletcher.com/articles/TwoDecadesOfMobileRoofSupports.pdf> (accessed 15.06.2019).

13. Maleki H. & Owens J. Analysis of the interaction between mobile roof supports and mine strata. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/aotib.pdf> (accessed 15.06.2019).

Бригада Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана первой в СУЭК добыла с начала года 2 млн тонн угля

Бригада Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс» первой в Сибирской угольной энергетической компании добыла с начала года 2 млн т угля.

С начала 2019 года коллектив завершил отработку лавы № 812 на участке «Магистральный», выдав на-гора за 2,5 месяца более 810 тыс. т. В середине апреля на шахте введена в эксплуатацию новая лава № 814 на пласту «Польсаевский-2» с вынимаемой мощностью 4,7 м и запасами угля 5,2 млн т угля. Скоростной переход коллектива из лавы в лаву стал возможен благодаря опережающему монтажу 175 модернизированных секций крепи JOY RS47000/650. В лавный комплект также вошел новый очистной комбайн Eickhoff SL-900, способный добывать до 4000 т/ч угля.

Именно на комбайне такого типа бригада Героя Кузбасса Евгения Косьмина шахты имени В.Д. Ялевского установила в 2017 и 2018 гг. мировые рекорды добычи угля за месяц.



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

С учетом модернизации транспортной цепочки – полностью смонтирована напочвенная зубчатая дорога фирмы BECKER протяженностью 4 км, установлен более производительный лавный конвейер PF6/1142 – в оснащение новой лавы СУЭК вложила 1,4 млрд руб.



Устройство автоматизации водоотлива «Волна»

Разыскал в старом учебнике по горному делу схему управления пускателем, за внедрение которой в 1965 г. группа авторов получила Госпремию (рис. 1).

Это очень красивая схема, передовая, на то время. Не буду углубляться в описание, скажу только, что по двум проводам удалось обеспечить три команды (вкл., удержание, выкл.), а также искрозащиту, защиту от потери управляемости, контроль заземления и «нулевую» защиту.

УСТРОЙСТВО «ВОЛНА»

Схема устройства «Волна», предназначенного для автоматизации водоотлива в шахте, базируется на достижениях наших ученых в далеком 1965 году.

Краткое описание работы устройства.

На схеме, представленной на рис. 1, показано подключение кнопки по двухпроводной схеме. Устройство «Волна» размещается в этой кнопке. Из кнопки выходит кабель, который подвешивается над водосборником, в нем сформированы две группы проводов – это и есть В- и Н-датчики (сами жилки кабеля являются датчиками уровня).

1. Датчик нижнего уровня **Н** в воде, но насос не работает (устройство «Волна» находится в режиме ожидания повышения уровня воды).

2. Воды коснулся датчик верхнего уровня **В**, насос включился (устройство «Волна» имитирует нажатие кнопки ПУСК).

3. Датчик **В** прекратил контактировать с водой, но насос продолжает работу (тока через резистор **R**, см. рис. 1, хватает для удержания во включенном состоянии реле **K**).

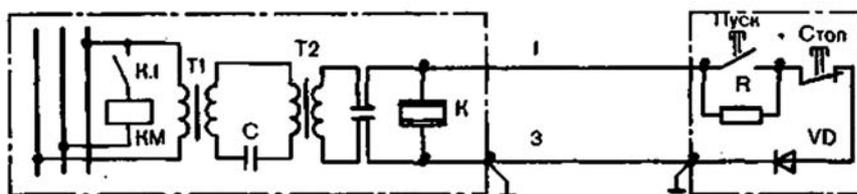


Рис. 1. Схема управления пускателем

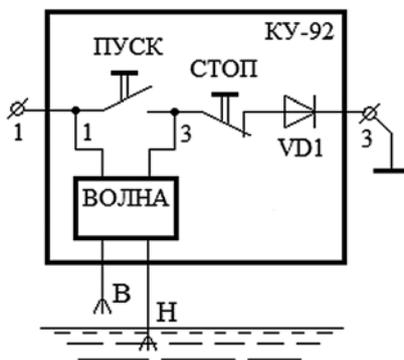


Рис. 2. Схема устройства «Волна»

4. Датчик **Н** прекратил контактировать с водой, насос остановился (устройство «Волна» имитирует нажатие кнопки СТОП).

5. Вследствие притока воды, произойдет погружение датчика **Н** в воду. Эта позиция совпадает с п.1 данного списка (т.е. процесс начинается заново)... Таким образом, эта простая автоматика работает по циклу с п.1 до п.5.

Устройство «Волна» маленькое и помещено в кнопочном poste управления КУ-92, что дает массу преимуществ и главное – сохранены схема и

принцип управления пускателем, за которые группа авторов получила Госпремию в 1965 г.

- Реализован принцип **«от чего питается, тем и управляет»**. Только отсутствие собственного блока питания дает тысячекратное превосходство по весу над украинским аппаратом УКУ.

- Реализован принцип **«изобретение есть, оно функционирует, но его как бы нет»** – в самом деле: как висела на борту выработки кнопка, так и висит, а насос уже автоматизирован, поскольку в самой кнопке находится устройство автоматизации.

- Переключателя «ручной – автоматика» нет, а переход с автоматического на ручной режим работы – есть. Именно размещение устройства «Волна» под оболочкой кнопочного поста позволяет реализовать принцип **«гибкого управления»**: включенный вручную (от кнопки ПУСК) пускатель заставит работать насос, и он будет продолжать работу до тех пор, пока датчик нижнего уровня не выйдет из контакта с водой. В дальнейшем, по мере заполнения водосборника, пускатель снова можно будет включить как от кнопки, либо он включится «сам, на автоматике» по команде устройства «Волна».

На XIII Международной выставке «Уголь России и Майнинг – 2006» устройство получило Диплом как лучший экспонат выставки.

На рис. 3 приведен вид оригинального устройства «Волна». Корпус выполнен из карбона. Выпуклые надписи находятся на нижней и двух боковых гранях корпуса.

Остерегайтесь подделок, мы единственные кто продает устройство «Волна»!

Юрий СКУДАРНОВ

Автор схемы устройства «Волна»,
тел.: +7 (495) 661-40-20.

Отзывы о работе, документация и инструкция представлены на сайте: <http://volna.pw/>



Рис. 3. Устройство «Волна»

Испытания шарошечного инструмента для бурения взрывных скважин некруглого поперечного сечения

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-15-18>

БУЯЛИЧ Геннадий Данилович

Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Горные машины
и комплексы» КузГТУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (3842) 39-69-40,
e-mail: gdb@kuzstu.ru

ТАЩИЕНКО Виктор Прокопьевич

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Горные машины
и комплексы» КузГТУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (3842) 39-08-92,
e-mail: ipeb@mail.kuzstu.ru

ХУСНУТДИНОВ Михаил Константинович

Старший преподаватель кафедры
«Горные машины и комплексы» КузГТУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (3842) 39-69-40,
e-mail: hmk.gmk@kuzstu.ru

Для дробления горных пород на открытых горных разработках с использованием некруглого сечения скважин требуется создание бурового инструмента. Буровой инструмент должен обеспечивать получение некруглого поперечного сечения скважины в полускальных и скальных горных породах. Для этих целей проведены промышленные испытания инструмента для бурения взрывных скважин с квадратным поперечным сечением, представляющего собой шарошечный расширитель, формирующий квадратный профиль поперечного сечения скважины, и серийное опережающее шарошечное долото. Испытания показали, что буровой инструмент способен создавать близкое к квадратному поперечное сечение скважины. Скважина сформирована с поворотом в сторону вращения квадратного профиля ее поперечного сечения. Для обеспечения прямолинейности сопряжения стенок скважины требуется, чтобы шарошки рас-

ширителя и опережающего долота обладали сходной разрушающей способностью. В результате спуско-подъемных операций произошло рассогласование шарошек относительно друг друга. Для исключения рассогласования шарошек по углу поворота относительно их осей требуется производить бурение, в том числе наращивание бурового става, без подъема бурового инструмента.

Ключевые слова: бурение, взрывная скважина, буровой инструмент, поперечное сечение буровой скважины, буровая скважина, шарошка, шарошечное долото, шарошечное бурение.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности действия взрыва является актуальной задачей, решение которой позволяет сократить расходы на взрывчатые вещества и уменьшить негативное воздействие на экологию при дроблении горных пород взрывом при добыче полезных ископаемых открытым способом [1]. Использование некруглого поперечного сечения скважины для взрывных работ является способом управления энергией взрыва [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Форма некруглого поперечного сечения оказывает влияние на распределение механических напряжений в близлежащем горном массиве, при этом вдоль направления выраженных углов стенок скважины происходит концентрация растягивающих напряжений. Это создает предпосылки того, что в начальный момент взрыва можно создавать преимущественные направления раскола горного массива, куда устремляются продукты детонации, проникая на большее расстояние. Площадь поверхности стенки скважины с некруглым поперечным сечением, на которую действуют продукты детонации, является большей, чем у скважин с круглым поперечным сечением, из-за разности периметров одинаковой площади поперечных сечений.

Для создания некруглого поперечного сечения взрывной скважины требуется буровой инструмент, способный эффективно работать по скальным и полускальным горным породам [10, 11, 12, 13]. Имеются результаты теоретических и лабораторных исследований, показывающие возможность получения некруглого поперечного сечения взрывной скважины шарошечным инструментом [14, 15, 16]. Для подтверждения результатов этих исследований проведены промышленные испытания варианта шарошечного инструмента.



Рис. 1. Буровой инструмент для промышленных испытаний и форма скважины

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ШАРОШЕЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Скважины с круглым поперечным сечением образуются благодаря вращению бурового инструмента. В большинстве известных технических решений создание некруглого поперечного сечения может происходить благодаря прерывному движению бурового инструмента [10], путем изменения его линейных размеров в процессе бурения [11] или бурения параллельно-совмещенных скважин [12]. Шарошечный буровой инструмент способен создавать некруглое поперечное сечение взрывной скважины благодаря непрерывным вращательному и поступательному движениям бурового става. При этом обеспечивается изменение линейных размеров (радиуса разрушаемого поперечного сечения скважины) от угла поворота инструмента без использования дополнительных кинематических звеньев. Для этого конус шарошек со стороны его основания является усеченным с длинами его образующих, обеспечивающих при их перекачивании разрушение забоя скважины с переменным радиусом. Вершина конуса шарошек должна лежать на оси вращения долота, что способствует более стабильной их кинематической связи с поверхностью забоя скважины [14]. Конусная поверхность шарошек должна быть образована вершинами зубчатого, штыревого или комбинированного вооружения, что способствует широкой области применения инструмента по крепости и абразивности буримых пород.

Начальное ориентирование шарошек по углу поворота относительно их осей должно быть таким, чтобы каждая из шарошек в составе бурового инструмента при его повороте воспроизводила один и тот же профиль некруглой формы поперечного сечения скважины. Для обеспечения прямолинейности сопряжения стенок скважины в

процессе бурения шарошки должны перекачиваться по забой скважины без скольжения с одинаковым передаточным отношением.

Для размещения внутри скважины нескольких шарошек требуется передаточное отношение, равное двум, при котором угол конусности шарошек является малым для размещения подшипниковой опоры с большой грузоподъемностью. Поэтому для промышленных испытаний изготовлен двухшарошечный расширитель, шарошки которого предназначены преимущественно для формирования профиля некруглого поперечного сечения, а для бурения центральной части скважины с круглым поперечным сечением использовано серийное шарошечное долото (рис. 1).

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для промышленных испытаний использован станок для вращательного бурения шарошечными долотами с продувкой сжатым воздухом, максимальное осевое усилие составило 135 кН, частота вращения – 134-138 мин⁻¹. Крепость буримой породы по М.М. Протодьяконову составила $f = 4$.

При нагрузке 30% от применяемой для данных диаметра и крепости породы (осевое усилие – 45 кН) произведено забуривание на глубину 0,8 м (рис. 2, 3). В момент начала контакта шарошек расширителя с горной породой получена квадратная форма поперечного сечения (см. рис. 2). При продолжении бурения скважина сформирована с поворотом в сторону вращения квадратного профиля поперечного сечения с шагом винтовой линии около 1,5 м (см. рис. 3).

Далее произведено опускание бурового инструмента в ранее пробуренную скважину с вращением. Бурение продолжено с величиной осевого усилия, применяемой для данных диаметра и крепости породы (усилие – 112-135 кН), и сформирована скважина глубиной 15 м (рис. 4) со средней скоростью бурения 96 м/ч. При наращивании бурового става производился подъем инструмента на высоту около 0,5 м.

Боковые стенки полученной скважины имеют концентраторы напряжений спиралевидной формы. В процессе бурения наблюдались колебания осевого усилия и крутящего

момента.



Рис. 2. Вид сбоку забуренной скважины



Рис. 3. Вид сверху на забуренную скважину (глубина – 0,8 м)



Рис. 4. Вид скважины сверху (глубина – 15 м)

момента 10-15%. Начиная с глубины 13 м неоднократно происходило подклинивание вращения, бурение останавливалось, инструмент приподнимался с вращением, затем бурение продолжалось. При подъеме инструмента с вращением наблюдались рывки. После разборки шарошечного расширителя установлено, что произошло разрушение роликов подшипниковой опоры одной из шарошек.

Перегрев шарошек опережающего долота и слабый нагрев шарошек расширителя свидетельствует о том, что опережающее долото не справлялось со своей работой, а шарошки расширителя были слабо нагружены. В таких условиях шарошки расширителя, очевидно, перекатывались со скольжением зубьев по забою, что привело к формированию слабо выраженной зубчатой рейки на забое скважины и повороту по спирали квадратного профиля скважины по направлению вращения.

Колебания осевого усилия и крутящего момента вызваны некруглой формой поперечного сечения и рассогласованием исходного положения шарошек после повторного опускания бурового инструмента в скважину с винтовой поверхностью ее стенок.

Подклинивание вращения инструмента на глубине более 13 м вызвано поломкой подшипникового узла одной из шарошек. Рывки при подъеме бурового инструмента вызваны наличием поворота по спирали квадратного профиля скважины и вращением инструмента.

ВЫВОДЫ

Промышленные испытания показали, что буровой инструмент способен создавать близкое к квадратному поперечное сечение скважины. Для исключения рассогласования шарошек по углу поворота относительно их осей требуется производить бурение, в том числе наращивание бурового става, без подъема бурового инструмента. Для обеспечения прямолинейности сопряжения стенок скважины требуется, чтобы шарошки расширителя и опережающего долота обладали сходной разрушающей способностью. Для получения бурового инструмента, с помощью которого можно реализовать опытные буровзрывные работы, необходимы разработка конструкций шарошечного инструмента с учетом полученных результатов испытаний и дальнейшие исследования процесса бурения.

Список литературы

1. Abdollahisharif J., Bakhtavar E., Nourizadeh H. Green biocompatible approach to reduce the toxic gases and dust caused by the blasting in surface mining // *Environ. Earth Sci.* 2016. Vol. 75(3). Pp. 1–12.
2. Sanchidrián J.A., García-Bermudez P., Jimeno C.L. Optimization of granite splitting by blasting using notched holes // *International Journal for Blasting and Fragmentation.* 2000. Vol. 4. Pp. 1-11.
3. Numerical study of fracture plane control in laboratory-scale blasting / S.H. Cho, Y. Nakamura, B. Mohanty et al // *Engineering Fracture Mechanics.* 2008. Vol. 75. Pp. 3966–3984.
4. Zhongwen Y., Yang G., Xu W. Experimental study of crack propagation under blasting load in notched boreholes // *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering.* 2015. Vol. 34(10). Pp. 2018-2026.
5. Экспериментально-аналитические исследования геомеханических процессов в массиве крепких сложноструктурных горных пород при взрыве зарядов ВВ различной формы / К.С. Ищенко, С.В. Коновал, И.Л. Кратковский и др. // *Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук.* 2014. № 1. Т. 1. С. 122–127.
6. Каркашадзе Г.Г., Алексеева В.А. Влияние формы горизонтального сечения скважинных зарядов на величину энергонасыщения породного массива при взрывной отбойке // *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2000. № 1. С. 33–35.
7. Numerical simulation of influence of filled joint on the crack formed by notch hole blast / J. Huang, X. Li, Y. Luo et al. // *European Journal of Environmental and Civil Engineering.* 2017. October. Pp. 1-17. doi: 10.1080/19648189.2017.1392366.
8. Yue Z.-W., Wang X. Experimental analysis on behaviors of blast-induced crack propagation in different notched borehole orientations // *Journal of China Coal Society,* 2016. December. Vol. 41. Pp. 412-418.
9. Exadaktylos G.E., Liolios P.A., Stavropoulou M.C. A semi-analytical elastic stress-displacement solution for notched circular openings in rocks // *International Journal of Solids and Structures.* 2003. Vol. 40. Pp. 1165-1187.
10. Жуков И.А., Дворников Л.Т. Разрушение хрупких сред безлезвийным инструментом с образованием отверстий некруглого сечения // *Горное оборудование и электромеханика.* 2009. № 2. С. 23–26.
11. Соколова Е.К., Богомолов И.Д. Моделирование устройств для бурения скважин с поперечным сечением

некруглой формы / Сб. науч. тр. КузПИ «Механизация горных работ». Кемерово: КузПИ, 1992. С. 78-83.

12. Патент РФ № 2407875. Устройство для бурения скважин некруглого сечения / Д.А. Юнгмейстер, В.С. Свинин, Ю.В. Демидов и др. // Бюл. 27.12.2010. № 36.

13. Zhukov I.A., Dvornikov L.T., Nikitenko S.M. About creation of machines for destruction of rock with formation of apertures of various cross-section // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 124(1). Pp. 012171.

14. Буялич Г.Д., Хуснутдинов М.К., Шмат В.Н. Особенности шарошечного бурового инструмента для полу-

чения некруглого поперечного сечения скважины // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 5. С. 10-14.

15. Buyalich G., Khusnutdinov M. Justification of the Shape of a Non-Circular Cross-Section for Drilling with a Roller Cutter // E3S Web of Conferences – EDP Sciences. 2017. Vol. 21: The second international innovative mining symposium. P. 03010.

16. Buyalich G., Khusnutdinov M. Analysis of cross-sectional shapes of borehole // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2017. Vol. 87: UPDME 2017. P. 022004.

COAL MINING EQUIPMENT

UDC 622.24.051.55 © G.D. Buyalich, V.P. Tatsienko, M.K. Khusnutdinov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 15-18

Title TESTING OF ROLLER TOOL FOR DRILLING BLAST HOLES OF NON-CIRCULAR CROSS-SECTION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-15-18>

Authors

Buyalich G.D.¹, Tatsienko V.P.¹, Khusnutdinov M.K.¹

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

Authors' Information

Buyalich G.D., Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor Mining Machinery and Complexes Department, tel.: +7 (3842) 39-69-40, e-mail: gdb@kuzstu.ru

Tatsienko V.P., Doctor of Engineering Sciences, Professor Mining Machinery and Complexes Department, tel.: +7 (3842) 39-08-92, e-mail: ipeb@mail.kuzstu.ru

Khusnutdinov M.K., senior lecturer Mining Machinery and Complexes Department, tel.: +7 (3842) 39-69-40, e-mail: hmk.gmk@kuzstu.ru

Abstract

For rock crushing in open-cast mining using a non-circular cross-section of wells requires the creation of a drilling tool. The drilling tool should ensure the creation of a non-circular cross-section of the borehole in half-rock and rock strata. For this purpose, industrial tests were carried out for a roller-cutter tool for drilling blast holes with a square cross-section, which acted like a roller reamer that forms a square profile of a borehole cross-section, and a serial pilot roller cone bit. The tests have shown that the drilling tool is able to create a near-square cross-section of the borehole. The borehole has been formed with a turn in the direction of rotation of the square profile of its cross section. To ensure the straightness of the borehole walls connection, it is required that the reaming roller cutters and the pilot roller cutters have a similar destructive capacity. As a result of landing and lifting operations, there was a mismatch between the cutters relative to each other. To eliminate the misalignment of cutters along the angle of rotation relative to their axes, it is required to drill, and to extend the drill without lifting the drilling tool.

Keywords

Drilling, Blast hole, Drilling tool, Cross-section of the borehole, Borehole, Cone roller, Cone bit, Roller drilling.

References

1. Abdollahisharif J., Bakhtavar E. & Nourizadeh H. Green biocompatible approach to reduce the toxic gases and dust caused by the blasting in surface mining. *Environ. Earth Sci.*, 2016, Vol. 75(3), pp. 1–12.
2. Sanchidrián J.A., García-Bermudez P. & Jimeno C.L. Optimization of granite splitting by blasting using notched holes. *International Journal for Blasting and Fragmentation*, 2000, Vol. 4, pp. 1-11.
3. Cho S.H., Nakamura Y., Mohanty B., Yang H.S. & Kaneko K. Numerical study of fracture plane control in laboratory-scale blasting. *Engineering Fracture Mechanics*, 2008, Vol. 75, pp. 3966–3984.
4. Zhongwen Y., Yang G. & Xu W. Experimental study of crack propagation under blasting load in notched boreholes. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2015, Vol. 34(10), pp. 2018–2026.
5. Ishchenko K.S., Konoval S.V., Kratkovskiy I.L., Kurkovskaya V.V. & Kurkovskiy A.P. Eksperimental'no-analiticheskie issledovaniya geomekhanicheskikh protsessov v massive krepkikh slozhnostrukturnykh gornykh porod pri vzryve zaryadov VV razlichnoy formy [Experimental and analytical investigation of geomechanical processes in complicated-structure rock masses under blast-

ing of explosive charges of different shapes]. *Fundamentalnye i prikladnye voprosy gornykh nauk – Fundamental and applied problems of mining sciences*, 2014, Vol. 1(1), pp. 122–127.

6. Karkashadze G.G. & Alekseeva V.A. Vliyanie formy gorizontalnogo secheniya skvazhinnykh zaryadov na velichinu energonasyschcheniya porodnogo massiva pri vzryvnoy otboyce [The influence of the horizontal section of the well charges on the energy saturation of the rock mass during explosive breaking]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2000, No. 1, pp. 33–35.

7. Huang J., Li X., Luo Y., Liu T., Dong Q., Xu K. & Tang C. Numerical simulation of influence of filled joint on the crack formed by notch hole blast. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, October 2017, pp. 1-17. doi: 10.1080/19648189.2017.1392366.

8. Yue Z.-W. & Wang X. Experimental analysis on behaviors of blast-induced crack propagation in different notched borehole orientations. *Journal of China Coal Society*, December 2016, Vol. 41, pp. 412-418.

9. Exadaktylos G.E., Liolios P.A. & Stavropoulou M.C. A semi-analytical elastic stress-displacement solution for notched circular openings in rocks. *International Journal of Solids and Structures*, 2003, Vol. 40, pp. 1165-1187.

10. Zhukov I.A. & Dvornikov L.T. Razrushenie khrupkikh sred bezlezviynym instrumentom s obrazovaniem otverstiy nekruglogo secheniya [Destruction of fragile environments with bladeless tool with formation of apertures of not round section]. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika – Mining equipment and electromechanics*, 2009, No. 2, pp. 23–26.

11. Sokolova E.K., Bogomolov I.D. *Modelirovanie ustroystv dlya bureniya skvazhin s poperechnym secheniem nekrugloy formy* [Modeling of devices for drilling wells with non-circular cross-section]. Collection of scientific of Kuzbass Polytechnic Institute “Mechanization of mining operations”. Kemerovo, KuzPI Publ., 1992, pp. 78-83.

12. Patent RU № 2407875. Ustroystvo dlya bureniya skvazhin nekruglogo secheniya [Device for drilling a non-circular cross-section]. Yungmeyster D.A., Svinin V.S., Demidov Yu.V. et al., Pub. 27.12.2010, Vol. 36.

13. Zhukov I.A., Dvornikov L.T. & Nikitenko S.M. About creation of machines for destruction of rock with formation of apertures of various cross-section. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2016, Vol. 124 (1), pp. 012171.

14. Buyalich G.D., Khusnutdinov M.K. & Shmat V.N. Osobennosti sharoshechnogo burovogo instrumenta dlya polucheniya nekruglogo poperechnogo secheniya skvazhiny [Features of rolling drilling tool to receive a non-circular cross-section borehole]. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika – Mining equipment and electromechanics*, 2017, No. 5, pp. 10–14.

15. Buyalich G. & Khusnutdinov M. Justification of the Shape of a Non-Circular Cross-Section for Drilling With a Roller Cutter. *E3S Web of Conferences. – EDP Sciences*, 2017, Vol. 21: The second international innovative mining symposium, pp. 03010.

16. Buyalich G. & Khusnutdinov M. Analysis of cross-sectional shapes of borehole. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publ., 2017, Vol. 87, UPDME 2017, pp. 022004.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ



ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА СМАЗЫВАНИЯ

**ЛУКОЙЛ
ПОЛИФЛЕКС**

EP 2-160 HD

EP 1-160 HD

АРКТИК 0-35 HD

ЛЕТО

ВЕСНА, ОСЕНЬ

ЗИМА

**ЛУКОЙЛ
КАРБОФЛЕКС**

OG 0-4000 HD

OG 00-2000 HD

OG 000-1500 HD

АРКТИК OG 900 HD

ЛЕТО

ВЕСНА, ОСЕНЬ

ЗИМА

до -55°C



Реклама

ПОДШИПНИК ЭЛЕКТРОМОТОРА РМК

ЛУКОЙЛ СИНТОФЛЕКС 2-100

ПОДШИПНИК СТУПИЦЫ ПЕРЕДНЕГО КОЛЕСА

ЛУКОЙЛ СИНТОФЛЕКС 2-100
ТЕРМОФЛЕКС EP 2-180

Техническая поддержка по подбору пластичных смазок:
Тел.: +7 (495) 981-79-43, e-mail: Grease.Support@lukoil.com
www.lukoil-masla.ru



Об учете неоптимальных режимов резания горных пород тангенциальными резцами

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-20-24>

ЖАБИН Александр Борисович

Доктор техн. наук,
действительный член Академии горных наук (АГН),
президент Тульского регионального отделения
межрегиональной общественной организации
Академия горных наук (ТРО МОО АГН),
профессор Тульского
государственного университета,
300012, г. Тула, Россия,
тел.: +7 (4872) 73-44-44, 25-19-95,
e-mail: zhabin.tula@mail.ru

ПОЛЯКОВ Андрей Вячеславович

Доктор техн. наук,
академический советник АГН,
ТРО МОО АГН, профессор
Тульского государственного университета,
300012, г. Тула, Россия,
тел.: +7 (4872) 25-71-05, 25-19-95,
e-mail: polyakoff-an@mail.ru

АВЕРИН Евгений Анатольевич

Канд. техн. наук,
инженер-конструктор
ООО «Скуратовский опытно-
экспериментальный завод»,
300911, г. Тула, Россия,
тел.: +7 (4872) 31-35-25, 31-36-18,
e-mail: evgeniy.averin.90@mail.ru

ЛИННИК Юрий Николаевич

Доктор техн. наук,
профессор Государственного
университета управления,
109542, Москва, Россия,
тел.: +7 (499) 784-60-05,
e-mail: vy_linnik@guu.ru

ЛИННИК Владимир Юрьевич

Доктор экон. наук,
доцент Государственного
университета управления,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (499) 784-60-05,
e-mail: vy_linnik@guu.ru

Приведены сведения об оптимальном шаге резания при работе резцов исполнительных органов проходческих комбайнов с точки зрения энергоемкости процесса резания. Показано, что не может быть какой-то одной оптимальной его величины. Проанализированы режимы работы тангенциального резца в аспекте рассматриваемого вопроса и выделены соотношения оптимального и реального шага резания. Получена расчетная зависимость для определения коэффициента, учитывающего степень обнажения забоя в аспекте использования ее в исследовательской и проектной деятельности с применением компьютерных технологий и даны рекомендации использования этой зависимости.

Ключевые слова: горные породы, режимы резания, усилие на резце, глубина резания, оптимальный шаг резания, степень обнажения забоя, неоптимальность режима резания, расчетные зависимости.

ВВЕДЕНИЕ

Оптимальными параметрами режима резания являются такие сочетания шага резания t и толщины стружки h , которые обеспечивают минимально возможную удельную энергоемкость процесса при определенных значениях силовых характеристик исполнительного органа проходческого комбайна и физико-технических свойствах разрушаемых горных пород [1]. На режущих фрезах режущие блоки, включающие резцедержатель и инструмент, размещаются по определенным схемам, характеризующимся количеством спиралей и углом их наклона, количеством резцов в линии резания и расстоянием между соседними линиями резания [2, 3, 4]. Так как режущие блоки жестко соединяются с корпусом фрезы, то шаг резания для каждой конкретной конструкции фрезы остается неизменным. В то же время, в зависимости от физико-технических свойств разрушаемой среды, толщина стружки может изменяться в достаточно широких пределах, поэтому при проектировании режущих фрез особое внимание обращается на выбор шага резания [5]. Очевидно, что не может быть какой-то одной оптимальной его величины $t_{\text{опт}}$, поэтому пытаются найти компромиссные решения по выбору t , которые позволяли бы получить удельную энергоемкость процесса резания, не очень превышающую минимально возможную ее величину.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

При работе горнопроходческих машин, оснащенных фрезами, выполненными в виде тел вращения и оснащаемых, как правило, тангенциальными резцами, последние срезают стружки, имеющие серповидную форму (рис. 1).

В расчетных зависимостях для определения усилий резания и подачи, действующих на поворотные резцы при разрушении пород, регламентированных ОСТ 12.44.197-81 [6], параметры t и h входят как множители. Толщина стружки h принимается как средняя в зависимости от ее максимальной величины h_{\max} :

$$h = \frac{\pi}{2} \cdot h_{\max} \quad (1)$$

По мере накопления опыта эксплуатации поворотных резцов и проведения дальнейших исследований процесса разрушения пород такими резцами, направленными на изучение их износостойкости, определения оптимальных углов ориентации и рациональных параметров инструмента, подтвердилась хорошая сходимость расчетных и экспериментальных данных в диапазоне оптимальных значений t_{opt} или близких к ним. При $t < t_{\text{opt}}$ отклонения были небольшими, иногда даже в пределах разброса экспериментальных данных. Однако, исходя из физических особенностей процесса резания при таких режимах, есть определенные условия, обуславливающие неизбежность превышения реальных величин усилий над расчетными значениями.

Иные результаты получались, когда шаг резания превышал оптимальную его величину для данных конкретных условий. Если при $t < t_{\text{opt}}$ между соседними линиями резания образовывались при срезании каждого слоя небольшие неразрушенные чешуйки породы высотой до нескольких миллиметров, то при $t > t_{\text{opt}}$ и по мере увеличения t высота породных чешуек возрастала и их скалывание происходило после срезания не одного, а нескольких, например, 2-5 слоев. В результате резцы работали в режиме все увеличивающейся степени блокированности, приближаясь к условиям резания в щели, что, в конечном счете, приводило к интенсивному росту усилий резания и подачи. Такой режим резания, по существу, является прерывисто-установившимся. Что же касается роста усилий, то он обусловлен как повышением степени блокированности реза, так и ролью головки державки резца в процессе разрушения породы. Тем более что поворотные резцы, как правило, устанавливают с разворотом в сторону неразрушенной части массива после прохода резца в соседней линии. В результате увеличивается площадь контакта головки державки инструмента с породным чешуйком. Он образуется между предыдущим и очередным резами в одном и том же срезаемом слое. А чем больше площадь контакта, тем выше усилия резания и подачи.

Следовательно, исходя из изложенного и обращаясь к схеме на рис. 1, в поперечном сечении серповидной стружки можно условно выделить при разных соотношениях t и t_{opt} следующие участки. Два участка 1 в начале и в конце серпа, у которых $t > t_{\text{opt}}$ один участок 2 в средней части серпа с $t < t_{\text{opt}}$ и два промежуточных участка 3, соответствующих $t = t_{\text{opt}}$ или весьма близких к их значениям.

В реальных условиях применения продольно-осевых коронок при определенных сочетаниях энерговооруженности исполнительного органа и прочности породы возможно образование только участков 1 и 3. Теоретически

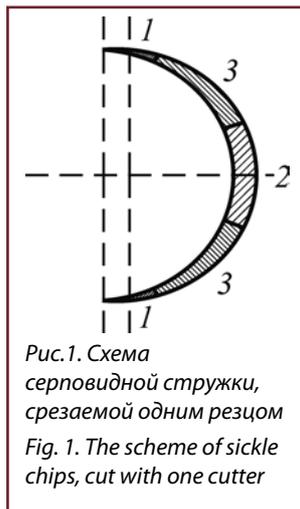


Рис. 1. Схема серповидной стружки, срезаемой одним резцом
Fig. 1. The scheme of sickle chips, cut with one cutter

возможен режим резания, когда весь серп образуется при $t < t_{\text{opt}}$. Но это явно бесперспективный вариант применения комбайна.

Изложенное свидетельствует о необходимости корректировки метода расчета, предусмотренного ОСТом [6], например путем введения в расчетные зависимости поправочного коэффициента, учитывающего влияние степени обнажения забоя $K_{\text{об}}$. Такая попытка была предпринята сотрудниками Тульского политехнического института (ныне ТулГУ) и ЦНИИПодземмаша. Ими было предложено учитывать влияние степени обнажения забоя следующим образом. При соотношении шага резания и толщины стружки $t/h = 1 - 3$ значения коэффициента $K_{\text{об}}$ принимать равным 1, а при $t/h > -3$ соответственно $K_{\text{об}} = 1,5$. Такой подход к решению рассматриваемого вопроса представляется недостаточно обоснованным. Во-первых, не в полной мере учитываются особенности формирования усилий резания и подачи на резце при t/h меньше оптимальной величины, во-вторых, диапазон $t/h = 1 - 3$ ($K_{\text{об}} = 1$), безусловно, завышен и, наконец, в-третьих, принимать $K_{\text{об}} = 1,5$ при любых значениях $t/h > 3$ неправомерно.

Более того, выбор коэффициентов в зависимости только от соотношения t/h , без учета влияния хрупко-пластических свойств пород, может привести к существенным ошибкам в расчетах, так как указанная характеристика свойств пород оказывает существенное влияние на величину оптимального, с точки зрения удельных затрат энергии, шага резания. Поэтому при определении величины $K_{\text{об}}$ следует исходить не из соотношения t/h , а из t/t_{opt} .

Следует отметить, что при расчете сил резания исполнительными органами очистных комбайнов учитывается и степень обнажения забоя [7].

Известны рекомендации по определению t_{opt} для тех или иных конструкций резцов и условий их применения. Например, в работе [8] для проходческих комбайнов, оснащенных резцами с твердосплавными вставками большого диаметра, рекомендуется принимать шаг резания в диапазоне от 30 до 35 мм. Но наиболее представительной является рекомендация по определению t_{opt} , разработанная в ИГД им. А.А. Скочинского [9]:

$$t_{\text{opt}} = 3,65 K_z \cdot tg\varphi \cdot h^{0,5}, \quad (2)$$

где K_z – коэффициент, учитывающий геометрию резца; $tg\varphi$ – показатель хрупко-пластических свойств пород по методу ИГД им. А.А. Скочинского.

Как отмечалось выше, многочисленные исследования процесса разрушения горных пород поворотными резцами были в основном направлены на установление влияния геометрии и параметров резцов и твердосплавных вставок, а также углов установки резцов и их разворота на силовые и энергетические характеристики процесса резания, а также на изучение закономерностей и видов изнашивания таких резцов. Но все эти исследования, как правило, выполнялись в оптимальных или близких к ним режимах резания.

Ознакомившись почти со всеми исследованиями процесса разрушения горных пород поворотными резцами,

Результаты экспериментов по резанию горных пород в неоптимальных режимах

Горная порода	Шаг резания, мм	Усилия резания, Н		Удельная энергоёмкость $H_{вр}$ кВт ч/м ³		$\frac{t}{t_{онм}}$	$K_{об}$
		Расчетные $P_{зр}$	Экспериментальные $P_{зэ}$	Расчетная $H_{вр}$	Экспериментальная $H_{вэ}$		
Известняк	10	911	992	2,47	2,69	0,4	1,13
	15	1311	1329	2,38	2,41	0,6	1,09
	20	1711	1630	2,33	2,22	0,8	1,02
	25	2111	1956	2,30	2,13	1,0	1,0
	30	2511	2406	2,28	2,18	1,2	1,03
	35	2911	3010	2,26	2,34	1,4	1,11
	40	3311	4022	2,25	2,73	1,6	1,30
	50	4111	5992	2,24	3,25	2,0	1,57
Песчаник	5	1093	1201	5,95	6,53	0,18	1,17
	10	1948	2103	5,30	5,72	0,36	1,15
	15	2803	2904	5,08	5,27	0,54	1,11
	20	3658	3521	4,97	4,79	0,71	1,02
	25	4513	4200	4,91	4,67	0,89	1,01
	30	5368	5122	4,87	4,64	1,07	1,01
	35	6223	6312	4,83	4,90	1,25	1,07
	40	7078	7957	4,81	5,41	1,43	1,19

выполненными в ИГД им. А.А. Скочинского, можно выделить исследования [10], представляющие интерес в аспекте рассматриваемой задачи и охватывающие широкий диапазон шагов резания, отличных от оптимального значения. Результаты этих экспериментальных исследований приведены в таблице.

В обобщенном виде по всем циклам опытов экспериментальные данные представлены на рис. 2.

Ранее отмечалось [9], что имеются две разные зависимости для диапазонов $t/t_{онм} < 1$ и $t/t_{онм} > 1$, для которых получены следующие уравнения:

$$- \text{для } t/t_{онм} < 1: K_{об} = 1,19 - 0,19 \cdot \frac{t}{t_{онм}}; \quad (3)$$

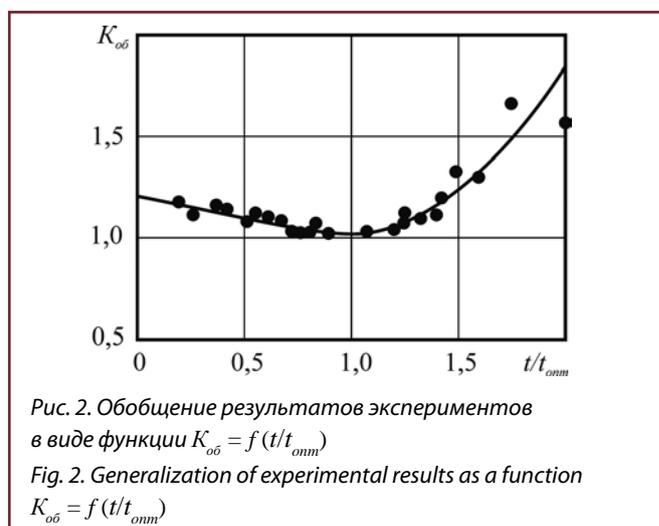
$$- \text{для } t/t_{онм} > 1: K_{об} = 1,62 - 1,33 \cdot \frac{t}{t_{онм}} + 0,73 \cdot \left(\frac{t}{t_{онм}}\right)^2. \quad (4)$$

Надежность полученных зависимостей (3) и (4) характеризуется достаточно высокими индексами корреляции, равными в обоих случаях $R = 0,92$, и критериями Фишера, равными соответственно $F = 82,9$ и $F = 88,5$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с оформившимся в последние годы трендом на использование компьютерных технологий в исследовательской и проектной деятельности в области горного машиностроения [11, 12, 13] устоявшиеся к настоящему времени методы и методики определения различных показателей эффективности основных и вспомогательных процессов горного производства требуют пересмотра с точки зрения соответствия современному уровню технологий.

Нами уже разработана новая методика определения устойчивости проходческих комбайнов [14] и модифицирована методика для расчета устойчивого момента двигателя проходческого комбайна [15]. В данном же случае выражения (3) и (4) вполне пригодны для использования в компьютерных расчетных алгоритмах. Но в то же время такой алгоритм должен также содержать некоторую функцию, позволяющую осуществлять выбор конкретной формулы в зависимости от известного условия для $t/t_{онм}$. За-



мена выражений (3) и (4) единой зависимостью позволит избавиться от указанной функции, что приведет к высвобождению вычислительной мощности на решение других задач.

Статистическая обработка экспериментальных данных, представленных в таблице и на рис. 2, позволила получить следующее уравнение:

$$K_{об} = 1,334 - 0,7808 \cdot \frac{t}{t_{онм}} + 0,478 \cdot \left(\frac{t}{t_{онм}}\right)^2. \quad (5)$$

Надежность полученной зависимости (5) характеризуется достаточно высоким индексом корреляции, равным $R = 0,92$, и критерием Фишера, равным $F = 68,6$. Отметим, что надежность выражения (5) не уступает надежности выражений (3) и (4).

Однако и выражение (5) недостаточно адекватно описывает неоптимальные режимы резания горных пород тангенциальными резцами. Дело в том, что при существенном отличии реального шага резания t от оптимального шага $t_{онм}$ значение коэффициента $K_{об}$ принимает неестественно большие значения, стремясь к бесконечности при $t_{онм} \rightarrow 0$. Это, например, возможно на участках 1 (см. рис. 1),

когда значения глубины резания настолько невелики, что и значения оптимального шага резания, получаемые по формуле (2), также чрезвычайно малы. В результате значения коэффициента $K_{об}$ принимает слишком большие значения, что приводит к завышению величины усилия резания, определяемого по следующей формуле [9]:

$$F_z = P_k \cdot [1,5 \cdot K_z \cdot K_{mp} \cdot K_{xn} \cdot K_{об} \cdot (0,25 + 0,018 \cdot t \cdot h)], (6)$$

где P_k – показатель контактной прочности, МПа; K_z – коэффициент, учитывающий влияние геометрии резца на усилие резания; K_{xn} – коэффициент, учитывающий влияние хрупко-пластических свойств породы; K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние трещиноватости пород.

Описанное явление продемонстрировано на рис. 3 при расчете по формулам (2), (5) и (6) и следующих исходных данных: $P_k = 815$ МПа; $K_z = 1,75$; $K_{xn} = 1,68$; $K_{mp} = 1$; $\operatorname{tg} \varphi = 1,2$; $t = 40$ мм.

Очевидно, что функция, описывающая влияние глубины резания на усилия, возникающие на резцовом инструменте, должна выходить из начала координат и иметь вид, близкий к линейной зависимости. Однако в имеющейся математической модели вблизи оси ординат происходит изменение направления монотонности функции. Точка перегиба (экстремум) функции является крайней точкой, в которой существующая математическая модель адекватна реальному процессу резания горных пород. Серия численных экспериментов с различными вариациями исходных данных показала следующее. Изменение любых параметров, кроме шага резания t , не приводит к изменению значения абсциссы экстремума функции, описывающей влияние неоптимального шага резания на усилие резания, вариант которой показан на рис. 3. При этом с изменением шага резания t значение абсциссы экстремума, то есть глубины резания h , при которой математическая модель перестает соответствовать реальному процессу, соразмерно изменяется так, что отношение $t/h \approx 9$. На основании этого можно заключить, что при отношении шага резания t к глубине резания h больше 9, взаимное влияние от соседних линий резания исчезает, а само резание переходит в режим строго заблокированного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, получена зависимость, позволяющая за одно действие определить влияние неоптимальности режима резания тангенциальным резцом массива горных пород. Также определена граница применимости указанной зависимости, которая соответствует условию отношения текущего шага резания к текущей глубине резания не более девяти, иначе влияние от соседних резцов на усилия на инструментах исчезает, а режим резания переходит к строго заблокированному. При этом для расчета коэффициента неоптимальности режима резания в заблокированном режиме необходимо заменить в формуле (5) величину шага резания t на величину $9 \cdot h$, получив максимальное значение этого коэффициента для заданных условий.

Список литературы

1. Estimation of optimum specific energy based on rock properties for assessment of roadheader performance / C. Balci, M.A. Demircin, H. Copur, H. Tuncdemir // Journal of

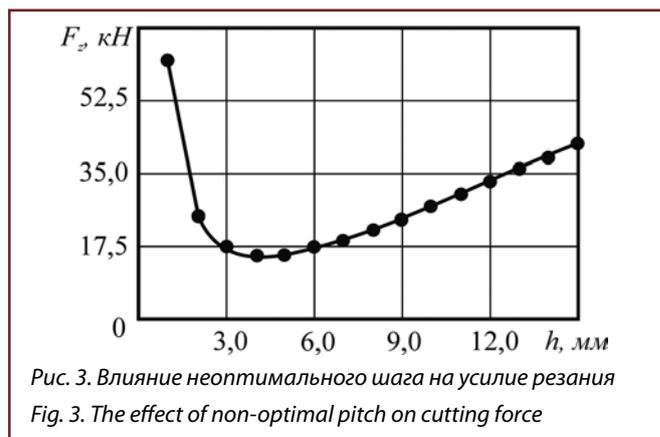


Рис. 3. Влияние неоптимального шага на усилие резания
Fig. 3. The effect of non-optimal pitch on cutting force

the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2004. Vol. 104. N 11. P. 633-642.

2. Effects of spiral line for pick arrangement on boom type roadheader cutting load / X.Y. Li, Y.G. Lv, S.B. Jiang, Q.L. Zeng // International Journal of Simulation Modelling. 2016. Vol. 15. N 1. Pp. 170-180. doi: 10.2507/IJSIMM15(1)CO4.

3. Hekimoglu O.Z., Ozdemir L. Effect of angle of wrap on cutting performance of drum shearers and continuous miners // Mining Technology. 2004. Vol. 113. N 2. Pp. 118-122. doi: 10.1179/037178404225004977.

4. New computer simulation procedure of heading face mining process with transverse cutting heads for roadheader automation / M. Dolipski, P. Cheluszka, P. Sobota, E. Remiorz // Archives of Mining Sciences. 2017. Vol. 62. N 1. Pp. 83-104. doi: 10.1515/amsc-2017-0007.

5. Dominant rock properties affecting the performance of conical picks and the comparison of some experimental and theoretical results / N. Bilgin, M.A. Demircin, H. Copur et al. // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2006. Vol. 43. N 1. Pp. 139-156. doi: 10.1016/j.ijrmms.2005.04.009.

6. ОСТ 12.44.197-81. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. М.: Минуглепром СССР, 1981. 48 с.

7. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика. М., 1984. 108 с.

8. Клейнерт Х.В. Новые результаты, полученные на экспериментальном стенде Режущие головки для комбайнов избирательного действия // Глюкауф. 1982. № 9. С. 33-39.

9. Состояние научных исследований в области разрушения горных пород резцовым инструментом на рубеже веков / А.Б. Жабин, А.В. Поляков, Е.А. Аверин, В.И. Сарычев // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2018. № 1. С. 230-247.

10. Свиридова Н.Н. Установление рациональных параметров барабанных исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия: дисс ... канд. техн. наук. М.: ИГД им. А.А. Скочинского. 1990. 198 с.

11. Automation for Pick Arrangement Design of a Cutting Head Attachment Using Recur Dyn Process Net / J.H. Kang, J.S. Jang, J.W. Lee et al. // Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A. 2016. Vol. 40. N 7. Pp. 685-692. (in Korean). doi: 10.3795/KSME-A.2016.40.7.685.

12. Optimization design for roadheader cutting head by orthogonal experiment and finite element analysis / X. Li, Y. Lv,

S. Xu et al. // *Tehnički vjesnik*. 2016. Vol. 23. N 3. Pp. 707-714. doi: 10.17559/TV-20140925151139.

13. Cheluszka P., Gawlik J. Komputerowa symulacja obciążeń dynamicznych w wybranych węzłach konstrukcyjnych nadwozia wysięgnikowego kombajnu chodnikowego w trakcie realizacji procesu roboczego // *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*. 2017. Vol. 6. N 2. Pp. 54-67. (in Polish).

14. О расчетной схеме для определения устойчивости проходческого комбайна / А.Б. Жабин, А.В. Поляков, Т.В. Ковалева, Е.А. Аверин // *Горное оборудование и электромеханика*. 2018. № 2. С. 46-49.

15. Модернизация метода для расчета устойчивого момента двигателя проходческого комбайна / А.Б. Жабин, А.В. Поляков, Е.А. Аверин, Ал.В. Поляков // *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. 2018. № 3. С. 170-179.

UDC 622.23.054 © A.B. Zhabin, A.V. Polyakov, E.A. Averin, Yu.N. Linnik, V.Yu. Linnik, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 20-24

COAL MINING EQUIPMENT

Title CONSIDERATION OF NON-OPTIMAL CUTTING CONDITIONS OF ROCKS BY TANGENTIAL CUTTERS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-20-24>

Authors

Zhabin A.B.^{1,2}, Polyakov A.V.^{1,2}, Averin E.A.³, Linnik Yu.N.⁴, Linnik V.Yu.⁴

¹ Tula Regional Department of the Academy of Mining Sciences, Tula, 300028, Russian Federation

² Tula State University, Tula, 300012, Russian Federation

³ "SOEZ" LLC, Tula, 300911, Russian Federation

⁴ State University of Management, Moscow, 109542, Russian Federation

Authors' Information

Zhabin A.B., Doctor of Engineering Sciences, Professor, full member of the Academy of Mining Sciences, President of the Tula Regional Department of the Academy of Mining Sciences, tel.: +7 (4872) 73-44-44, 25-19-95, e-mail: zhabin.tula@mail.ru

Polyakov A.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, academic advisor of the Academy of Mining Sciences, tel.: +7 (4872) 25-71-05, 25-19-95, e-mail: polyakoff-an@mail.ru

Averin E.A., PhD (Engineering), engineer-designer, tel.: +7 (4872) 31-35-25, 31-36-18, e-mail: evgeniy.averin.90@mail.ru

Linnik Yu.N., Doctor of Engineering Sciences, Professor, tel.: +7 (499) 784-60-05, e-mail: vy_linnik@guu.ru

Linnik V.Yu., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, tel.: +7 (499) 784-60-05, e-mail: vy_linnik@guu.ru

Abstract

Provides information about the optimal cutting step when the cutters of the executive bodies of the roadheaders work in terms of energy intensity of the cutting process. It is shown that there can not be any one of its optimal value. The modes of operation of the tangential cutter are analyzed in the aspect of the issue under consideration and the ratios of the optimal and real cutting steps are highlighted. The calculated dependence was obtained to determine the coefficient that takes into account the degree of the outcrop of the face in terms of its use in research and project activities using computer technologies and recommendations were made to use this dependence.

Figures:

Fig. 1. The scheme of sickle chips, cut with one cutter

Fig. 2. Generalization of experimental results as a function $K_{ob} = f(t/t_{opt})$

Fig. 3. The effect of non-optimal pitch on cutting force

Keywords

Rocks, Cutting conditions, Force on the cutter, Cutting depth, Optimum cutting step, Degree of outcrop of the face, Non-optimal cutting conditions, Calculated dependencies.

References

- Balci C., Demircin M.A., Copur H. & Tuncdemir H. Estimation of optimum specific energy based on rock properties for assessment of roadheader performance. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2004, Vol. 104, No. 11, pp. 633-642.
- Li X.Y., Lv Y.G., Jiang S.B. & Zeng Q.L. Effects of spiral line for pick arrangement on boom type roadheader cutting load. *International Journal of Simulation Modelling*, 2016, Vol. 15, No. 1, pp. 170-180. doi: 10.2507/IJSIMM15(1)CO4.
- Hekimoglu O.Z. & Ozdemir L. Effect of angle of wrap on cutting performance of drum shearers and continuous miners. *Mining Technology*, 2004, Vol. 113, No. 2, pp. 118-122. doi: 10.1179/037178404225004977.
- Dolipski M., Cheluszka P., Sobota P. & Remiorz E. New computer simulation procedure of heading face mining process with transverse cutting heads for roadheader automation. *Archives of Mining Sciences*, 2017, Vol. 62, No. 1, pp. 83-104. doi: 10.1515/amsc-2017-0007.
- Bilgin N., Demircin M.A., Copur H. et al. Dominant rock properties affecting the performance of conical picks and the comparison of some

experimental and theoretical results. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2006, Vol. 43, No. 1, pp. 139-156. doi: 10.1016/j.ijrmms.2005.04.009.

6. Industry standard 12.44.197-81. *Kombayny prokhodcheskiye so strelovidnym ispolnitel'nyim organom. Raschet ekspluatatsionnoy nagruzhennosti transmissii ispolnitel'nogo organa* [Tunneling miners with swept executive body. Calculation of the operational loading of the transmission of the executive body]. Moscow, Minugleprom SSSR, 1981, 48 p.

7. Industry standard 12.44.258-84. *Kombayny ochistnyye. Vybory parametrov i raschet sil rezaniya i podachi na ispolnitel'nykh organakh. Metodika* [Shearers. The choice of parameters and calculation of cutting forces and feed on the executive bodies. Technique.]. Moscow, 1984, 108 p.

8. Kleynert Kh.V. Novyye rezul'taty, poluchennyye na eksperimentalnom stende. Rezhushchiye golovki dlya kombaynov izbiratel'nogo deystviya. [New results obtained on an experimental stand. Cutting heads for combines of selective action]. *Glyukauf*, 1982, No. 9, p. 33-39.

9. Zhabin A.B., Polyakov A.V., Averin E.A. & Sarychev V.I. Sostoyaniye nauchnykh issledovaniy v oblasti razrusheniya gornyx porod reztsovym instrumentom na rubezhe vekov [The state of scientific research in the field of rock destruction using a cutting tool at the turn of the century]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle – News TSU. Earth Sciences*, 2018, No. 1, pp. 230-247.

10. Sviridova N.N. *Ustanovleniye ratsional'nykh parametrov barabannykh ispolnitel'nykh organov prokhodcheskikh kombaynov izbiratel'nogo deystviya*. Diss. kand. techn. nauk [Establishment of rational parameters of drum-type executive bodies of selective-driving tunneling miner harvesters. PhD (Engineering) diss.]. Moscow, Skochinskiy Mining Institute Publ., 1990, 198 p.

11. Kang J.H., Jang J.S., Lee J.W. et al. Automation for Pick Arrangement Design of a Cutting Head Attachment Using Recur Dyn Process Net. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers*, 2016, Vol. 40, No. 7, pp. 685-692. (in Korean). doi: 10.3795/KSME-A.2016.40.7.685.

12. Li X., Lv Y., Xu S. et al. Optimization design for roadheader cutting head by orthogonal experiment and finite element analysis. *Tehnički vjesnik*, 2016, Vol. 23, No. 3, pp. 707-714. doi: 10.17559/TV-20140925151139.

13. Cheluszka P. & Gawlik J. Komputerowa symulacja obciążeń dynamicznych w wybranych węzłach konstrukcyjnych nadwozia wysięgnikowego kombajnu chodnikowego w trakcie realizacji procesu roboczego [Computer simulation of dynamic loads in selected structural nodes of the cantilevers chassis of a heading machine during the working process]. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji – Support Systems in Production Engineering*, 2017, Vol. 6, No. 2, pp. 54-67. (in Polish).

14. Zhabin A.B., Polyakov A.V., Kovaleva T.V. & Averin E.A. O raschetnoy skheme dlya opredeleniya ustoychivosti prokhodcheskogo kombayna [About the design scheme for determining the stability of the tunneling miner]. *Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika – Mining equipment and electrical engineering*, 2018, No. 2, pp. 46-49.

15. Zhabin A.B., Polyakov A.V., Averin E.A. & Polyakov A.I.V. Modernizatsiya metoda dlya rascheta ustoychivogo momenta dvigatelya prokhodcheskogo kombayna. [Modernization of the method for calculating the stable torque of the engine of the tunneling miner]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle – News TSU. Earth Sciences*, 2018, No. 3, pp. 170-179.

БЕЛАЗ

РЕКЛАМА

ОАО «БЕЛАЗ» - абсолютный лидер в объеме мировых поставок карьерных самосвалов грузоподъемностью 110-136 тонн.



Карьерный самосвал **БЕЛАЗ-75131**
грузоподъемностью 136 тонн

www.belaz.by

Дизель-троллейвозный транспорт «БЕЛАЗ»: перспективы использования в горном производстве

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-26-27>

ЕГОРОВ Александр Николаевич

Генеральный конструктор
ОАО «БЕЛАЗ» – начальник НТЦ,
222161, г. Жодино, Республика Беларусь,
e-mail: egorov@belaz.minsk.by

БИГЕЛЬ Николай Викторович

Заместитель главного конструктора
ОАО «БЕЛАЗ» – начальник отдела УГК НТЦ,
222161, г. Жодино, Республика Беларусь

Специалистами Белорусского автозавода ведется постоянная работа по разработке и внедрению в производство машин, которые позволяют добиться экономической эффективности и высокой производительности в процессе добычи полезных ископаемых. Одним из таких решений для горнодобывающей промышленности является использование на карьерах дизель-троллейвозов.

Ключевые слова: ОАО «БЕЛАЗ», дизель-троллейвоз, горнодобывающие предприятия, увеличение производительности, снижение стоимости перевозок.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений работы ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» (далее – ОАО «БЕЛАЗ») являются постоянное расширение линейки выпускаемой продукции и ее совершенствование с целью повышения производительности и снижения затрат в горнодобывающей промышленности.

Для достижения этих целей специалистами Белорусского автозавода ведется постоянная работа по поиску и внедрению в производство наиболее совершенных технических решений.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ТРОЛЛЕЙВОЗНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Применение высокоэффективных дизельных двигателей с электронными регуляторами подачи топлива позволяет добиться максимальной энергоэффективности. Использование электрических трансмиссий с современными системами управления на базе программируемых контроллеров обеспечивает оптимальное сочетание характеристик электропривода и дизельного двигателя. Внедрение бортовых систем диагностики и мониторинга дает возможность в режиме реального времени отслеживать параметры работы всех систем карьерной техники и при достижении заданных уровней передавать предупреждение оператору или корректировать режимы работы. Интерес с точки зрения эксплуатации могут вызывать самосвалы, работающие на газом топливе.

Еще одним эффективным решением для горнодобывающей промышленности является дизель-троллейвоз (рис. 1).

Имеющийся у ОАО «БЕЛАЗ» опыт позволяет сделать выводы, что применение карьерного транспорта такого вида позволяет:

- увеличить скорость движения самосвала на подъеме в 1,8-2 раза, что дает возможность поднять производительность и нарастить объемы перевозок;
- обеспечить снижение расхода топлива до 80%;



Рис. 1. 3-D модель дизель-троллейвоза грузоподъемностью 240 т

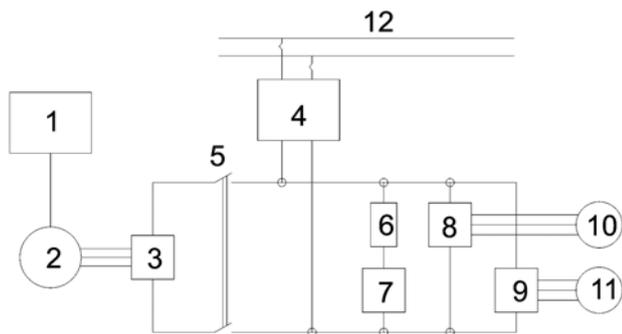


Рис. 2. Упрочненная электрическая схема дизель-троллейвоза: 1 – дизельный двигатель; 2 – тяговый генератор; 3 – выпрямитель; 4 – дополнительный силовой шкаф; 5 – силовой выключатель; 6 – тормозной резистор; 7 – чоппер; 8, 9 – инверторы; 10, 11 – тяговые электродвигатели; 12 – контактная сеть

- снизить затраты на техническое обслуживание дизельного двигателя и его систем;
- значительно снизить выбросы вредных веществ в окружающую среду и улучшить экологическую обстановку в карьере и прилегающих регионах;
- применить дизельные двигатели меньшей мощности (для обеспечения движения в зоне погрузки, выгрузки и на спуск).

Применяемые в настоящее время системы управления электромеханической трансмиссией карьерных самосвалов позволяют легко адаптироваться к условиям работы с контактной сетью, обеспечивая плавный разгон и работу на оптимальных режимах. По сравнению с обычным исполнением самосвала дизель-троллейвоз оборудуется пантографами (токосъемниками), дополнительным силовым шкафом с элементами системы защиты и диагностики, органами управления троллейным режимом, устанавливается доработанное программное обеспечение. Упрочненная электрическая схема дизель-троллейвоза приведена на рис. 2.

Проведенные расчеты тягово-динамических характеристик дизель-троллейвоза «БЕЛАЗ» грузоподъемностью 240 т (рис. 3) подтверждают значительное увеличение скорости и тягового усилия в троллейном режиме.

Новый импульс этому направлению развития карьерной техники могут придать исключение дизельного двигателя из состава троллейвоза и применение вместо него накопителей на базе аккумуляторов или конденсаторов. Это позволит вести разговор о полностью «зеленом» транспорте, свободном от вредных выбросов. Зарядка накопителей предполагается во время движения под контактной сетью и на спуске. При увеличении удельной емкости аккумуляторных батарей и количества их циклов заряда-разряда в несколько раз есть все основания полагать, что такое техническое решение станет очень востребованным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С ростом стоимости нефти и дизельного топлива актуальность использования дизель-троллейвозного транспорта будет только расти. А стремление горнодобывающих предприятий к увеличению производительности и снижению стоимости перевозок придаст новый импульс развитию энергоэффективных технологий.

Сегодня ОАО «БЕЛАЗ» готов к изготовлению дизель-троллейвозного транспорта на базе карьерных самосвалов с электромеханической трансмиссией.

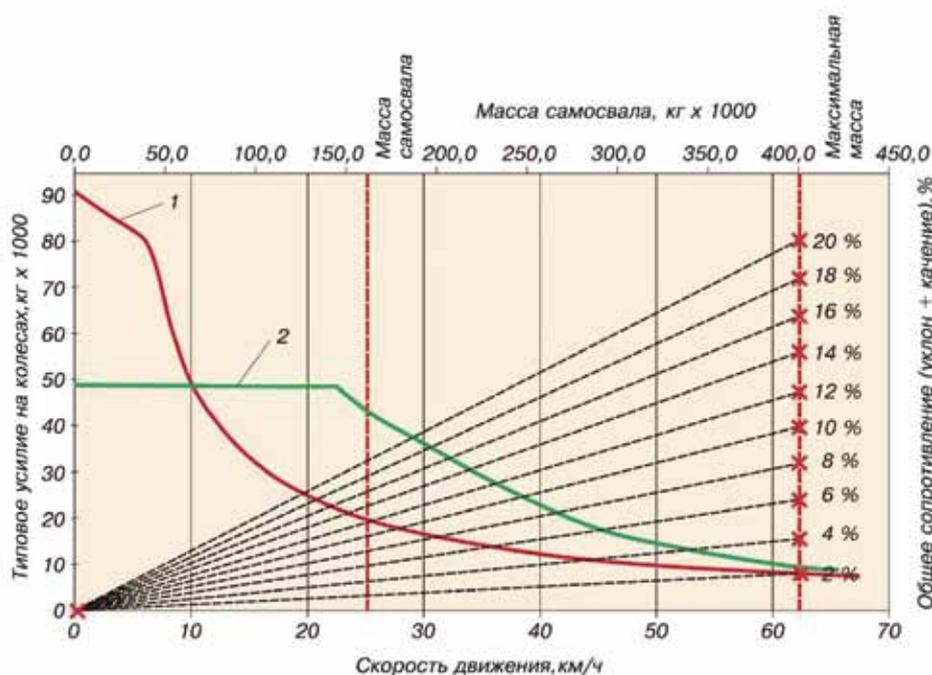


Рис. 3. Расчеты тягово-динамических характеристик дизель-троллейвоза «БЕЛАЗ» грузоподъемностью 240 т

Основные результаты экспериментальных исследований изоляции отработавших газов ДВС карьерных тепловозов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-28-30>

ИБАТОВ Марат Кенесович

*Доктор техн. наук, профессор,
ректор КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан*

АЛИЕВ Самат Бикитаевич

*Доктор техн. наук, профессор,
старший научный сотрудник ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: alsamat@gmail.com*

БАЛАБАЕВ Оюм Темиргалиевич

*Канд. техн. наук,
преподаватель КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: balabaev.ot@mail.ru*

АСКАРОВ Бахтияр Шарапиденович

*Докторант кафедры
«Транспортная техника
и логистические системы» КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: bahtiyar_askarov@mail.ru*

В статье представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных авторами разработки устройства для изоляции отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) карьерных тепловозов. Предлагаемая разработка предназначена для снижения вредного воздействия отработавших газов двигателей тепловозов на окружающую природную среду карьеров. Для определения рациональных конструктивных параметров разработки, были проведены экспериментальные исследования системы «источник отработавших газов – накопительная емкость». Проверка справедливости гипотезы о возможности изоляции отработавших газов осуществлялась путем определения времени заполнения накопительной емкости газами в зависимости от частоты вращения. Обработка и анализ результатов эксперимента показали, что модель адекватна и хорошо описывает изучаемый процесс.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, изоляция, окружающая среда, отработавшие газы, карьерный тепловоз, экология, эксперимент, экспериментальный стенд.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время увеличение глубины карьеров вызывает повышение объемов перевозки грузов, что, соответственно, приводит к увеличению числа транспортных средств и концентрации их в карьерах. Это увеличение повышает нагрузку на внутреннюю экологию карьеров [1]. Основными видами влияния карьерного транспорта на внутреннюю экологию карьеров являются: отбор территорий карьера для сооружения дорог; расход воды при эксплуатации транспорта; пылеобразование при перевозке грузов; расход ГСМ и электроэнергии. Карьерные тепловозы помимо вышеперечисленных влияний загрязняют атмосферу в карьерах за счет выброса вредных веществ при работе двигателей внутреннего сгорания. Наряду с этим в атмосферу карьера с отработавшими газами поступают различные аэрозольные и газообразные компоненты. Наиболее опасные из них: газообразные – азот, углерод, альдегиды; аэрозольные – сажа и различные токсичные вещества [2, 3].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВС КАРЬЕРНЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

В Карагандинском государственном техническом университете (КарГТУ) выполнена работа по разработке устройства для изоляции отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) карьерных тепловозов. В результате на разработку получен патент на полезную модель Республики Казахстан [4]. Работа устройства осуществляется следующим образом: при работе тепловоза отработавшие газы из ДВС отводятся в компрессор, который через трубопровод нагнетает их в накопительную емкость; для исключения возврата отработавших газов в трубопровод накопительная емкость снабжена обратным клапаном; контроль давления в накопительной емкости осуществляется перепускным клапаном, который при достижении предельного давления выпускает газы; при подъеме тепловоза на поверхность, отработавшие газы выпускаются в атмосферу или в стандартные очистные установки для их обезвреживания.

Для более высокой точности определения рациональных конструктивных параметров разработки были проведены экспериментальные исследования системы «источник отработавших газов – накопительная емкость».

Целью эксперимента являлась проверка справедливости гипотезы о возможности изоляции отработавших газов ДВС (источник отработавших газов) путем определения времени заполнения накопительной емкости газами в зависимости от частоты вращения ДВС.

Эксперимент проводился на разработанном экспериментальном стенде [5]. Экспериментальное исследование системы «источник отработавших газов – накопительная емкость» включает следующие этапы:

- установление влияющих факторов и выходных параметров. В качестве влияющего фактора принимаем режимы ДВС, характеризующиеся частотой вращения (n , мин⁻¹). В качестве выходного параметра принимаем время заполнения накопительной емкости (t , мин) экспериментального стенда отработавшими газами ДВС;

- выбор числа опытов. Объектом экспериментальных исследований является система «источник отработавших газов – накопительная емкость» воспроизведенная на экспериментальном стенде, который разработан для решения поставленной цели эксперимента. Согласно Методике рационального планирования экспериментов [6], для проведения эксперимента необходимо предварительно проделать четыре параллельных опыта: опыт № 1 – первый режим – 900 мин⁻¹; опыт № 2 – второй режим – 1000 мин⁻¹; опыт № 3 – третий режим – 1100 мин⁻¹; опыт № 4 – четвертый режим – 1200 мин⁻¹;

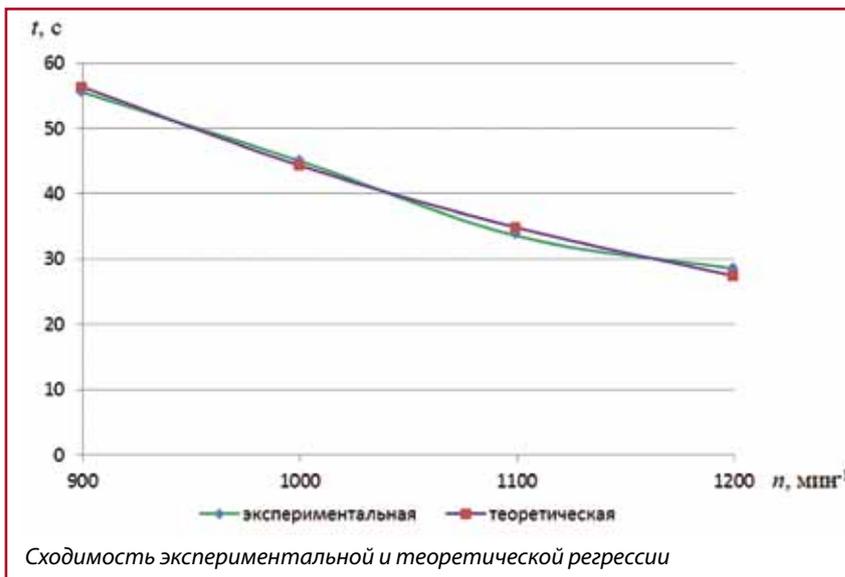
- проведение эксперимента на разработанном стенде для исследования отработавших газов ДВС;

- обработка и анализ результатов эксперимента.

Порядок проведения опыта № 1 (первый режим – 900 мин⁻¹) на экспериментальном стенде: осуществлена проверка защиты работающего персонала, помещения лаборатории и оборудования стенда; выполнена подача сигнала о начале проведения опыта; осуществлен запуск ДВС стенда; проведены регистрация заполнения накопительной емкости стенда и запись результатов опыта; выполнена подача сигнала о завершении опыта; осуществлена остановка ДВС стенда; выполнен сброс отработавших газов из накопительной емкости стенда.

По представленному выше порядку осуществлялись все оставшиеся опыты для выбранных режимов ДВС экспериментального стенда: опыт № 2 – второй режим – 1000 мин⁻¹; опыт № 3 – третий режим – 1100 мин⁻¹; опыт № 4 – четвертый режим – 1200 мин⁻¹.

После проверки результатов эксперимента по каждому параллельному опыту значения нанесены на сетку прямоугольных координат, которые соединены экспериментальными точками в экспериментальную регрессионную зависимость $t = f(n)$. Используя метод средних квадратов для полученной экспериментальной регрессионной зависимости, определено эмпирическое уравнение $y_{Ti} = 490,4559 \cdot e^{-0,00243x_i}$. Графическая сходимость экспериментальной и теоретической регрессий представлена на рисунке. Как видно из расчетов по эмпирическому уравнению, сходимость оказалась хорошей.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования системы «источник отработавших газов – накопительная емкость» подтвердили справедливость гипотезы о возможности изоляции отработавших газов ДВС путем определения времени заполнения накопительной емкости газами в зависимости от частоты вращения ДВС.

Представленные результаты, на наш взгляд, имеют серьезное прикладное значение, что, несомненно, будет интересно для инженерно-технических и научных работников, занимающихся исследованиями в области снижения экологической нагрузки на окружающую среду глубоких карьеров.

Список литературы

1. Kirschstein T., Meisel F. GHG-emission models for assessing the eco-friendliness of road and rail freight transports // Transportation Research Part B: Methodological. 2015. Vol. 73. Pp. 13-33.
2. Research of energy efficiency and reduction of environmental pollution in freight rail transportation / S. Lebedevas, S. Dailydka, V. Jastremskas, P. Rapalis // Transport. 2017. Vol. 32. Pp. 291-301.
3. Ko J., Myung C.L., Park S. Impacts of ambient temperature, DPF regeneration, and traffic congestion on NOx emissions from a Euro 6-compliant diesel vehicle equipped with an LNT under real-world driving conditions // School of Mechanical Engineering. 2019. Pp. 1-14.
4. Патент РК 3193. Устройство для изоляции отработавших газов тепловозного двигателя / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, О.Т. Балабаев, Б.Ш. Аскаров, А.А. Ганюков; заявл. 20.12.2017; опублик. 02.10.2018.
5. Аскаров Б.Ш., Ибатов М.К., Экспериментальный стенд для исследования изоляции отработавших газов дизельного двигателя / Материалы IX Международной научно-практической конференции «Транспорт Евразии XXI века: современные цифровые технологии на рынке транспортных и логистических услуг». Алматы: КазАТК, 2018. С. 485-487.
6. Кадыров А.С., Кадырова И.А. Основы научных исследований: Монография. Караганда: Издательство КарГТУ, 2015. 276 с.

UDC 621.43.06:622.683:625.282-84 © M.K. Ibatov, S.B. Aliev, O.T. Balabayev, B.Sh. Askarov, 2019
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 28-30

Title

MAIN RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF OPEN-PIT MINES DIESEL LOCOMOTIVE INTERNAL COMBUSTION ENGINE ISOLATION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-28-30>

Authors

Ibatov M.K.¹, Aliev S.B.², Balabayev O.T.¹, Askarov B.Sh.¹

¹ Karaganda State Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

² Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

Authors' Information

Ibatov M.K., Doctor of Engineering Sciences, Professor, rector

Aliev S.B., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior Researcher, e-mail: alsamat@gmail.com

Balabayev O.T., PhD (Engineering), teacher, e-mail: balabaev.ot@mail.ru

Askarov B.Sh., Doctoral candidate of Transport engineering and logistics systems department, e-mail: bahtiyar_askarov@mail.ru

Abstract

This paper presents the results of research work carried out by the authors of the development of a device for isolating exhaust gases of internal combustion engines of open-pit diesel locomotives. The proposed development is intended to reduce harmful effects of exhaust gases of diesel locomotive engines on the environment of open-pits. To determine the rational design parameters of the development, experimental studies of the system "exhaust source – storage container" have been conducted. Verification of the hypothesis of the possibility of exhaust gases isolation of has been performed by determining the time of filling the storage container with gases depending on the speed. Processing and analyzing the experimental results show that the model is adequate and describes well the process under study.

Keywords

Internal combustion engine, Isolation, Environment, Exhaust gases, Open-pit mines diesel locomotive, Ecology, Experiment, Experimental bench.

References

1. Kirschstein T. & Meisel F. GHG-emission models for assessing the eco-friendliness of road and rail freight transports. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2015, Vol. 73, pp. 13-33.
2. Lebedevas S., Daildyka S., Jastremskas V. & Rapalis P. Research of energy efficiency and reduction of environmental pollution in freight rail transportation. *Transport*, 2017, Vol. 32, pp. 291-301.
3. Ko J., Myung C.L. & Park S. Impacts of ambient temperature, DPF regeneration, and traffic congestion on NOx emissions from a Euro 6-compliant diesel vehicle equipped with an LNT under real-world driving conditions. *School of Mechanical Engineering*, 2019, pp. 1-14.
4. Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Balabayev O.T., Askarov B.Sh. & Ganyukov A.A. *Ustrojstvo dlya izolyacii otrabotavshih gazov teplovoznogo dvigatelya* [Diesel exhaust gas isolation device]. RK pat. No. 3193, zayavl. 20.12.2017, opubl. 02.10.2018.
5. Askarov B.Sh. & Ibatov M.K. *Eksperimental'nyj stend dlya issledovaniya izolyacii otrabotavshih gazov dizel'nogo dvigatelya* [Experimental bench for studying diesel engine exhaust gases isolation]. Materials IX of the International scientific and practical conference "Transport XXI of Eurasia of a century: Modern digital technologies in the market of transport and logistic services". Almaty, KazATK Publ., 2018, pp. 485-487.
6. Kadyrov A.S. & Kadyrova I.A. *Osnovy nauchnyh issledovaniy: Monografiya* [Basics of scientific research: Monograph]. Karaganda, KarGTU Publ., 2015, 276 p.

СУЭК обучает жителей регионов предпринимательству и ведению малого бизнеса

В Хабаровске в конце мая 2019 г. состоялся четырехдневный семинар «Основы бизнес-планирования социально-предпринимательских проектов», проведенный Фондом «СУЭК-РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития».

Стать участниками семинара, а их более 20, на этот раз смогли все желающие жители поселков Хабаровского и Приморского краев, Республики Бурятия, в которых расположены предприятия Сибирской угольной энергетической компании.

Это была уже вторая большая встреча всех тех, кто хотел бы заниматься социальным предпринимательством. Масштабный проект поддерживает СУЭК и администрации поселков и районов.

Не хватает мест досуга, кафе, предприятий, которые могли бы поставлять свежую и вкусную собственную продукцию, у музеев и библиотек есть возможности расширять спектр услуг для населения? У жителей есть бизнес-идеи, которые они готовы реализовать, но не всегда знают – как. В этом им и помогают эксперты, приглашенные уголь-



ной компанией. В регионах уже успешно работают предприятия, созданные выпускниками подобных семинаров. Лучшие проекты, которые стартовали собственными силами участников проекта, получают и финансовую поддержку Фонда «СУЭК-РЕГИОНАМ».

Руководитель ООО «Центр инноваций социальной сферы», руководитель Омской Школы социального предпринимательства, эксперт АНО «Новые технологии развития» **Ирина Сербина**, которая открывала тренинг, подчеркнула, что, прежде всего, нужно находить доступные ресурсы в своем окружении, четко выстроить план работы и выявить целевую аудиторию.

«Мы понимаем, что не все проекты воплотятся в жизнь, – отметила при открытии семинара программный директор АНО «Новые технологии развития» **Ольга Щедрина**. – Но те из них, которые мы поможем доработать на семинаре, будут действительно жизнеспособными и реальными. Четыре дня эксперты будут обучать, помогать, консультировать, а осенью мы приедем в регионы и посмотрим их реализацию».



РЕКЛАМА

Conveying Excellence

Совершенство сервисного обслуживания.

Оцифровка наших услуг

Мониторинг

Высокоэффективные системы мониторинга ленты

- › Увеличивает срок службы ленты
- › Повышает работоспособность и надежность системы
- › Предотвращает дорогостоящий ущерб
- › Предотвращает (вынужденные) простои

Conti+ Интеллектуальный способ организации Ваших конвейеров



Ускоряет запись информации



Простая организация данных конвейера и удобная форма отчёта о них



Определение срока службы ленты и даты её замены



Доступность в любое время, в любом месте



МОБИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВЫНУЖДЕНО РАБОТАТЬ В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ, ТАКИХ КАК ЗАПЫЛЕННОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ, ВЫСОКИЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ УДАРНЫЕ, НАГРУЗКИ, А ТАКЖЕ ШИРОКИЙ ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР. РАЗНООБРАЗНЫЕ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ПОРОД ТАКЖЕ МОГУТ НАЛАГАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ.

КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ЗАЩИТУ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ?

Двигатель по праву можно назвать сердцем мобильного агрегата. Одним из важнейших факторов обеспечения бесперебойной работы двигателя, в конечном итоге влияющей на коэффициент готовности оборудования, несомненно, является грамотный выбор моторного масла. При увеличении воздействия на смазочный материал уменьшается срок его эффективной работы, так как под влиянием более высокой температуры и давления он быстрее теряет свои свойства. В результате моторное масло деградирует и оказывается неспособным противостоять вредным факторам. По этой причине снижается уровень защиты двигателя, и коэффициент готовности оборудования может резко уменьшиться.

Работа двигателей

Повышенные температура и давление в камере сгорания двигателя неизбежно приводят к ускорению реакций окисления и полимеризации моторного масла, что влечет за собой загустевание и уменьшение его текучести в критически важных областях двигателя. Высокие темпера-

тура и давление также могут стать причиной более интенсивного образования отложений на поршневых кольцах, в результате чего ухудшается герметичность камеры сгорания, снижается КПД двигателя, возрастает расход масла на угар, а также повышается объем прорыва отработавших газов и не полностью сгоревшего топлива в картер. Все это приводит к ускоренному разрушению присадок, в том числе и нейтрализующих кислотные соединения в смазочном материале. В результате детали двигателя подвергаются кислотной коррозии, что приводит к более интенсивному износу и сокращению их срока службы. Ускоренная деградация масла становится причиной отсутствия защиты деталей мотора в конце межсервисного интервала и значительного уменьшения периода его эксплуатации до капитального ремонта.

Castrol работает с ведущими производителями техники с целью создания высокоэффективных смазочных материалов. Используя инновационные достижения, в 2018 году компания разработала новые моторные масла Castrol Vecton с уникальной технологией System Pro™.

Новое поколение моторных масел

Масла были созданы с увеличенным до 45%* дополнительным резервом эксплуатационных характеристик. Они способны великолепно противостоять деградации благодаря нескольким факторам. Среди них — сопротивление окислению масла и образованию отложений, нейтрализация вредных кислот, контроль аэрации смазочного материала и адаптация к повышенным температурам, что препятствует снижению динамической вязкости в процессе работы. Разработка нового поколения моторных масел потребовала множества как стендовых, так и полевых испытаний, исследования рынков и интенсивного взаимодействия с производителями техники. В результате были созданы продукты, обеспечивающие эффективную работу на протяжении всего межсервисного интервала и увеличивающие срок службы деталей двигателя. Компания Castrol более ста лет разрабатывает и внедряет новые технологии смазочных материалов, при этом бережно заботясь о будущем. Продукция серии Castrol Vecton с технологией System Pro™ также вносит свой вклад в обеспечение экологической безопасности планеты, ведь эти смазочные материалы являются первыми в мире сертифицированными маслами для дизельных двигателей с низким уровнем эмиссии углерода BSI PAS2060. Таким образом, новый ассортимент моторных масел Castrol Vecton с технологией System Pro™ обладает дополнительной стойкостью к высоким температурам и нагрузкам, а также увеличенным эффективным сроком службы, что обеспечивает надежную защиту двигателей тяжело нагруженной техники при эксплуатации в непростых российских условиях. Для достижения максимальной результативности при использовании машин и оборудования рекомендуется применять специальные продукты Castrol для узлов трансмиссии и гидравлических систем, а также пластичные смазки и охлаждающие жидкости.

* В сравнении с требованиями отраслевых стандартов API и ACEA, а также на основании испытаний, проведенных на 81% масел семейства Castrol Vecton, реализованных в течение 12 месяцев вплоть до марта 2017 года



120 YEARS
OF SETTING THE BAR

ООО «Сетра Лубрикантс»
115054, г. Москва, Павелецкая пл., д. 2, стр. 1
тел.: +7 (495) 961-27-87
тел./факс: +7 (495) 961-27-98
www.castrol.ru

IT'S MORE THAN JUST OIL.
IT'S LIQUID ENGINEERING.

Castrol

Итоги MiningWorld Russia 2019



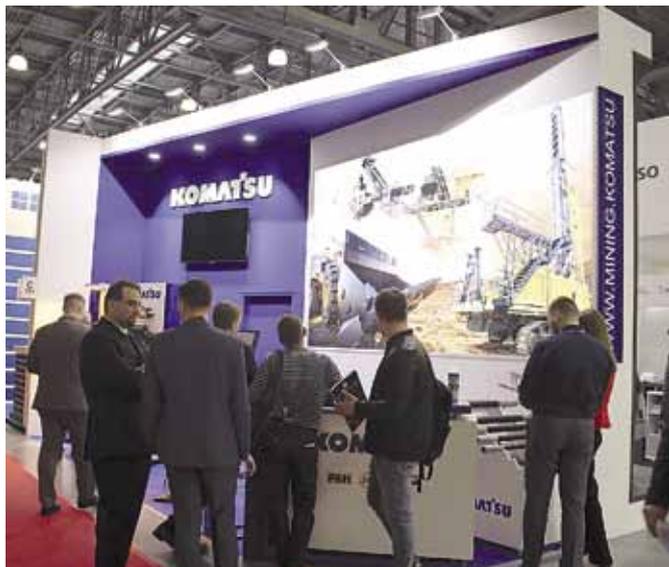
С 23 по 25 апреля 2019 г. в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо», состоялась 23-я Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых MiningWorld Russia. Организатором мероприятия выступила Группа компаний ITE, занимающая лидирующие позиции на российском рынке выставочных услуг. По итогам MiningWorld Russia отмечен рост площади выставки на 46%.

MiningWorld Russia – крупнейшая в России и странах СНГ международная выставка, ежегодно демонстрирующая самые современные машины, оборудование и технологии для горнодобывающих производств, горно-обогатительных комбинатов и для обеспечения безопасности горных работ.

В выставке приняли участие более 400 компаний из 29 стран мира. Общая площадь экспозиции превышает 15 000 кв. м, что на 46% больше, чем в прошлом году. Значительно расширилась экспозиция «Территория тяжелой техники».

Выставка является обладателем звания «Самая крупная выставка России» по тематике «Природные ресурсы. Горнодобывающая промышленность» в номинации «Международное признание» согласно Общероссийскому рейтингу выставок и выступает действенной бизнес-площадкой для прямого контакта производителей и поставщиков со специалистами горнодобывающих предприятий, горно-обогатительных комбинатов и оптовых торговых компаний из различных регионов России, заинтересованных в закупках машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых.





В этом году в выставке MiningWorld Russia приняла участие 431 компания из 29 стран мира, каждая из которых представляла широкий выбор оборудования, материалов, машин и технологий для горнодобывающей промышленности. Среди новых участников выставки много ведущих российских производителей и дистрибьютеров: Чэтра, Завод буровых технологий, Рабэкс Групп, Орика Си-АйЭс, Полипластик, Мосинтраст ММК, АДЛ, Политехника, Alpha-Safety, БМХ Рус, Херманн Россия, КриалЭнерго-Строй, ЛЛК-Интернешнл, Мицубиси Электрик, Шелл, Weir Minerals и многие другие.

За три дня работы выставки ее посетили 5 927 специалистов (+25% к 2018 г.) из 52 стран и 70 регионов Российской Федерации. Кроме того, с экспозицией ознакомились более 1600 посетителей выставки Analitika Expo. 64% посетителей отметили своей целью поиск продукции/услуг для бизнеса и получение общей информации о рынке.

Национальные экспозиции традиционно представили компании из Германии, Норвегии, Австралии, Финляндии, Китая, Индии, Франции, Турции. Национальная экспозиция Китая выросла практически в 2,5 раза по сравнению с прошлым годом, демонстрируя сильную заинтересованность китайских компаний в выходе на российский рынок.

В этом году особенно заметен интерес иностранных компаний к участию в выставке – более 200 иностранных экспонентов приняли участие в Mining World Russia, а более 70 из них – участвовали в выставке впервые: CMS Cercon, Continental Industrie, Finsad Group, Motion Metrics International Corp, Saint-Gobain Coating Solutions, TenCate Geosynthetics Austria, Bauer Maschinen, Carl Hamm, SMT Scharf RDH, State Government of Victoria, Rolmot Conveyor и другие.

Особого внимания достойна экспозиция «Территория тяжелой техники», которая выросла в два раза по сравнению с прошлым годом. Здесь ведущие российские и зарубежные компании представили образцы крупногабаритного оборудования и машин: грузовые машины уникальной комплектации от Скания-Русь, инновационная буровая установка от Эпирок Рус, роторный экскаватор от «Дробмаш», вагонетки, предназначенные для подземной откатки, от Канекс Технология, гибридный кузов самосвала от METCO, карьерный погрузчик 775-й модели от Техстройконтракт, грунтовые насосы от Гидромашсервис,



оборудование для промышленной автоматизации от Мицубиси Электрик, подземные погрузчики и самосвалы от Alpin Makine, инновационные решения в области горной добычи от Север Минералс и многое другое.

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

В этом году в рамках деловой программы MiningWorld Russia были проведены тематические конференции, презентации, семинары и сессии с участием более 80 российских и зарубежных спикеров. Мероприятия выставки посетили более 800 специалистов ведущих горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий.

23 апреля состоялось ключевое мероприятие деловой программы – пленарное заседание «Устойчивое развитие горнодобывающей отрасли и перспективы роста». Участники обсудили основные перспективы и точки роста российской горнодобывающей отрасли, стратегии развития и реализация принципов цифровой экономики.

В этот же день прошли две конференции для технических специалистов: ежегодная конференция «Технологии разработки месторождений полезных ископаемых», проведенная при поддержке АО «ВНИПИПромтехнологии», и организованная впервые конференция «Современные технологии переработки и обогащения минерального сырья».

24 апреля программа была еще более насыщенной: День IT-технологий и автоматизации горнодобывающей промышленности, где ведущие производители оборудования и технологий поделились актуальными решениями для формирования стратегии современного цифрового предприятия. Спонсором мероприятия выступила компания Indurad.

В рамках конференции «Золото и технологии» научные, деловые и политические эксперты отрасли обсудили перспективы развития золотодобывающей отрасли и основные направления совершенствования законодательства о недрах, представив передовые технологии переработки упорных руд. Среди ключевых спикеров: Денис Леонидович Никишин, заместитель директора по правовым вопросам и лицензированию пользования недрами, ФГКУ «Росгеолэкспертиза», Александр Иванович Заболоцкий, заместитель генерального директора по ПИР и НИОКР Highland Gold и др. Соорганизатор конференции – журнал «Золото и технологии».

В последний день выставки 25 апреля прошла сессия, посвященная актуальным вопросам горнодобывающей промышленности – рекультивация шахт, карьеров и породных отвалов, управление отходами и хвостами обогащательных фабрик, применение наилучших практик в

горном деле. Участникам были продемонстрированы выгоды и преимущества перехода на НДТ на примере конкретных проектов компаний ООО «СИБУР» и ООО «УК Полюс». Организатором сессии выступили Немецкое общество по международному сотрудничеству (GIZ GmbH) совместно с Российско-германским сырьевым форумом.

В рамках выставки прошло специальное мероприятие: День карьеры в горном деле. Начинающие специалисты, выпускники и студенты последних курсов профильных вузов приняли участие в экскурсии по выставке и получили рекомендации от потенциальных работодателей.



В 2020 г. выставка пройдет с 21 по 23 апреля в МВЦ «Крокус Экспо».
Для участия в выставке напишите на почту MiningSupport@ite-xhibitions.com
или заполните заявку на сайте <https://www.miningworld.ru/ru-RU/exhibitors/book.aspx>

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

«Компания Flexco
учитывает потребности
 клиентов и знает, что
нужно сделать для повышения
 производительности
конвейерных систем.»

РЕКЛАМА

Устройство для вторичной
 очистки P-Type®

Система соединения
 ленты SR™

**Для нас, компании Flexco,
 производительность
 системы клиента столь же
 важна, как и для него самого.**

Наши отраслевые специалисты
 помогут выявить и устранить
 возможные сложности раньше,
 чем они приведут к серьезным
 нарушениям в работе.

Flexco Europe GmbH
 Leidringer Strasse 40-42
 D-72348 Rosenfeld
 Тел.: +49-7428-94060
 Факс: +49-7428-9406260
europe@flexco.com

Partners in Productivity

www.flexco.com

Эволюция методов изучения метанобезопасности при разработке угольных пластов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-36-41>

КОЛЕСНИЧЕНКО Игорь Евгеньевич

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Проектирование
и строительство автомобильных дорог»,
заместитель директора
Шахтинского автодорожного института
(филиала) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
346500, г. Шахты, Россия,
тел.: +7 (8636) 22-75-49,
e-mail: kolesnichenko-igor@rambler.ru

АРТЕМЬЕВ Владимир Борисович

Доктор техн. наук,
заместитель генерального директора –
директор по производственным операциям
АО «СУЭК»,
115054, г. Москва, Россия,
e-mail: pr_artem@suek.ru

КОЛЕСНИЧЕНКО Евгений Александрович

Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Проектирование
и строительство автомобильных дорог»
Шахтинского автодорожного института
(филиала) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
346500, г. Шахты, Россия,
тел.: +7 (8636) 25-97-83,
e-mail: kolesnichenko-2718@rambler.ru

Статья посвящена проблемам метанобезопасности при разработке угольных пластов. Представлен анализ фактографических данных и интуитивных представлений о содержании метана в угольных пластах. На первых этапах изучения произошедших внезапных выбросов метана не учитывалась молекулярная структура органического вещества в угольных пластах. Применяемые способы прогнозирования внезапных выбросов не учитывают природных закономерностей. Разработанные методы борьбы с внезапными выбросами выполняются на шахтах вслепую. Приведены особенности предлагаемой теории электронно-волновой физики угольных пластов. Теория учитывает генетические закономерности образования молекулярной структуры угля и дополняет закономерности молекулярно-кинетической теории физико-химических реакций в периоды углефикации и метаморфизма. Приведены результаты экспериментального доказательства неравномерных выделений метана по слоям и длине исследуемой выработки.

Ключевые слова: угольный пласт, слой, метанообильность, внезапный выброс, гипотезы, метан, воздействие на пласт, молекула, атом, фотон, углерод, водород, восстановленность угля, молекулярно-кинетическая, электронно-волновая теория, стратиграфическая глубина.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Угольный пласт является естественной природной системой, содержащей горючую органическую массу, которую используют в качестве энергетического сырья. В зависимости от стратиграфической глубины залегания пласта уголь добывают поверхностным или подземным способом. Особенностью многих угольных пластов является присутствие в них значительных запасов газа метана. Под метанобезопасностью понимаем состояние защищенности жизни рабочих в результате предотвращения газодинамических выбросов метана из угольных пластов, возгораний и взрывов метановоздушной смеси в подземных горных выработках. Решением проблемы метанобезопасности занимались ученые в России (СССР) и за рубежом. На шахтах значительно сократилось количество газодинамических проявлений и взрывов метана.

Существенный вклад в решение проблемы борьбы с внезапными выбросами внесли ученые: А.Т. Айруни, Л.Н. Быков, Б.М. Иванов, А.М. Линьков, Н.Г. Матвиенко, В.И. Николин, А.В. Орешкин, И.М. Петухов, А.Э. Петросян, В.В. Ходот, Н.Н. Черницын и др. Однако исследования с целью совершенствования способов предотвращения выбросов продолжаются.

Авторы настоящей работы полагают, что ранее выполненные и современные исследования не отражают адекватно природные закономерности образования газа метана в пласте и условия реализации аварийных газодинамических процессов в стесненном пространстве горных выработок. Степень познания метанобезопасности была ограничена уровнем развития науки и человеческого фактором при использовании этих знаний.

Задачей нашей работы является на основании анализа устоявшихся представлений обосновать необходимость совершенствования концепции метанобезопасности с учетом новых знаний о физико-химических закономерностях изменения молекулярных структур, все стадии превращения которых происходили и постоянно происходят в результате действия внутренней тепловой энергии в угольных пластах. Поставленную задачу позволяют решить знания закономерностей электронно-волновой физики.

ОБСУЖДЕНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ

Первый внезапный выброс метана произошел в 1834 г. во Франции на шахте «Исаак» бассейна Луары. С этого времени начался сбор первичных фактографических данных, характеризующих геологические особенности места выброса и органическую массу пласта. Устанавливались глубина залегания, мощность и геологические нарушения пласта. Определялись марка угля, слоистость и прочность слоев, структурно-вещественный и элементный состав органической части, выход летучих веществ, зольность и содержание воды.

Анализ этих данных показал, что их значения варьируются в широких пределах, то есть выброс может произойти в любом месте. В дальнейшем анализ этих факторов был продолжен многими исследователями. Наибольшее распространение получил выход летучих веществ как показатель выбросоопасности угольных пластов. Этот показатель применяется для определения петрографо-химико-технологических свойств, стадий метаморфизма и марочных названий угля.

В это время распространение получили две основные гипотезы, в которых основными источниками энергии выброса могли быть находящийся в угле газ или горное давление. В 1910 г. Stassart и Lemair [1] предположили, что выбросы происходят в местах повышенных тектонических напряжений и геологических нарушений. В 1917 г. Н.Н. Черницын [2] посчитал, что выбросы происходят в местах скопления газа с повышенным давлением. Л.Н. Быков (МакНИИ) [3] пришел к выводу, что в пластах имеются специфические очаги, состоящие из системы ячеистых трещин, заполненных газом. Эти очаги образуются под влиянием тектонических сил. В 1952 г. В.В. Ходотом была предложена энергетическая теория внезапных выбросов угля и газа [4], которая учитывала три главных фактора: давление газа, горное давление и физико-механические свойства угля. Одним из условий выброса является уменьшение прочности структуры пласта в результате одноосного сжатия и образования пачек перемытого угля. Впереди линии забоя концентрация горного давления значительно превышает вес налегающих пород. Происходит мгновенное превращение потенци-

альной энергии пласта в кинетическую и внезапный выброс разрушенного угля и метана. Однако это больше похоже на выдавливание призабойной части пласта, которое иногда бывает. На практике выбросы происходят через отверстия небольшого диаметра, а ограниченная сверху и снизу прочными слоями угля полость, которую занимал выброшенный объем угля, находится на расстоянии 6-7 м от забоя выработки.

Исследователи для изучения брали и в настоящее время берут точечные пробы угольного вещества на соседних с выбросом участках пласта. Считается, что пласт весь выбросоопасен, а не тот локальный участок или даже отдельный слой пласта, который был уже выброшен. Такое отношение к изучению выбросоопасности остается потому, что с самого начала не учитывают природных свойств реального угольного пласта. Угольный пласт рассматривается как однородный материал, имеющий постоянные структурно-механические свойства: прочность, упругость, пластичность, трещиноватость. Эти свойства характеризуют материал для практического использования. Предпосылки разрушения пласта при внезапном выбросе рассматриваются с позиций механики сплошных сред.

Опыт доказал, что внезапные выбросы происходят на локальных участках. Отсутствие знаний природных закономерностей не позволяет прогнозировать такие участки. Поэтому выбросы на шахтах так и продолжают происходить внезапно с человеческими жертвами.

Для защиты людей при выемке метаноносных пластов угля разработана система обеспечения безопасности. В соответствии с полученными знаниями были предложены оперативные способы предотвращения выбросов: сотрясательное взрывание передовых шпуров в забоях и предварительная выемка нижележащего или вышележащего с меньшей метаноносностью угольного пласта. Также применяли бурение передовых скважин и вымывание полостей по непрочным слоям пласта с целью дегазации призабойной зоны угольного пласта. Можно сказать, что эти способы применяли наугад без учета фундаментальных природных процессов в угольных пластах.

Современным способом предотвращения выбросов метана является предварительная дегазация метаноносного пласта с применением вакуум-насосов, дегазационных вентиляторов и газодренажных скважин. Этот способ позволяет значительно повысить нагрузку на очистные забои и скорость проведения подготовительных выработок. Однако применение этих способов пока не может полностью предотвратить аварийные выбросы метана.

Многие ученые считают, что в угольных пластах метан находится в свободном, адсорбированном, абсорбированном и поглощенном угольным веществом состоянии с образованием химических связей (хемосорбированном виде). Однако такие предположения не обоснованы физико-химическими процессами в угольном веществе. Выполненные исследования пока не позволили обосновать исходный материал и процесс образования газа метана в пласте.

Для снижения остаточной метаноносности в пласте при дегазации в настоящее время исследуют методы упруго-волнового воздействия на пласт: акустический,

ударно-волновой, гидравлический разрыв и виброрейс-мический. Применение этих способов, как указывают авторы, должно способствовать десорбции метана с твердой поверхности угля, образованию сети трещин и фильтрации газа. Однако авторы при расчете энергетических затрат и источников энергии не учитывают природную химическую и петрографическую структуру объекта исследования, то есть угольного пласта.

Также можно отметить современные работы ученых [5, 6, 7, 8, 9], исследующих проблему прогноза и предотвращения внезапных выбросов угля и газа. В работе [5] методом нейронной сети построена многофакторная модель внезапных выбросов угля и газа на основе данных о нескольких десятках реально произошедших внезапных выбросов угля и газа. В математической матрице отображаются абстрактные характеристики пористости и проницаемости угля.

В результате того, что не были учтены знания о химической структуре и физико-химических процессах в пластах была распространена идея о твердом состоянии газа метана, который может стремительно переходить в газообразную форму перед выбросом [10, 11, 12]. Также высказываются предположения о существовании газовых гидратов метана в угольных пластах [13, 14], а также о возможной связи разложения газовых гидратов и развязывания внезапных выбросов угля и газа.

Значительный вклад внесли русские ученые в исследование структуры торфяника и угольных пластов. В 1897 г. Д.И. Менделеев сформулировал представление о молекулярной структуре метаморфизованного угля и представил расчет массовой концентрации химических элементов углерода С, водорода Н, серы S и кислорода О. Изучение структуры угольных пластов продолжили ученые Ю.А. Жемчужников, Г.А. Иванов, И.Э. Вальц, М.В. Богданова и др. Они доказали, что процесс торфо-накопления сопровождался разложением составляющих элементов органического вещества с последующими физико-химическими превращениями до перекрытия его водой и слоем породы [15, 16, 17, 18]. Установили закономерности формирования торфяника и влияние геотектонических ритмов, аэробных и анаэробных условий на образование петрографических типов угля [16]. Обосновали влияние восстановленности углей на химическую характеристику угольного вещества [18]. Угольные пласты являются многослойными образованиями, состоящими из переслаивающихся углей различных типов и породных прослоев.

Однако комплекс этих знаний не позволил объяснить неравномерность природной метаноносности, образование газа и формы его нахождения в пласте, механизм внезапного выброса из пласта и движущие энергетические силы всех физико-химических процессов в историческом периоде существования месторождения.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОННО-ВОЛНОВОЙ ФИЗИКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Теория электронно-волновой физики угольных пластов является научной областью квантовой механики и дает целостное представление о природных физических закономерностях изменения молекулярной структуры в

изолированном от поверхности геологическом пласте при увеличении стратиграфической глубины погружения на всех этапах превращения во время исторического периода углефикации и метаморфизма.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

Если изучать в отдельных местах характеристики угольных пластов в статике на текущий момент, то невозможно установить факторы, влияющие на изменение метаноносности, проницаемости, выбросоопасности, формы содержания метана и др. Изучить эти процессы можно только, рассматривая весь геологический период их исторической трансформации. Угольные пласты на виду. Есть их выход под наносы или на земную поверхность. По геологическим разрезам можно проследить изменение стратиграфической глубины. В зависимости от глубины видно изменение метаморфизма и технологических марок угля. Всеми признано, что полезные горючие свойства сложены органической массой, в которой содержится газ метан. В результате технического и элементного анализа определяют массовую концентрацию горючих элементов углерода, водорода, серы и окислителя кислорода. Но эти данные для пласта определяют по пробе массой 1 грамм.

Для исследования различных веществ применяют молекулярно-кинетическую теорию – раздел молекулярной физики, объясняющий свойства вещества на основе представлений об его молекулярном строении и определенных законах взаимодействия между частицами вещества (атомами, молекулами). Считается, что частицы вещества находятся в непрерывном, беспорядочном движении, которое воспринимается как тепло. Также эта теория изучает эндотермические и экзотермические реакции. Однако исследовать в пласте эти реакции нельзя, так как для этого нужно знать внешние источники тепловой энергии. Существуют гипотезы, что изолированное тело полезного ископаемого, окруженное сверху и снизу породными пластами осадочного происхождения, нагревалось под действием повышенной температуры и давления в земных недрах. Известно правило Хильта (1873 г.), что с увеличением стратиграфической глубины наблюдается закономерное повышение степени метаморфизма углей. При одном и том же составе исходного растительного материала выход летучих веществ, количественно отражающий степень метаморфизма углей, на нижних горизонтах пласта меньше, чем в вышележащих. Эти гипотезы подтверждаются на практике, но научно не обоснованы.

Торфяник формировался на практически ровной палеоповерхности. Влияние внешних источников если и было, то в течение незначительного исторического периода времени. Нагревание огромных площадей, занятых отдельными пластами и свитами пластов, сомнительно.

ВНУТРЕННЯЯ ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ ПЛАСТОВ

Авторы статьи считают, что динамика физико-химических процессов происходила в период торфо-накопления в результате воздействия испускаемых Солнцем электромагнитных излучений энергии. Получая энергию от Солнца и от соседних атомов происхо-

дил процесс дезагрегирования отмерших деревьев. На этот процесс оказывали влияние уровень грунтовой воды и ее щелочные или кислотные свойства, которые изменялись в периоды трансгрессивного или регрессивного перемещения береговой линии водоема. При уменьшении или отсутствии энергии солнечного воздействия атомы торфяника продолжали испускать тепловую энергию. Дополнительная энергия фотонов получалась в результате экзотермических реакций при получении новых продуктов, в том числе и метана. Таким образом, поддерживалась высокая температура в торфяной массе.

В период торфонакопления закладывались ограниченные участки с различной природной метаноносностью по слоям и по площади распространения торфяника. В щелочных условиях образовывалась рыхлая аморфная структура с преобладающими водородными и ван-дер-ваальсовыми межмолекулярными связями. На всех этапах метаморфизма угли коллоидного генезиса даже при высоком давлении уплотнялись слабо, несмотря на отщепление боковых цепей и удаление летучих компонентов. По нашим расчетам пористость макромолекулы в щелочных условиях – 25,4%, а в кислых условиях – 14,2 %.

ВЛИЯНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ МЕТАНА

В результате геологических деформаций торфяник перекрывался непосредственной и основной кровлей из различных пород. С увеличением мощности наносов увеличивалось горное давление на пласт. При физическом сдавливании орбиталей атомы угольного вещества увеличивали испускаемую энергию. Разрушались боковые группы макромолекул и увеличивалась пористость вещества. Образовывались молекулы метана, которые занимали эти поры. Максимальное давление молекул метана в критической фазе в порах и свободных пространствах пласта, рассчитанное по формуле Ван-дер-Ваальса, может достигать 14,57 МПа. Метан при таком давлении, занимающий в порах объем 0,25 м³, при выделении в выработку займет 45,9 м³. Если количество молекул в объеме меньше критического, давление газа будет ниже.

С увеличением глубины происходило увеличение энергии испускаемых атомами фотонов и массового количества метана в свободной форме, а также повышение температуры угля. Опыт показал, что на отдельных участках пласта в массиве под действием этих фотонов и экзотермических реакций происходят локальное нагревание и возгорание угля. Для снижения температуры бурят шпур и нагнетают воду в пласт. Дополнительное образование свободного метана происходит в зонах опорного давления впереди горных выработок.

УСЛОВИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ МЕТАНА

Локальные участки с щелочными условиями формирования торфяника в период углекислотной являлись местами образования высокой массовой концентра-

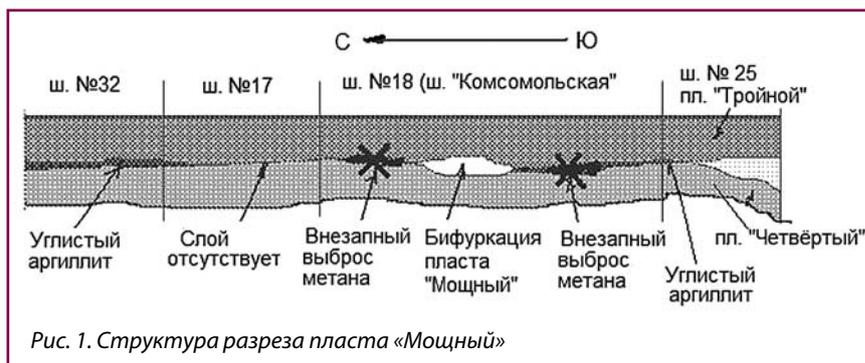


Рис. 1. Структура разреза пласта «Мощный»

ции метана в свободном состоянии. Исследованиями Е.А. Колесниченко на шахтах, разрабатывавших угольные пласты Воркутского месторождения, установлено, что все 267 внезапных выбросов метана произошли из пачек сажистого мягкого угля, расположенных в местах слияния двух пластов. Увеличение мощности мягких слоев в местах выбросов подтверждает озерный характер их формирования. На рис. 1 показан разрез участка пласта «Мощный», на котором видно, что внезапные выбросы происходили из мягкого сажистого слоя в районе расслоения пласта «Мощный» на пласты «Тройной» и «Четвертый».

Анализ показал, что текстура и структура угля в мягком слое и в окружающих пачках плотного угля различны. В мягком слое они представлены аморфной массой с крупными порами. В этой массе преобладают водородные и ван-дер-ваальсовы межмолекулярные связи. Сажистый цвет показывает, что уголь имеет высокую концентрацию ароматических групп углерода. Из химических элементов боковых групп макромолекул образовался газ метан. Об условиях образования участка говорит зольность, процентное содержание которой в мягком сажистом слое в очагах выбросов меньше, чем во вмещающих прочных пачках. Однако концентрация зольности в сажистом слое вокруг очагов выброса в два раза больше, чем в прочных пачках. Большое количество глинистых веществ в пограничных зонах с очагами выбросов указывает на фации проточных вод. Зольные глинистые барьеры ограничивают фильтрацию метана между участками с высокой метаноносностью, несмотря на значительный градиент давления метана в пласте. В результате образуются локальные очаги повышенного содержания метана и выбросоопасности.

Исследования изменения природной метаноносности в мягком слое пласта «Мощный» были проведены при вымывании серии передовых полостей в штреке 1221-С. Расчеты выделяющегося метана выполнены лабораторией внезапных выбросов ВостНИИ. В штреке на участке длиной 385 м ранее произошли два внезапных выброса метана. Во время замеров на этом участке при вымывании серии полостей из мягкого слоя мощностью 0,2 м выделялось от 2 до 103,5 м³ метана на 1 т обработанного призабойного участка, а суммарные выделения из прочных слоев пласта – от 1,9 до 39,3 м³/т (рис. 2). На участке длиной 175 м из мягкого слоя выделения метана не превышали 25 м³/т. Максимальные значения были на расстоянии 15 м от места, где ранее выбросило 18 т угля и 3000 м³ метана.

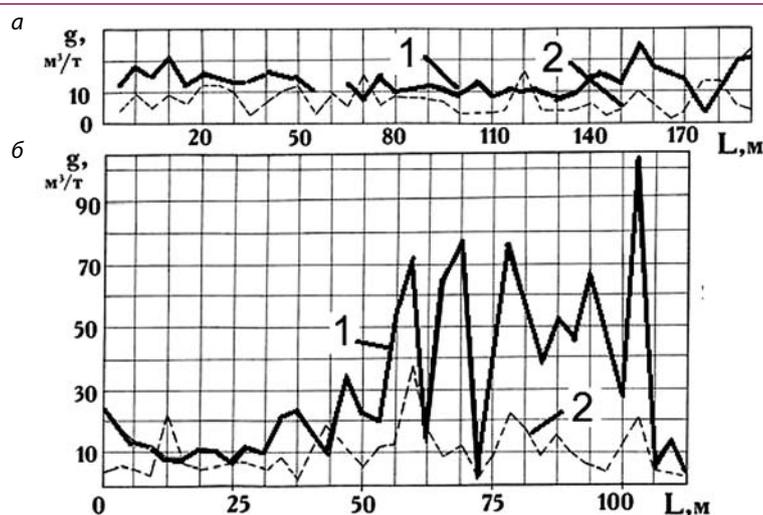


Рис. 2. Изменение метаноносности угля по штрэку 1221-С:
а – на прямолинейном участке штрэка; б – после первого поворота штрэка; 1 – в выбросоопасном слое; 2 – в остальных прочных слоях

ВЫВОДЫ

В современных условиях интенсивного разрушения метаноносных угольных пластов основными способами предотвращения газодинамических проявлений должны быть идентификация участков пласта с высокой природной метаноносностью и их предварительная дегазация.

Теоретическая новизна работы заключается в обосновании новых природных закономерностей формирования и последующего изменения макромолекулярной структуры органического вещества на всех стадиях превращения торфяника в современные угольные метаноносные пласты. В основе этих превращений лежат закономерности природного генезиса торфообразования. Теоретической новизной является обоснование способа получения внутренней тепловой энергии в изолированном теле пласта и закономерностей испускания тепловой энергии в виде электромагнитных волн (фотонов) в процессе метаморфизма и образования метана.

Практическая ценность состоит в обосновании возможных методов идентификации участков с повышенным содержанием метана для эффективной предварительной дегазации. Практической ценностью является обоснование способа увеличения концентрации метана в свободном состоянии, что повысит объем дегазуемого метана, снизит остаточную метаноносность в пласте и обеспечит метанобезопасность в горных выработках.

Список литературы

1. Stassart et Lemaire. Les degagements instantanes de grisou dane les mines de houille de Belgique. 1910. Vol. 15. livr. 4.
2. Черницын Н.Н. Рудничный газ и условия его выделения. СПб, 1917.
3. Быков Л.Н. Изогазы и теория происхождения очагов внезапных выделений. М. – Л.: Горно-геологическое издательство, 1932. 132 с.
4. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа. М.: ГНТИ, 1961. 363 с.

5. Classification technique for danger classes of coal and gas outburst in deep coal mines / Xueqiu He, Wenxue Chen, Baisheng Nie, Ming Zhang // Safety Science. 2010. Vol. 48. Pp. 173–178.

6. Numerical Analyses of the Major Parameters Affecting the Initiation of Outbursts of Coal and Gas / Sheng Xue, Liang Yuan, Yucang Wang, Jun Xie // Rock Mech Rock Eng. 5 May 2013.

7. A numerical model for outburst including the effect of adsorbed gas on coal deformation and mechanical properties / Feng-hua An, Yuan-ping Cheng, Liang Wang, Wei Li // Computers and Geotechnics. 2013. Vol. 54. Pp. 222–231.

8. Li Shugang, Zhang Tianjun. Catastrophic mechanism of coal and gas outbursts and their prevention and control // Mining Science and Technology. 2010. Vol. 20. Pp. 0209–0214.

9. Daniel D. Joseph, Kang Ping Chen. A new mechanistic model for prediction of instantaneous coal outbursts – Dedicated to the memory of Prof // International Journal of Coal Geology. 2011. Vol. 87. Pp. 72–79.

10. Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. М.: Наука, 1987. 310 с.

11. Lama R., Saghafi A. Overview of gas outburst and unusual emissions / Coal 2002: Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 2002. Pp. 74–88.

12. Coal and gas outbursts in footwalls of reverse faults / Yunxing Cao, Dingdong He, David C. Glick // International Journal of Coal Geology. 2001. Vol. 48. Pp. 47–63.

13. Влияние разложения газовых гидратов на рост трещин в массиве угля впереди забоя подготовительной выработки / В.Г. Смирнов, В.В. Дырдин, З.Р. Исмагилов, Т.Л. Ким // Известия вузов. Горный журнал. 2016. № 3. С. 96-103.

14. Макогон Ю.Ф., Морозов И.Ф. Внезапные выбросы и участие в них метана в гидратном состоянии // Безопасность труда в промышленности. 1973. № 12. С. 36–37.

15. Жемчужников Ю.А. Общая геология каустобиолитов. М. – Л.: Главная редакция геологоразведочной и геодезической литературы, 1935. 548 с.

16. Иванов Г.А. Угленосные формации. Закономерности строения, образования, изменения и генетическая классификация. Л.: Наука, 1967. 407 с.

17. Вальц И.Э. Первичные и диагенетические изменения микроструктуры растительного материала на торфяной и буроугольной стадиях. Вопросы метаморфизма углей и эпигенеза вмещающих пород. Л.: Наука, 1968. С. 15–25.

18. Богданова М.В. Закономерности изменения бурых углей Украины в процессе углефикации. Вопросы метаморфизма углей и эпигенеза вмещающих пород. Л.: Наука, 1968. С. 25–36.

19. Теория электронно-волновой физики угольных пластов / И.Е. Колесниченко, В.Б. Артемьев, Е.А. Колесниченко и др. // Горная промышленность. 2018. № 5. С. 86–89.

UDC 622.411.332:661.92:622.812.001.1 © I.E. Kolesnichenko, V.B. Artemiev, E.A. Kolesnichenko, 2019
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 36-41

Title

THE EVOLUTION OF METHANE SAFETY STUDY METHODS IN THE DEVELOPMENT OF COAL SEAMS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-36-41>

Authors

Kolesnichenko I.E.¹, Artemiev V.B.², Kolesnichenko E.A.¹,

¹Shakhty road institute (branch) Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Shakhty, 346500, Russian Federation

²SUEK" JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

Authors' Information

Kolesnichenko I.E., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of "Design and construction of highways" department, Deputy Director, tel.: +7 (8636) 22-75-49, e-mail: kolesnichenko-igor@rambler.ru

Artemiev V.B., Doctor of Engineering Sciences, Deputy General Director – Production Operations Director, e-mail: pr_artem@suek.ru

Kolesnichenko E.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of "Design and construction of highways" department, tel.: +7 (8636) 25-97-83, e-mail: kolesnichenko-2718@rambler.ru

Abstract

The paper is devoted to methane safety problems in the development of coal seams. The analysis of factual data and intuitive ideas about methane content in coal seams is presented. At the first stages of studying the sudden methane emissions that occurred, the molecular structure of organic matter in coal seams was not taken into account. The methods used for predicting sudden emissions do not take into account natural patterns. Developed methods for dealing with sudden outliers are performed blindly in mines. The features of the proposed theory of electron-wave coal seam physics are given. The theory takes into account the genetic patterns of the formation of the molecular structure of coal and complements the patterns of the molecular-kinetic theory of physicochemical reactions during coalification and metamorphism periods. The results of experimental evidence of non-uniform emissions of methane by layers and length of the investigated output are given.

Keywords

Coal seam, Layer, Methane abundance, Sudden release, Hypotheses, Methane, Formation effect, Molecule, Atom, Photon, Carbon, Hydrogen, Coal reduction, Molecular kinetic, electron-wave theory, Stratigraphic depth.

References

1. Stassart et Lemaire. Les degagements instantanes de grisou dans les mines de houille de Belgique. 1910, Vol.15, livr. 4.
2. Chernitsyn N.N. *Rudnichnyy gaz i usloviya yego vydeleniya* [Mineral gas and conditions for its release]. St.Petersburg, 1917.
3. Bykov L.N. *Izogazy i teoriya proiskhozhdeniya ochagov vnezapnykh vydeleniy* [Isogases and the theory of the origin of foci of sudden discharge]. Moscow – Leningrad, Gorno-geologicheskoye izdatel'stvo Publ., 1932. 132 p.
4. Khodot V.V. *Vnezapnyye vybrosy uglya i gaza* [Sudden coal and gas emissions]. Moscow, GNTI Publ., 1961, 363 p.
5. Xueqiu He, Wenxue Chen, Baisheng Nie & Ming Zhang Classification technique for danger classes of coal and gas outburst in deep coal mines. *Safety Science*. 2010, Vol. 48, pp. 173–178.
6. Sheng Xue, Liang Yuan, Yucang Wang & Jun Xie Numerical Analyses of the Major Parameters Affecting the Initiation of Outbursts of Coal and Gas. *Rock Mech Rock Eng*, 5 May 2013.

7. Feng-hua An, Yuan-ping Cheng, Liang Wang & Wei Li A numerical model for outburst including the effect of adsorbed gas on coal deformation and mechanical properties. *Computers and Geotechnics*, 2013, Vol. 54, pp. 222–231.

8. Li Shugang & Zhang Tianjun. Catastrophic mechanism of coal and gas outbursts and their prevention and control. *Mining Science and Technology*, 2010, Vol. 20, pp. 0209–0214.

9. Daniel D. Joseph & Kang Ping Chen. A new mechanistic model for prediction of instantaneous coal outbursts – Dedicated to the memory of Prof. *International Journal of Coal Geology*, 2011, Vol. 87, pp. 72-79.

10. Ayruni A.T. *Prognozirovaniye i predotvrashcheniye gazodinamicheskikh yavleniy v ugol'nykh shakhtakh* [Prediction and prevention of gas-dynamic phenomena in coal mines]. Moscow, Nauka Publ., 1987, 310 p.

11. Lama R. & Saghafi A. Overview of gas outburst and unusual emissions. Coal 2002: Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2002, pp. 74–88.

12. Yunxing Cao, Dingdong He & David C. Glick Coal and gas outbursts in footwalls of reverse faults. *International Journal of Coal Geology*, 2001, Vol. 48, pp. 47–63.

13. Smirnov V.G., Dyrdin V.V., Ismagilov Z.R. & Kim T.L. Vliyaniye razlozheniya gazovykh gidratov na rost treshchin v massive uglya vperediy zaboya podgotovitel'noy vyrabotki [The effect of decomposition of gas hydrates on the growth of cracks in an array of coal ahead of the face of the preparatory production]. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal – News of universities. Mining Journal*, 2016, No. 3, pp. 96-103.

14. Makogon Yu.F. & Morozov I.F. Vnezapnyye vybrosy i uchastiye v nikh metana v gidratnom sostoyanii [Sudden emissions and participation of methane in a hydrated state]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti – Industrial Safety*, 1973, No. 12, pp. 36–37.

15. Zhemchuzhnikov Yu.A. *Obshchaya geologiya kaustobiolitov* [General geology of caustobioliths]. Moscow-Leningrad, Glavnaya redaktsiya geologorazvedochnoy i geodezicheskoy literatury Publ., 1935, 548 p.

16. Ivanov G.A. *Uglenosnyye formatsii. Zakonomernosti stroyeniya, obrazovaniya, izmeneniya i geneticheskaya klassifikatsiya* [Carboniferous formations. Patterns of structure, education, changes and genetic classification]. Leningrad, Nauka Publ., 1967, 407 p.

17. Valts I.E. *Pervichnyye i diageneticheskiye izmeneniya mikrostruktury rastitel'nogo materiala na torfyanoy i burougol'noy stadiyakh. Voprosy metamorfizma ugley i epigeneza vmeshchayushchikh porod* [Primary and diagenetic changes in the microstructure of plant material in the peat and brown coal stages. Issues of coal metamorphism and host rocks epigenesis]. Leningrad, Nauka Publ., 1968, pp. 15–25.

18. Bogdanova M.V. *Zakonomernosti izmeneniya burykh ugley Ukrainy v protsesse uglefiksatsii. Voprosy metamorfizma ugley i epigeneza vmeshchayushchikh porod* [Patterns of change of brown coal in Ukraine in the process of coalification. Issues of coal metamorphism and host rocks epigenesis]. Leningrad, Nauka Publ., 1968, pp. 25–36.

19. Kolesnichenko I.E., Artemiev V.B., Kolesnichenko E.A. et al. Teoriya elektronno-volnovoy fiziki ugol'nykh plastov [Theory of electron-wave coal bed physics] // *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2018, No. 5, pp. 86–89.

Обеспечение метанобезопасности шахт на основе глубокой дегазации угольных пластов при их подготовке к интенсивной разработке

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-42-47>

СЛАСТУНОВ Сергей Викторович

*Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Безопасность
и экология горного производства»
Горного института НИТУ «МИСИС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: slastunovsv@mail.ru*

ЮТЯЕВ Евгений Петрович

*Канд. техн. наук,
генеральный директор
АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия*

МАЗАНИК Евгений Васильевич

*Канд. техн. наук,
директор по аэрологической безопасности
подземных горных работ
АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
e-mail: mazanikev@suek.ru*

САДОВ Анатолий Петрович

*Канд. техн. наук,
директор управления дегазации
и утилизации метана АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
e-mail: sadovar@mail.ru*

ПОНИЗОВ Александр Владимирович

*Директор шахты им. С.М. Кирова
АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
e-mail: ponizovav@suek.ru*

В статье изложено обоснование необходимости совершенствования технологии пластовой дегазации для обеспечения высокоэффективной разработки угольных месторождений подземным способом. Изложены подходы к обоснованному выбору технологии пластовой дегазации, механизм усовершенствованной технологии предварительной пластовой дегазации с использованием гидроразрыва угольных пластов, подготавливаемых к безопасной и интенсивной отработке. Приведены результаты апробации новой технологии. Определены рациональные параметры, область применения и достигнутая эффективность разработанных технологических решений. Показаны перспективы развития научного направления в плане разработки и внедрения технологии заблаговременной дегазационной подготовки скважинами с поверхности не разгруженных от горного давления угольных пластов к эффективной и безопасной разработке.

Ключевые слова: *предварительная пластовая дегазация, гидроразрыв, параметры способа, оценка эффективности, перспективы развития технологии.*

ВВЕДЕНИЕ

Предусмотренные правилами безопасности ограничения по газовому фактору снижают в несколько раз производительность угледобывающей техники в газообильных забоях и существенно усложняют технологию добычи угля. На угольных шахтах России периодически происходят крупные аварии, что свидетельствует о серьезных проблемах в области промышленной безопасности.

Обоснованный выбор и эффективное внедрение способов дегазации при интенсивной отработке газоносных угольных пластов являются основополагающими для повышения уровня промышленной безопасности угольных шахт [1]. Основным руководящим документом по проектированию и осуществлению дегазации угольных шахт и выемочных участков является Инструкция по дегазации угольных шахт [2], которая предусматривает применение комплекса технологических решений по дегазации и подготовке угольного пласта к его безопасной и интенсивной отработке.

Несмотря на то, что во многих горно-геологических и горнотехнических условиях структура газовыделения на выемочном участке показывает относительно невысокий удельный вклад разрабатываемого пласта (до 10-15% и даже в ряде случаев менее), газовыделение из последнего достаточно часто становится лимитирующим фактором при интенсивной отработке газоносных угольных пластов.

ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРИ ИХ ПОДГОТОВКЕ К ИНТЕНСИВНОЙ РАЗРАБОТКЕ

Как показывает анализ горно-геологических и горно-технических условий современных угольных шахт России, уровень запланированных нагрузок на очистные забои для каждого выемочного участка угольной шахты может достигаться при обеспечении эффективности пластовой дегазации до 40-50% и выше.

Высокую эффективность применяемых технологий пластовой дегазации, которая приведена в руководящем документе [2], в современных условиях можно обеспечить только номинально. На сегодняшний день при глубинах разработки более 400-500 м, газопроницаемости не разгруженных от горного давления угольных пластов на уровне или ниже сотых долей миллиарда, длине лав более 250-300 м приводимая эффективность требует существенной корректировки в меньшую сторону. Это объективно связано с фактическими значениями основных свойств и характеристик не разгруженных от горного давления угольных пластов (газопроницаемость, сорбционные характеристики, пластовое давление), которые должны экспериментально определяться на объектах пластовой дегазации по известным из практики [3, 4, 5, 6] и специально разработанным методикам [7, 8].

Реально эффективность способов подземной пластовой дегазации (ППД) в настоящее время в указанных выше условиях при вариантах с одиночными или пересекающимися скважинами не превышают 10% для нисходящих и 15-20% для восстающих пластовых скважин. Способы активных воздействий по повышению эффективности пластовой дегазации (подземный гидроразрыв в различных модификациях, физико-химическая обработка, торпедирование и другие) на шахтах России практически не применяются.

Более высокая эффективность пластовой дегазации может достигаться на стадии заблаговременной подготовки шахтных полей (ЗДП) с использованием скважин, пробуренных с поверхности, с гидрорасчленением угольных пластов (ГРП). В этих случаях эффективность пластовой дегазации может возрастать до 40-50%, особенно при применении технологии ЗДП [9] в комплексе с подземной пластовой дегазацией, когда скважины ППД функционируют в зонах ГРП. Однако применение ЗДП имеет свои ограничения по ряду факторов (экономических, временных, рельефа поверхности и др.). Поэтому в настоящее время в современных условиях более востребовано направление совершенствования технологии пластовой дегазации, осуществляемой из подземных выработок на стадии ППД.

Технология ППД в настоящих горно-геологических и горнотехнических условиях должна надежно обеспечивать эффективность пластовой дегазации от 15 до 50%. Это именно тот технологически не закрытый в настоящее время диапазон требуемой эффективности подземной пластовой дегазации, где угольные компании и шахты несут огромные потери по снижению объемов угледобычи, связанные с простоями очистного оборудования по газовому фактору, составляющие до 30% и более от общего рабочего времени.

Изложенная выше задача по разработке эффективной технологии подземной пластовой дегазации, имеющей надежную эффективность в диапазоне до 40-50%, реша-

лась последние несколько лет специалистами АО «СУЭК-Кузбасс» и Горного института НИТУ «МИСиС» на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс», в частности, на шахте им. С.М. Кирова.

На настоящий момент наиболее перспективным видится применение усовершенствованной технологии ППД с использованием предварительного гидроразрыва дегазируемых угольных пластов, некоторые аспекты и особенности которой изложены в нашей более ранней публикации [10].

Принципиально важный вопрос обеспечения эффективного извлечения метана из не разгруженного от горного давления пласта заключается в существенном увеличении его газопроницаемости. Известен ряд шахтных экспериментальных работ по осуществлению гидроразрыва угольных пластов в подземных условиях в Карагандинском угольном бассейне [11]. Работы доказали принципиальную возможность существенного углубления пластовой дегазации с использованием гидроразрыва угольных пластов, но реализованная технология имела ряд ограничений и недостатков.

Усовершенствованная нами по ряду основных параметров технология подземного гидроразрыва (здесь и далее – технология ПодзГРП) из подготовительных пластовых выработок была апробирована и испытана на шахте им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс» в 2015-2018 гг. в ходе поисковых экспериментальных работ, сущность которых заключалась в нагнетании рабочей жидкости в пласт под большим давлением (до 30 МПа) в установленном режиме для создания сети техногенных трещин с целью улучшения фильтрационных свойств дегазируемого неразгруженного угольного пласта.

В результате проведенных работ выявлен и обоснован механизм снижения газообильности очистной выработки вследствие осуществления комплексной пластовой дегазации, проводимой из подготовительных выработок, базирующийся на:

- снижении газоносности угольного пласта и газовыделения из последнего при его отработке вследствие предварительного извлечения метана из искусственно созданного в процессе гидроразрыва газопроницаемого техногенного коллектора, а также замещения метана водой в сорбционном объеме дегазируемого угольного пласта;
- повышении остаточной газоносности угольного пласта и, как следствие, снижении газовыделения из него при его разрушении в очистной выработке вследствие блокирования метана в мельчайших порах и трещинах угольного пласта рабочей жидкостью, проникающей туда за счет капиллярных сил, особенно в условиях применения нисходящих дегазационных скважин;
- перетока метана из угольного пласта в подготовительную выработку, из которой пробурены скважины гидроразрыва, вследствие движения метана под действием пластового давления по созданному гидродинамическим воздействием высоко проницаемому техногенному коллектору.

Выявлены и обоснованы эффективные технологические параметры подземного гидроразрыва, в частности:

- объем рабочей жидкости определяется по фактору заполнения ею фильтрующего объема угольного пласта в зоне гидроразрыва, а также учитывается дополнительный фактор блокирования части метана в мельчайших порах и трещинах дегазируемого пласта (например, для

условий пласта «Болдыревский» объем рабочей жидкости составляет не менее 50-100 куб. м);

- ожидаемое давление гидроразрыва угольного пласта рассчитывается исходя из прочностных характеристик и глубины залегания угольного пласта, а также коэффициента, учитывающего необходимое превышение забойного давления над давлением разрыва;

- глубина герметизации (например, для условий пласта «Болдыревский» – не менее 30-36 м);

- эффективная длина скважин ПодзГРП составляет 50-60 м. Разработанная технология ПодзГРП защищена патентом РФ [12].

Прогнозный радиус зоны гидродинамической обработки при различных режимах нагнетания в пласт рабочей жидкости и эффективность пластовой дегазации определяются на основе разработанной аналитической модели двухфазной фильтрации текучих в дегазируемых угольных пластах.

Главным преимуществом испытанного способа ПодзГРП перед аналогами являются простота и надежность технической реализации. При его применении не требуется использование сложного специального оборудования (пакеров, герметизаторов и других устройств). Закачка рабочей жидкости гидроразрыва велась с использованием маслостанции с темпом подачи рабочей жидкости до 10 л/с и сооружаемого надежного герметизатора, установленной для конкретных условий длины. Герметизация скважины проводилась двухкомпонентной смолой «Шахтиклеем» по усовершенствованной технологии. После герметизации скважины разбуривались на определенное «Программой и методикой работ...» значение от 2 до 110 м штангами диаметром 40 мм. Осуществлялся начальный замер дебита смеси из скважин, после чего производился гидроразрыв пласта в соответствии с утвержденными технологическими документами.

После завершения монтажа газопровода скважины были подключены к нему и осуществлялась оценка эффективности проведенных работ по динамике дебитов метана и суммарному съему газа за весь период предварительной пластовой дегазации как непосредственно из скважины гидроразрыва, так и из стандартных пластовых скважин ППД, пробуренных на подготавливаемом выемочном участке после гидроразрыва угольного пласта.

Экспериментальные поисковые работы по реализации технологии ПодзГРП проведены на выемочных участках 24-58, 24-59 и 24-60 шахты им. С.М. Кирова. На первом этапе поисковых работ был осуществлен подземный гидроразрыв пласта «Болдыревский» из 18 скважин, пробуренных из вентиляционной печи 24-58 (скважины №№ 1-6), конвейерной печи 24-58 (скважины №№ 7-12), вентиляционной печи 24-59 (скважины №№ 13-18), вентиляционной печи 24-60 (скважины 1-5, 9-28) и конвейерной печи 24-60 (скважины №№ 29-53). Экспериментальные работы проводились также на шахте им. С.М. Кирова по пласту «Подполеновский» (22 скважины) и на шахте «Полысаевская» по пласту «Бреевский» (29 скважин). Всего технология ПодзГРП была испытана на 145 скважинах.

Характер выхода на режим, установленный по графику изменения давления во время закачки рабочей жидкости в пласт в ходе проведения ПодзГРП, позволил сделать предварительный вывод об имевшем место характере режима закачки рабочей жидкости в угольные пласты, который был идентифицирован нами как гидрорасчленение с поэтапными циклическими гидроразрывами, имея в виду, что раскрывались в основном имевшие место в угольном пласте естественные трещины, и только в некоторых случаях образовывались новые.

Средний дебит типовых скважин ППД на пласте «Болдыревский» находится на уровне 5-10 л/мин (при длине скважин около 150 м). Диапазон дебитов из более коротких скважин ПодзГРП изменялся на первом этапе обследования по скважинам ПодзГРП № № 1-18 от 5 до 640 л/мин. Это подтвердило достигнутый эффект по раскрытию новых трещин в угольном пласте и существенному образованию дополнительных поверхностей обнажения в нем. Рост дебита из скважин ПодзГРП и его существенные значения фиксировались в период в среднем до 50-100 сут., затем происходило его падение, что связано, с нашей точки зрения, с истощением газового коллектора в достаточно ограниченной зоне гидроразрыва (по нашим оценкам, радиус гидроразрыва был на уровне 25-30 м) и возвратом дебитов к значениям, характерным для неразгруженных зон угольного пласта.

Проведенные шахтные испытания усовершенствованной технологии гидроразрыва ПодзГРП позволили оценить влияние темпа нагнетания на средний дебит метана из скважин ППД (табл. 1).

Нетрудно видеть, что чем мощнее нагнетательная техника, тем выше эффективность работ по пластовой дегазации. С другой стороны, не менее важен вопрос о мобильности насосной техники, вопрос оперативной доставки ее к месту проведения дегазационных работ и возможности плавного повышения темпа нагнетания. В случае резкого выхода на режим велика вероятность реализации режима гидроразрыва, а не гидрорасчленения, что не всегда желательно применительно к вопросу равномерной дегазации угольного пласта.

По первичным оценкам, основной эффект по извлечению метана на выемочном участке следует ожидать не непосредственно из скважин ПодзГРП, а из стандартных пластовых скважин ППД, пробуренных и функциониру-

ны №№ 13-18), вентиляционной печи 24-60 (скважины 1-5, 9-28) и конвейерной печи 24-60 (скважины №№ 29-53). Экспериментальные работы проводились также на шахте им. С.М. Кирова по пласту «Подполеновский» (22 скважины) и на шахте «Полысаевская» по пласту «Бреевский» (29 скважин). Всего технология ПодзГРП была испытана на 145 скважинах.

Таблица 1

Эффективность по дебитам метана из скважин ППД в зависимости от темпов нагнетания рабочей жидкости

Выемочный участок (шахта им. С.М. Кирова)	Зона влияния скважин ПодзГРП №№	Темп нагнетания рабочей жидкости гидроразрыва, л/с	Средний дебит скважин ППД в зонах гидроразрыва, м³/мин
24-58	1-6	10	0,6
24-59	13-18	5	0,2
24-59	59/7-59/10	5	0,14
24-59	59/1-59/6	2	0,06

Сравнение параметров работы очистного забоя в зоне ГРП и зоне сравнения на выемочном участке 24-58

Показатели	По всей лаве № 24-58	Зона сравнения (№ 1+№ 2+№ 3)	Зона ГРП (№ 1+№ 2)	Δ, %
Относительная газообильность, м³/т	1,54	1,14	0,80	30
Технологические остановки, связанные с «газовым барьером» за сутки, мин/сут.	112,61	122,39	71,45	42
Абсолютная газообильность, м³/мин	8,3	8,29	7,29	12
Добыча суточная, т	10500	10747	13037	21

ющих в зонах гидроразрыва (гидрорасчленения) в условиях существенно повышенной проницаемости пласта. На экспериментальном участке на выемочном участке 24-58 было установлено, что дебиты метана из 30 скважин ППД в зонах гидроразрыва за 6,5 мес. эксплуатации в 3-4 раза выше, чем на таком же участке в зоне сравнения вне зон влияния скважин гидроразрыва [10]. Суммарный съем метана в сравниваемой зоне составил за этот период 27 тыс. куб. м метана, в то время как в зоне ПодзГРП – более 109 тыс. куб. м. В зонах ответственности технологии ПодзГРП каких-либо негативных моментов по устойчивости кровли в подготовительных и очистных выработках в процессе ведения горных работ отмечено не было.

Были проведены исследования по снижению газообильности лавы и сокращению простоев добычного оборудования по газовому фактору в зонах влияния скважин гидроразрыва. Основная оценка эффективности технологии ПодзГРП осуществлялась в процессе ведения очистных работ лавой 24-58.

На *рисунке* представлено расположение скважин ПодзГРП № № 1-12 на этом выемочном участке и выделены зоны ответственности разработанной технологии ПодзГРП (выделено на *рисунке* красным цветом) и зоны сравнения, где гидроразрыв перед ППД не применялся (выделено на *рисунке* синим цветом). Сравнение параметров работы очистного забоя в зоне ГРП и зоне сравнения приведено в *табл. 2*.

Можно видеть, что среднее значение относительной газообильности очистного забоя снижено на 30%, добыча в

среднем повышена на 21%, а технологические остановки, связанные с «газовым барьером», уменьшились на 42%.

Представляла безусловный интерес аналогичная оценка на выемочном участке 24-59, который также отработан. Однако на этом участке не представилось возможным методически четко выделить зоны ПодзГРП и сравниваемые зоны. Была проведена интегральная оценка дегазации всего выемочного поля 24-59, в целом охваченного трещинами ПодзГРП, конфигурацию которых на данном этапе исследований не представилось возможным выявить, в сравнении с выемочным полем 24-58.

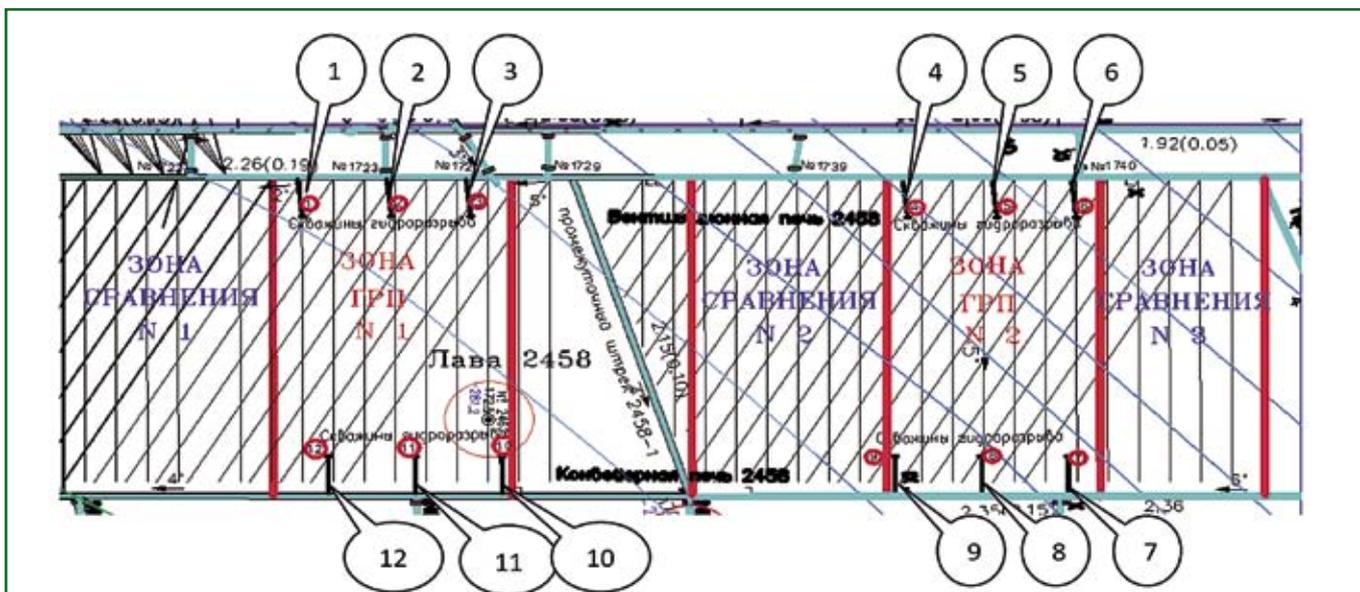
Можем обоснованно отметить, что лава № 24-59 работала в более тяжелых условиях на большей глубине (438 м против 401 м), в области большей газоносности (20 м³/т с.б.м. против 15 м³/т с.б.м., тем не менее были достигнуты следующие положительные результаты:

- увеличилась на 5% суточная добыча, с 10,5 до 10,98 тыс. т;
- уменьшилось среднее время остановок на проветривание за сутки на 9,1%, с 112,61 до 103,2 мин;
- уменьшилась относительная газообильность на 15,8%, с 1,54 до 1,33 м³/т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышесказанное подтверждает достаточно высокую эффективность разработанной и успешно апробированной технологии подземного гидроразрыва.

Положительные результаты шахтных испытаний гидродинамической обработки газоносных угольных пластов послужили основанием для вывода этих работ на качествен-



Расположение скважин ПодзГРП № № 1-12 на выемочном участке 24-58

но новый уровень и развертывания работ в направлении заблаговременной дегазации углегазонасного массива с использованием скважин, пробуренных с поверхности, с гидрорасчленением угольных пластов. Для этого компанией «СУЭК-Кузбасс» в 2018 г. приобретен весь комплекс современного технологического оборудования. Первые работы планируется осуществить в 2019 г. на выемочном участке 24-63 поля шахты им. С.М. Кирова. На настоящий момент утверждена вся необходимая техническая документация. Отличительной особенностью запланированных работ будет являться интенсивное освоение скважин путем спуска рабочей жидкости ГРП в горную выработку.

Список литературы

1. Сластунов С.В., Ермак Г.П. Обоснование выбора и эффективная реализация способов дегазации при интенсивной отработке газонасных угольных пластов – ключевой вопрос обеспечения метанобезопасности угольных шахт // Уголь. 2013. № 1. С. 21-24. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012013.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
2. Инструкция по дегазации угольных шахт. М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2012.
3. Lei Yang. A mixed element method for the desorption-diffusion-seepage model of gas flow in deformable coalbed methane reservoirs // Mathematical Problems in Engineering. 2014. Vol. 2014. Pp. 1–10. URL: <http://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/735931> (дата обращения: 15.06.2019).
4. Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture / Nie Baisheng, Liu Xianfeng, Yuan Shaofei et al. // Adsorption. 2016. Vol. 22. N 3. Pp. 315–325.
5. Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics / Guo Haijun, Cheng

Yuanping, Wang Liang et al. // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2015. Vol. 24. Pp. 245–251.

6. Campbell Q.P., Barnardo M.D., Bunt J.R. Moisture adsorption and desorption characteristics of some South African coals // The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2013. Vol. 113. Pp. 803–807.

7. Пащенко П.Н., Хаутиев А.М.-Б., Мазаник Е.В. Методика и результаты определения параметров сорбции угля в лабораторных условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. Специальный выпуск № 32. С. 54-60.

8. Оценка фильтрационных свойств углей в гидродинамических испытаниях дегазационных пластовых скважин / Е.П. Ютяев, А.П. Садов, А.А. Мешков, А.Б.-М. Хаутиев и др. // Уголь. 2017. № 11. С. 24-27. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112017.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

9. Ножкин Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. М.: Недра, 1979. 271 с.

10. Углубление пластовой дегазации на основе усовершенствованной технологии подземного гидроразрыва / С.В. Сластунов, Е.В. Мазаник, А.П. Садов, А.В. Понизов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 9. С. 296-303.

11. Управление газовойделением на угольных шахтах / С.Г. Калиев, Е.И. Преображенская и др. М.: Недра, 1980. 196 с.

12. Патент РФ № 2 659 298. Способ подготовки газонасного угольного пласта к отработке / С.В. Сластунов, Г.Г. Каркашадзе, К.С. Коликов, Е.П. Ютяев, Е.В. Мазаник, А.П. Садов, А.В. Понизов, С.Г. Никитин. Заявка: 2017133145 от 22.09.2017 // Бюл. 29.06.2018. № 19 (73).

UDC 622.831.325.3 © S.V. Slastunov, E.P. Yutyayev, E.V. Mazanik, A.P. Sadov, A.V. Ponizov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 42-47

Title ENSURING METHANE SAFETY OF MINES ON THE BASIS OF DEEP DEGAISING OF COAL SEAMS IN THEIR PREPARATION FOR INTENSIVE DEVELOPMENT

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-42-47>

Authors

Slastunov S.V.¹, Yutyayev E.P.², Mazanik E.V.², Sadov A.P.², Ponizov A.V.²

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

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

Authors' Information

Slastunov S.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Department "Safety and ecology of mining" of Mining Institute, e-mail: slastunovsv@mail.ru

Yutyayev E.P., PhD (Engineering), General Director

Mazanik E.V., PhD (Engineering), Director for safety underground mining, e-mail: mazanikev@suek.ru

Sadov A.P., PhD (Engineering), Director of Degassing and Methane Utilization Department, e-mail: sadovap@mail.ru

Ponizov A.V., Director of Kirov mine, e-mail: ponizovav@suek.ru

Abstract

The paper presents the rationale for the need to improve the technology of reservoir degassing to ensure highly efficient development of coal deposits by underground method. The approaches to the reasonable choice of technology of formation degassing, the mechanism of advanced technology of preliminary formation degassing using hydraulic fracturing of coal seams, prepared for safe and intensive development. The results of testing the new

technology are presented. The rational parameters, scope and efficiency of the developed technological solutions are determined. The prospects of the development of the scientific direction in the development and implementation of technology training in advance degassing wells from the surface is not unloaded from the rock pressure of coal seams for safe and efficient development.

Keywords

Advanced reservoir degassing, Hydraulic fracturing, Process parameters, Performance evaluation, Prospects of technology.

References

1. Slastunov S.V. & Ermak G.P. Obosnovanie vybora i effektivnaya realizatsiya sposobov degazatsii pri intensivnoy otrabotke gazonosnykh ugol'nykh plastov – klyuchevoiy vopros obespecheniya metanobezopasnosti ugol'nykh shakht [Rationale for choosing and effective implementation of degassing methods during intensive working out of gas-bearing coal seams is the key issue of ensuring of coal mine methane safety]. *Ugol' – Russian Coal Journal*,

2013, No. 1, pp. 21–24. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012013.pdf> (accessed 15.06.2019).

2. *Instruktsiya po degazatsii ugol'nykh shakht* [Instructions for the degassing of coal mines]. Moscow, OAO "NTTS" Promyshlennaya bezopasnost' Publ., 2012.

3. Lei Yang. A mixed element method for the desorption-diffusion-seepage model of gas flow in deformable coalbed methane reservoirs. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, Vol. 2014, pp. 1–10. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/735931> (accessed 15.06.2019).

4. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia et al. Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture. *Adsorption*, 2016, Vol. 22, No. 3, pp. 315–325 Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang, Shouqing Lu & Kan Jin. Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 2015, Vol. 24, pp. 245–251.

6 Campbell Q.P., Barnardo M.D. & Bunt J.R. Moisture adsorption and desorption characteristics of some South African coals. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2013, Vol. 113, pp. 803–807.

7. Pashchenkov P.N., Khautiyev A.M.-B. & Mazanik Ye.V. Metodika i rezultaty opredeleniya parametrov sorbtzii uglya v laboratornykh usloviyakh [Methods and results of determining the parameters of coal sorption in the laboratory]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2018, Special Issue No. 32, pp. 54–60.

8. Yutyaev E.P., Sadov A.P., Meshkov A.A., Khautiyev A.M., Tailakov O.V. & Utkayev E.A. Ocenka filtratsionnykh svoystv ugley v gidrodinamicheskikh ispytaniyakh degazatsionnykh plastovykh skvazhin [Evaluation of coal filtration properties in the hydrodynamic tests of degassing formation wells]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 11, pp. 24–27. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112017.pdf> (accessed 15.06.2019).

9. Nozhkin N.V. *Zablagozemennaya degazatsiya ugol'nykh mestorozhdeniy* [Preliminary decontamination of coal fields]. Moscow, Nedra Publ., 1979, 271 p.

10. Slastunov S.V., Mazanik E.V., Sadov A.P. & Ponizov A.V. Uglubleniye plastovoy degazatsii na osnove usovershenstvovannoy tekhnologii podzemnogo gidrorazryva [Deepening reservoir degassing based on advanced underground fracturing technology]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2016, No. 9, pp. 296–303.

11. Kaliev S.G., Preobrazhenskaya Ye.I. et al. *Upravleniye gazovydeniyem na ugol'nykh shakhtakh* [Management of gas emission in coal mines]. Moscow, Nedra Publ., 1980, 196 p.

12. Slastunov S.V., Karkashadze G.G., Kolikov K.S., Yutyaev E.P., Mazanik E.V., Sadov A.P., Ponizov A.V. & Nikitin S.G. Sposob podgotovki gazonosnogo ugol'nogo plasta k otrabotke. Patent RF N 2 659 298 [Method of preparing a gas-bearing coal seam for mining. Patent of the Russian Federation No. 2 659 298]. Request: 2017133145 from 22.09.2017. *Bull.* 29.06.2018, No. 19 (73).

АО «Новосибирский механический завод «Искра» презентовал на международной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг – 2019» линейку средств инициирования

Завод выпускает более 30 наименований средств инициирования – изделий, предназначенных для возбуждения детонации разрывных зарядов, передачи на расстояние или усиления взрывного и воспламенительного импульсов. Среди них: неэлектрические системы инициирования; детонирующие шнуры различной мощности; промежуточные малогабаритные детонаторы и электродетонаторы.

По итогам 2018 года выручка предприятия от реализации неэлектрических систем инициирования составила более 2,8 млрд руб. при рентабельности 15,8%.

В настоящее время специалисты предприятия работают над усовершенствованием технических характеристик средств инициирования – скважинного электронного детонатора с замедлением ЭДЭЗ-С и электронного инициирующего устройства с электронным замедлением ИСКРА-Т.

Цель – увеличение времени замедления:

- скважинного электронного детонатора с замедлением ЭДЭЗ-С, предназначенного для проведения взрывных работ внутри скважинных зарядов на земной поверхности, – до 50 с;

- электронного инициирующего устройства с электронным замедлением ИСКРА-Т, используемого при взрывных работах на земной поверхности, в подземных рудниках и шахтах, не опасных по пыли и газу, – до 7 с.

«При возможности увеличения времени и точности замедления систем инициирования существенно повышаются качественные и количественные показатели массовых взрывов. Перспективность использования электронных систем инициирования как раз и заключается в совершенствовании методов управления энергией взрыва, расширении возможности изменения времени действия энер-



гии взрыва на горный массив», – отмечает исполнительный директор АО «НМЗ «Искра» **Сергей Кондратьев**.

Основные потребители неэлектрических систем инициирования производства АО «НМЗ «Искра» – предприятия Казахстана, Монголии, Ростовской, Свердловской областей, Камчатского и Забайкальского краев.

Наша справка.

АО «Новосибирский механический завод «Искра» – российское предприятие, занимающее лидирующие позиции в сфере производства промышленных средств взрывания для горнорудной и угольной промышленности, геофизической разведки полезных ископаемых, проведения взрывных работ на строительных объектах, обработки металлов взрывом. Входит в состав Госкорпорации «Ростех».

Применение теории мультифрактального моделирования процессов деформирования и разрушения породных массивов с целью краткосрочного прогнозирования внезапных выбросов угля и газа

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-48-50>

ХАЛКЕЧЕВ Руслан Кемалович

Канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры «Физические процессы
горного производства и геоконтроля»
НИТУ «МИСИС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (905) 793-80-35,
e-mail: syrus@list.ru

В представленной статье посредством использования теории мультифрактального моделирования разработана математическая модель краткосрочного прогнозирования динамических явлений в виде внезапных выбросов угля и газа. Данная модель, в отличие от своих неполных аналогов, рассматривает внезапные выбросы как проявление напряженно-деформированного состояния породного массива, наблюдаемое на заключительной стадии разрушения. Краткосрочный прогноз динамического явления в разработанной модели осуществляется посредством исследования совокупности двумерных прямоугольных перколяционных решеток (вместе соответствующих выбросоопасной зоне) на предмет реализации двух вертикальных и одного горизонтального бесконечных кластеров. При этом исследование данных решеток на предмет перколяции осуществляется по разрушению элементов согласно критериям, учитывающим механические свойства образцов углей (задаваемых в нечетком виде), поля напряжений и давлений.
Ключевые слова: внезапный выброс угля и газа; поле напряжений; поле давлений; мультифрактальное моделирование; математическая модель; перколяционная решетка; нечеткий тензор модулей упругости; динамическое явление.

ВВЕДЕНИЕ

Всезрастающие темпы мирового потребления угля, требования к его сортности и рентабельности привели к необходимости освоения горно-геологических участков, залегающих на большой глубине. Так, например, в Китае – мировом лидере по добыче угля глубина залегания некоторых разрабатываемых участков к настоящему времени достигает 1300 м, и, по оценкам экспертов, в течение следующих 20 лет достигнет 1500 м [1]. В то же время ведение горных работ на такой глубине неразрывно связано с до-

статочно частой реализацией опасных динамических явлений в виде внезапных выбросов угля и газа.

Анализ существующих научных работ свидетельствует, что на практике при прогнозировании внезапных выбросов, как правило, используются экспериментальные методы, основанные на акустико-эмиссионном и электромагнитном принципах [2, 3 и др.]. Однако, как показывает практика, по причине высокой степени неоднородности угля данные методы обладают большой степенью погрешности. Не лишены недостатков и теоретические методы, основанные на математических моделях, разработанных в рамках механики сплошной среды [4, 5], теории хаоса [6, 7], нейронных сетей [8, 9] и других. Так, во всех существующих моделях внезапные выбросы рассматриваются непосредственно, игнорируя тот факт, что они являются проявлениями напряженно-деформированного состояния породного массива и наблюдаются на заключительной стадии разрушения.

В сложившейся ситуации приобретает актуальность необходимость разработки математической модели краткосрочного прогнозирования динамических явлений в виде внезапных выбросов угля и газа, позволяющей учесть структурно-текстурную неоднородность исследуемых объектов и описать все стадии разрушения угольного массива.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Принимая во внимание, что поля напряжений и давлений в угольном пласте являются одними из главных факторов реализации внезапных выбросов [10, 11], с помощью работы [12] было установлено: при разработке предлагаемой математической модели следует использовать теорию мультифрактального моделирования. Основные положения данной теории, а также ее приложения к различным задачам горного производства изложены в трудах [13, 14, 15]. Согласно данной теории аппроксимируем выбросоопасный пласт прямоугольным параллелепипедом и разделим его на совокупность кубиков. При этом каждому кубику сопоставим некоторый объем угля $V = m \times n \times l$, для которого посредством анализа макрообразцов размером $m \times n \times l$ методом резонансной акустической спектроскопии или любым другим способом определены значения компонентов тензоров модулей упругости данных объектов. В результате получим трехмерную перколяционную ре-

шетку, в которой каждому кубику соответствует характерная неоднородность угольного пласта объемом $V = m \times n \times l$.

Далее смоделируем процесс разрушения угольного пласта. Для этого разделим трехмерную решетку на совокупность двумерных прямоугольных решеток. И для каждой полученной двумерной решетки проведем компьютерный эксперимент, заключающийся в следующем. Сначала все квадраты решетки устанавливаются в состояние «отсутствия магистральной трещины», то есть закрашиваются в белый цвет. Далее для каждого квадрата осуществляется следующая процедура:

– посредством генератора случайных чисел необходимо получить три угла Эйлера φ, θ, ψ , определяющие ориентацию характерной неоднородности;

– определить величины нечетких полей напряжений $\tilde{\sigma}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi)$ и давлений $p\delta^{ij}(\varphi, \theta, \psi)$, реализуемых в неоднородностях под действием естественного поля напряжений $\sigma^{(nm)}$,

определяемых с помощью следующих выражений, полученных в рамках метода аналогий с работой [13]:

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi) &= \tilde{C}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi) \left(\mathbf{I} + \mathbf{B} \tilde{C}^{(1nz)}(\varphi, \theta, \psi) \right)^{-1} \times \\ &\times \left\langle \tilde{C}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi) \left(\mathbf{I} + \mathbf{B} \tilde{C}^{(1nz)}(\varphi, \theta, \psi) \right)^{-1} \right\rangle^{-1} \sigma^{(nm)}, \\ p\delta^{ij}(\varphi, \theta, \psi) &= p_0 \mathbf{I} \left(\mathbf{I} + \mathbf{B} \left(p_0 \mathbf{I} - \tilde{C}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi) \right) \right)^{-1} \times \\ &\times \left(\tilde{C}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi) \right)^{-1} \tilde{\sigma}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi), \end{aligned}$$

где $\tilde{C}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi)$ – нечеткий тензор модулей упругости характерной неоднородности исследуемого пласта, определяемый на основе анализа макрообразцов угля методом резонансной акустической спектроскопии;

$\tilde{C}^{(nz)} = \tilde{C} - \left\langle \tilde{C} \right\rangle$; \mathbf{B} – интегральный оператор преобразования Фурье-ядра $K_{ijkl}(x-x') = -[\partial_i \partial_l G_{jk}(x-x')]_{(ij)(kl)}$;

$G_{jk}(x-x')$ – тензорная функция Грина матрицы, свойства которой определяются значением $\left\langle \tilde{C} \right\rangle$; p_0 – первоначальное среднее значение давления в неоднородности; \mathbf{I} – единичный четырехвалентный тензор;

– если нормальные компоненты тензора напряжений $\tilde{\sigma}^{(nz)}(\varphi, \theta, \psi)$ превысят величину предела прочности $\tilde{\sigma}_p$ на растяжение, либо полученные компоненты $p\delta^{ij}(\varphi, \theta, \psi)$ окажутся выше $\frac{1}{5} \tilde{\sigma}_p$, то изменить состояние квадрата исследуемой решетки на состояние «разрушено» и закрасить в черный цвет. В противном случае – квадрат не закрашивать.

В результате такого процесса в каждой из двумерных решеток будут образовываться кластеры – группы закрасенных квадратов, связанных между собой по одной из своих сторон и соответствующих наполненным газом тре-

щинам в выбросоопасной зоне. Однако наличие таких трещин не является достаточным для реализации выброса, требуется особая конфигурация трещин, приводящая к критической величине поля давлений внутри магистральных трещин. Компьютерные эксперименты показывают, что такой конфигурации соответствуют два вертикальных и один горизонтальный бесконечные кластеры. Таким образом, если в каждой из прямоугольных перколяционных решеток (при проведении большого количества симуляций) реализовались два вертикальных и один горизонтальный бесконечные кластеры, то в исследуемом пласте с высокой степенью вероятности реализуется внезапный выброс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что, задав исходные данные – деформационные свойства и предел прочности на растяжение макрообразцов углей (задаваемых в нечетком виде); размеры выбросоопасной области угольного пласта; первоначальное среднее значение давления в образцах; величину естественного поля напряжений, действующего на исследуемый пласт, можно определить критические значения управляющих параметров, при которых с высокой степенью вероятности в анализируемом пласте реализуется внезапный выброс угля и газа. Осуществляя мониторинг величин данных управляющих параметров, можно заблаговременно осуществить краткосрочный прогноз рассматриваемого динамического явления.

Список литературы

1. Quantitative definition and investigation of deep mining / H.-P. Xie, F. Gao, Y. Ju et al. // Journal of the China Coal Society. 2015. Vol. 40. No. 1. Pp. 1–10.
2. Simulation experiment and acoustic emission study on coal and gas outburst / H. Li, Z. Feng, D. Zhao, D. Duan // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2017. Vol. 50. Pp. 2193–2205.
3. Characteristics and precursor information of electromagnetic signals of mining-induced coal and gas outburst / L. Qiu, Z. Li, E. Wang et al. // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2018. Vol. 54. Pp. 206–215.
4. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. М.: Недра, 1983. 280 с.
5. Федоров А.В., Федорченко И.А. Численное моделирование газодинамической стадии внезапного выброса угля и газа // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2010. № 5. С. 3–16.
6. Prediction method for risks of coal and gas outbursts based on spatial chaos theory using gas desorption index of drill cuttings / L. Dingqi, Ch. Yuanping, W. Lei et al. // Mining Science and Technology. 2011. Vol. 21. Pp. 439–443.
7. Zhao Z.-G., Tan Y.-L. Study of premonitory time series prediction of coal and gas outbursts based on chaos theory // Rock and Soil Mechanics. 2009. Vol. 30. No. 7. Pp. 2186–2190.
8. Hao J.S., Yuan C.F. The applying of fuzzy network techniques in prediction of coal and gas outbursts // Journal of China Coal Society. 1999. Vol. 24. No. 6. Pp. 624–627.
9. Zhu Z.J., Zhang H.W., Han J. Prediction of coal and gas outburst based on PCA-BP neural network // China Safety Science Journal. 2013. Vol. 23. No. 4. Pp. 45–49.

10. Experimental analysis of the intensity and evolution of coal and gas outbursts / C. Wang, S. Yang, D. Yang, X Li., C. Jiang // *Fuel*. 2018. Vol. 226. Pp. 252-262.

11. Yuan L. Control of coal and gas outbursts in Huainan mines in China: A review // *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2016. Vol. 8. Pp. 559-567.

12. Халкечев Р.К. Экспертная система разработки математических моделей геомеханических процессов в породных массивах // *Горный журнал*. 2016. № 7. С. 96-98.

13. Халкечев Р.К. Мультифрактальная модель неоднородного поля давлений в газонаполненных порах поликристалла при постоянном внешнем поле // *Горный*

информационно-аналитический бюллетень. 2012. Спец. выпуск № 7. Математическое моделирование трудноформализуемых объектов. С. 3-7.

14. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Математическое моделирование неоднородного упругого поля напряжений породного массива кристаллической блочной структуры // *Горный журнал*. 2016. № 3. С. 200-205.

15. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Управление селективностью разрушения при дроблении и измельчении геоматериалов на основе методов подобия и размерности в динамике трещин // *Горный журнал*. 2016. № 6. С. 64-66.

UDC 622.831.312:622.831.322:51.001.57 © R.K. Khalkechev, 2019
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 48-50

GEOMECHANICS

Title
MULTIFRACTAL MODELING THEORY APPLICATION OF ROCK MASS DEFORMATION AND DESTRUCTION PROCESSES WITH THE AIM OF SHORT-TERM FORECASTING SUDDEN COAL AND GAS OUTBURSTS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-48-50>

Author

Khalkechev R.K.¹

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

Authors' Information

Khalkechev R.K., PhD (Physico-mathematical),
 Docent at "Physics of geological materials and processes" Department,
 tel.: +7 (905) 793-80-35, e-mail: syrus@list.ru

Abstract

In the presented paper, using multifractal modeling theory, the short-term forecasting mathematical model of sudden coal and gas outbursts has been developed. In contrast to its incomplete analogs this model considers sudden outbursts as a stress-strain state development of the rock mass, which observed at the final stage of destruction. In the developed model the short-term forecast of sudden coal and gas outbursts is carried out by analysis for existence two vertical and one horizontal infinite clusters in two-dimensional rectangular percolation lattices (together corresponding to the outburst zone). In this case, the analysis of these lattices for percolation is carried out by the process of elements destruction according to the criteria, which take into account the mechanical properties of coal samples (specified in a fuzzy form), stress fields and pressures.

Keywords

Outbursts of coal and gas, Stress field, Pressure field, Multifractal modeling, Mathematical model, Percolation lattice, Elastic moduli fuzzy tensor, Dynamic phenomenon.

References

1. Xie H.-P., Gao F., Ju Y. et al. Quantitative definition and investigation of deep mining. *Journal of the China Coal Society*, 2015, Vol. 40, No. 1, pp. 1-10.

2. Li H., Feng Z., Zhao D. & Duan D. Simulation experiment and acoustic emission study on coal and gas outburst. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 2017, Vol. 50, pp. 2193-2205.

3. Qiu L., Li Z., Wang E., Liu Z., Ou J., Li X., Ali M., Zhang Y. & Xia S. Characteristics and precursor information of electromagnetic signals of mining-induced coal and gas outburst. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2018, Vol. 54, pp. 206-215.

4. Petukhov I.M. & Linkov A.M. *Mekhanika gornyx udarov i vybrosov* [Mechanics of rock bursts and emissions]. Moscow, Nedra Publ., 1983, 280 p.

5. Fedorov A.V. & Fedorchenko I.A. Chislennoye modelirovaniye gazodinamicheskoy stadii vnezapnogo vybrosa uglja i gaza [Numerical simulation of the gasdynamic stage of the sudden release of coal and gas]. *Fiziko-tehnicheskkiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 2010, No. 5, pp. 3-16.

6. Dingqi L., Yuanping Ch., Lei W., Haifeng W., Liang W. & Hongxing Z. Prediction method for risks of coal and gas outbursts based on spatial chaos theory using gas desorption index of drill cuttings. *Mining Science and Technology*, 2011, Vol. 21, pp. 439-443.

7. Zhao Z.-G. & Tan Y.-L. Study of premonitory time series prediction of coal and gas outbursts based on chaos theory. *Rock and Soil Mechanics*, 2009, Vol. 30, No. 7, pp. 2186-2190.

8. Hao J.S. & Yuan C.F. The applying of fuzzy network techniques in prediction of coal and gas outbursts. *Journal of China Coal Society*, 1999, Vol. 24, No. 6, pp. 624-627.

9. Zhu Z.J., Zhang H.W. & Han J. Prediction of coal and gas outburst based on PCA-BP neural network. *China Safety Science Journal*, 2013, Vol. 23, No. 4, pp. 45-49.

10. Wang C., Yang S., Yang D., Li X. & Jiang C. Experimental analysis of the intensity and evolution of coal and gas outbursts. *Fuel*, 2018, Vol. 226, pp. 252-262.

11. Yuan L. Control of coal and gas outbursts in Huainan mines in China: A review. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2016, Vol. 8, pp. 559-567.

12. Khalkechev R.K. Ekspertnaya sistema razrabotki matematicheskikh modely geomekhanicheskikh protsessov v porodnykh massivakh [Expert system for developing mathematical models of geomechanical processes in rock masses]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 7, pp. 96-98.

13. Khalkechev R.K. Multifraktal'naya model' neodnorodnogo polya davleniy v gazonapolnennykh porakh polikristalla pri postoyannom vneshnem pole [Multifractal model of non-uniform pressure field in gas-filled pores of a polycrystal with a constant external field]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tehnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2012, Spec. No. 7, pp. 3-7.

14. Khalkechev R.K. & Khalkechev K.V. Matematicheskoye modelirovaniye neodnorodnogo uprugogo polya napryazheniy porodnogo massiva kristallicheskoy blochnoy struktury [Mathematical modeling of a non-uniform elastic stress field of a rock mass of a crystalline block structure]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 3, pp. 200-205.

15. Khalkechev R.K. & Khalkechev K.V. Upravleniye selektivnost'yu razrusheniya pri droblenii i izmel'chenii geomaterialov na osnove metodov podobiya i razmernosti v dinamike treshchin [Control of fracture selectivity in crushing and grinding geomaterials based on similarity and dimensionality methods in crack dynamics]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 6, pp. 64-66.

Делегация Российско-Германской внешнеторговой палаты побывала на предприятиях компании «СУЭК-Кузбасс»

В течение недели делегация Российско-Германской внешнеторговой палаты (ВТП) работала в Кемеровской области. В число компаний, которые посетили представители немецкого бизнеса, вошло АО «СУЭК-Кузбасс».



В рамках визита гости познакомились с Единым диспетчерско-аналитическим центром (ЕДАЦ), осуществляющим системный контроль производственной деятельности всех шахт и разрезов, побывали в музее шахтерской славы Кольчугинского рудника. Особый интерес вызвали очистные сооружения шахты им. А.Д. Рубана, где успешно используется инновационная технология многоступенчатой очистки шахтной воды немецкой компании ЭнвиросХеми ГмБХ. Делегация спустилась в очистной забой этой же шахты, оснащенный самым современным комбайном нового поколения Eickhoff SL-900 (Германия).

Состоялся обстоятельный обмен мнениями с руководством компании «СУЭК-Кузбасс» о возможных направлениях дальнейшего сотрудничества, интересных как российскому, так и немецкому бизнесу.

«Первоочередная цель нашей поездки в Кузбасс – это укрепление уже сложившихся деловых контактов между российскими и немецкими компаниями и установление новых на отраслевом рынке, – отмечает директор по региональным вопросам Российско-Германской внешнеторго-

вой палаты **Сергей Быков**. – Один из достойных примеров такого взаимовыгодного сотрудничества – работа с компанией «СУЭК-Кузбасс». У нас сложилось твердое мнение, что потенциал наших отношений еще далеко не исчерпан, его можно и нужно продолжать развивать».

Делегация ВТП также стала организатором конференции «Немецкие технологии горнодобывающей промышленности, возможности для кооперации», состоявшейся в рамках работы Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг – 2019» в Новокузнецке. Участники делегации посетили стенды сервисных предприятий СУЭК, провели переговоры о возможном сотрудничестве.

Наша справка.

Российско-Германская внешнеторговая палата (ВТП) представляет интересы немецких предприятий в России и поддерживает российские компании в Германии. С ее более чем 800 фирмами-членами Российско-Германская ВТП является крупнейшей иностранной бизнес-ассоциацией. В число членов палаты входит СУЭК.



Оценка проектных решений технологических систем угольных шахт с учетом риска

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-52-57>



ЮТЯЕВ Андрей Евгеньевич
Начальник отдела управления проектами
АО «СУЭК», 115054, г. Москва, Россия,
e-mail: lutiaevAE@suek.ru



ЯКУНЧИКОВ Евгений Николаевич
Главный специалист отдела стратегического и текущего планирования
АО «СУЭК», 115054, г. Москва, Россия,
e-mail: lakunchikovEN@suek.ru



ОГАНЕСЯН Армине Сейрановна
Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Автоматизация проектирования и дизайна»
ИТАСУ НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (499) 230-94-66,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru



АГАФОНОВ Валерий Владимирович
Доктор техн. наук,
профессор кафедры
«Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (499) 230-94-66,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Рассмотрена процедура оценки проектных решений технологических систем действующих угольных шахт на основе теории принятия сложных решений и квалиметрии, которая подразумевает генерацию и проверку гипотез об устойчивом функционировании с учетом фактора неопределенности и риска. В рамках решения поставленной задачи предложен аппарат интегральной оценки инвестиционного потенциа-

ла и инвестиционного риска. Предложенная кластеризация позволяет систематизировать рисковые ситуации по областям риска и оценить комбинации факторов хозяйственного риска угольной шахты. В конечном итоге это позволяет получить количественную оценку степени влияния хозяйственного риска на операционную деятельность угольных шахт.

Ключевые слова: угольная шахта, технологическая система, мониторинг, инвестиционный потенциал, инвестиционный риск, интегральный показатель, кластеризация.

ВВЕДЕНИЕ

Процедура обоснования и формализации проектных решений технологических систем угольных шахт в последнее время претерпевает значительные изменения, что связано с трансформацией и видоизменением парадигмы отработки запасов угольных месторождений [1]. На смену устаревшим технологическим решениям в области подземной угледобычи пришли зарубежные современные технологические структуры, такие как «шахта-лава» и «шахта-пласт». Данные структуры характеризуются принципиально новым уровнем производительности и экономичности ведения подземных горных работ, что, в свою очередь, базируется на использовании высокопроизводительной и надежной импортной горнодобывающей техники с высоким ресурсом эксплуатации, использованием многоштрековой подготовки и наличием подготовительных выработок прямоугольной формы с комбинированной анкерной крепью нормального и сверхглубокого заложения, что обеспечивает приемлемые геомеханические условия отработки запасов в окрестностях сопряжений подготовительных выработок с очистным забоем [2]. Стоит отметить, что во многих частных случаях используются и отдельные элементы этих структур.

Учитывая данное обстоятельство и ряд особенностей макроэкономического характера, стало достаточно трудно предсказывать эффективность реализации принимаемых проектных решений угольных шахт даже в среднесрочной перспективе, что обуславливает достаточно высокую степень риска их использования. Одновременно с этим видоизменение технологической структуры шахтного фонда в целом отождествляется с довольно длительным и капиталоемким периодом трансформации технологических систем угольных шахт, с весьма влияющей социальной составляющей, в связи с этим данные решения должны в обязательном порядке базироваться на результатах предвидения и анализа возможных последствий в долгосрочной перспективе.

Таблица 1

Интерпретация результатов предварительной оценки инвестиционной составляющей Кузнецкого угольного бассейна на базе основных видов факторов-индикаторов

Составляющие потенциала/риска	Коэффициент вариации	Асимметрия ряда
Природно-ресурсный потенциал	>35%	0,19-2,99
Природный риск	>35%	0,17-3,04
Производственный потенциал	<4%	0,63-1,9
Производственный риск	<8%	0,72-2,12
Трудовой потенциал	<14%	0,41-1,96
Инфраструктурный потенциал	>35%	0,48-2,9
Экономический потенциал	>35%	0,42-2,5
Инновационный потенциал	<25%	0,54-2,55
Финансовый потенциал	<25%	0,48-2,48
Финансовый риск	<25%	0,54-2,55
Социальный риск	<6%	0,20-2,20
Трудовой риск	<5%	0,18-2,43
Экологический риск	<5%	1,56-5,90
Политический риск	<20%	0,62-2,78

СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Как показали исследования [3, 4, 5], основным инструментарием реализации данного аспекта являются тщательное рассмотрение и учет инвестиционной составляющей реализации проектных решений угольных шахт, которую в свою очередь рационально разделить на собственно:

– **инвестиционный потенциал** – трактуется как объективные предпосылки проектной технологической системы угольной шахты для привлечения со стороны различных источников государственной и другой различной направленности инвестиций для строительства и реализации форм развития с учетом сопутствующих факторов, которые в обязательном порядке должны быть выражены количественно;

– **инвестиционный риск** – трактуется как граничные условия деятельности инвесторов в области строительства и реализации форм развития технологических систем угольных шахт с обязательным учетом возможности потерь инвестиций, выраженной в соответствующей количественной форме.

В связи с динамической составляющей инвестиционной части проектных решений актуальной становится задача ее мониторинга.

Очень важно отметить, что интегрированный инвестиционный ресурсный фактор в системе действующего производства включает довольно обширный перечень, технологических, технических, социальных, организационно-предпринимательских, информационно-управленческих и других, которые в пространственном и временном трендах находятся в согласованном взаимодействии в силу объективных и субъективных причин [6, 7].

Одним из наиболее эффективных методов обобщенной оценки инвестиционного ресурса предварительного плана на основе количественных факторов-индикаторов является статистический метод, который основан на обработке данных методами математической статистики. Основополагающим при этом

является то, что выборки-совокупности с коэффициентом вариации более 30-35% автоматически квалифицируются как неоднородные. Исходя из данного аспекта, в ходе предварительной процедуры объективной интерпретации исходной информации для оценки инвестиционной составляющей технологических систем угольных шахт следует руководствоваться граничным значением коэффициента асимметрии в 1,7 и коэффициента вариации в 35%.

На базе рассчитанных коэффициентов вариации и асимметрии рядов можно провести процедуру предварительной оценки значений факторов-индикаторов в составе потенциалов и рисков с учетом следующих составляющих (табл. 1).

При вынесении предварительных результатов очень важной составляющей является регистрация тенденций и закономерностей ухудшения или улучшения ситуации в той или иной области, надежная и объективная оценка того, является ли изменение фактора-индикатора случайным или закономерным. В оценку проектных решений технологических систем, с учетом инвестиционной составляющей, были привлечены 50 шахт угольных компаний Кузбасса.

Итоговой составляющей процедуры является формирование рейтинга угольных шахт при сопоставлении потенциалов и рисков (табл. 2).

Основными информационными источниками являются данные Госкомстата РФ, Минфина РФ, Министерства экономического развития и торговли РФ, ЦБ РФ, Министерства РФ по налогам и сборам, Министерства природных ресурсов РФ, Центра экономической конъюнктуры при Правительстве РФ, базы данных рейтингового агентства «Эксперт РА», АО «Росинформуголь» и др. Была также использована информация по законодательству, стратегиям и программам развития, представленная на сайтах угольных регионов в Интернете. Изменение общероссийских инвестиционных условий, а также имевшаяся в распоряжении система показателей потребовали, как обычно, внесения некоторых корректив в расчеты отдельных видов риска и потенциала.

В целях выявления сложившихся тенденций и закономерностей была выполнена процедура выявления ретроспективной динамики интегральных показателей потенциалов и рисков за последние пять лет. Основные итоги и обобщающие выводы выглядят следующим образом: в шахтном фонде Кузнецкого угольного бассейна неуклонно сокращается количество так называемых «маргиналь-

Таблица 2

Распределение шахт угольных регионов Кузнецкого угольного бассейна по рейтингу инвестиционного климата

Градация	Количество шахт
Высокий потенциал – умеренный риск (1В)	6
Высокий потенциал – высокий риск (1С)	1
Средний потенциал – умеренный риск (2В)	20
Средний потенциал – высокий риск (2С)	3
Низкий потенциал – минимальный риск (3А)	4
Пониженный потенциал – умеренный риск (3В1)	8
Пониженный потенциал – высокий риск (3С1)	2
Незначительный потенциал – умеренный риск (3В2)	3
Незначительный потенциал – высокий риск (3С2)	3

ных» производственных единиц – шахт с чрезмерно высоким риском или непропорционально низким ресурсным потенциалом. Данный аспект подтверждается увеличением количественного состава рейтинговой группы 2В, представленной угольными шахтами со средним потенциалом и умеренным риском, которые особенно остро конкурируют друг с другом за инвестиции в формы развития. Вертикально интегрированным угольным компаниям непросто сделать выбор объекта вложений инвестиций среди относительно равнозначных по инвестиционному климату шахт. В табл. 3 приведены производственные единицы с наименьшим интегральным инвестиционным риском.

Очень важно отметить, что оценка в количественной форме нескольких факторов-индикаторов обобщающего риска дает возможность ранжирования и кластеризации по группам угледобывающих предприятий. Общепринятым является разделение совокупности предприятий на пять областей риска:

- безрисковая область;
- область минимального риска;
- область повышенного риска;
- область критического риска;
- область недопустимого риска.

Данная процедура требует выбора и обоснования классификационного признака, который является основой кластеризации (интегральный показатель степени риска, оценивающий влияние факторов-индикаторов риска на уровень освоения производственной мощности, уровень операционной рентабельности и себестоимость добычи 1 т угля):

$$H = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где H – показатель степени риска; x_i – значение прошкалированных факторов-индикаторов риска; n – количество факторов-индикаторов риска; i – индекс фактора-индикатора риска.

Расчетные количественные данные производственных единиц, вовлеченных в оценку, показали, что интегральный показатель степени риска имеет следующий интервал изменений со следующими пороговыми значениями:

$$1,287 \leq \sum x_i \leq 3,122.$$

Следует отметить, что существует процедура предварительной оценки степени риска, или кластеризации рискованных ситуаций, которая предполагает наличие визуальных моделей, приведенных на рис. 1.

На основе корреляционно-регрессионного анализа была установлена обратно пропорциональная зависимость между по-

Производственные единицы с наименьшим интегральным инвестиционным риском

Ранг инвестиционного риска	Угольные шахты
1	Шахта им. В.Д. Ялевского
2	Шахта им. С.М. Кирова
4	Шахта «Талдинская-Западная-1»
5	Шахта «Талдинская-Западная-2»

казателем степени риска и уровнем освоения производственной мощности (процент выполнения плана добычи угля) и выручки от его реализации с прямо пропорциональной зависимостью от уровня себестоимости добычи угля (рис. 2, 3, 4).

Для статистической обработки данных была использована трехлетняя ретроспективная динамика показателей.

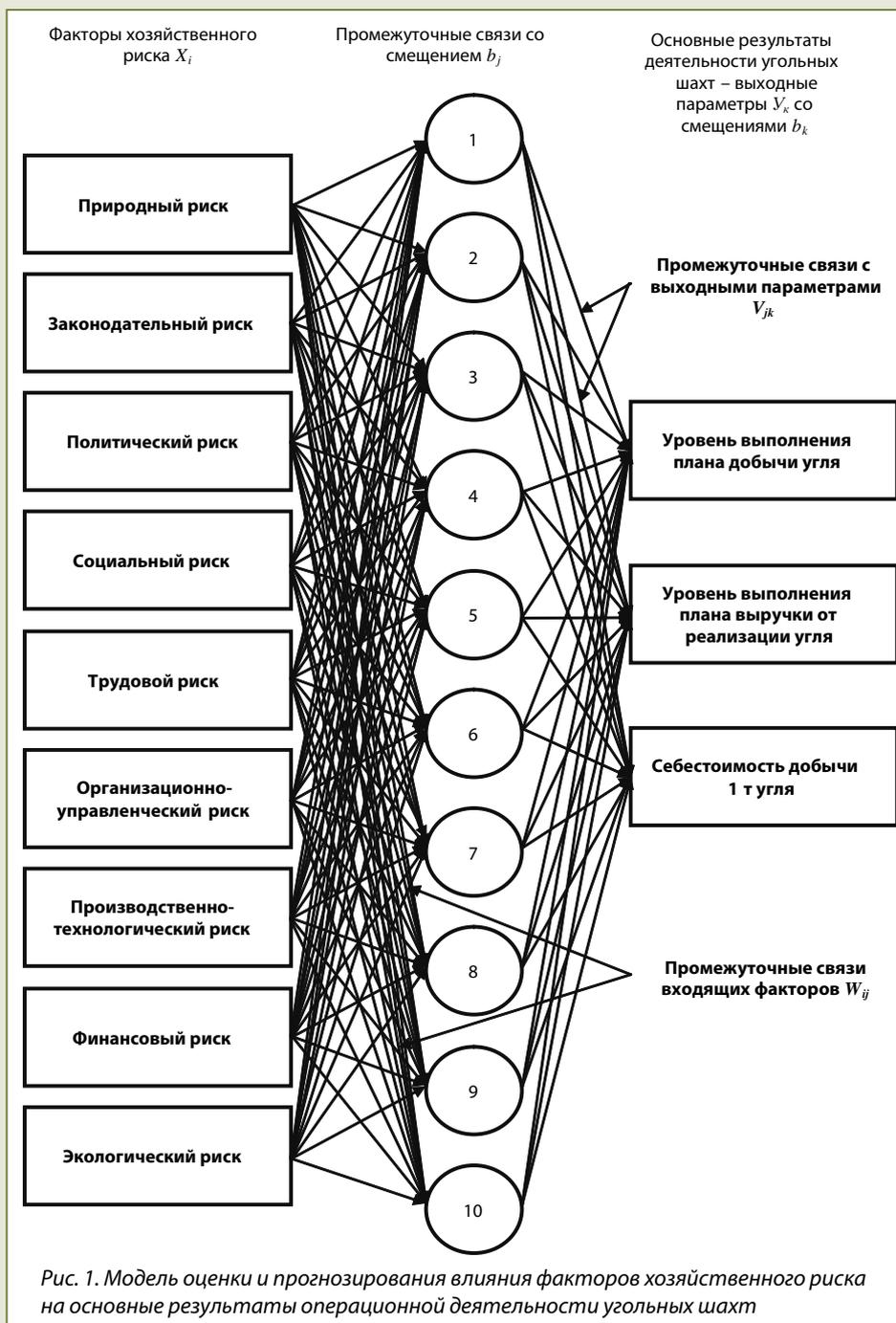


Рис. 1. Модель оценки и прогнозирования влияния факторов хозяйственного риска на основные результаты операционной деятельности угольных шахт

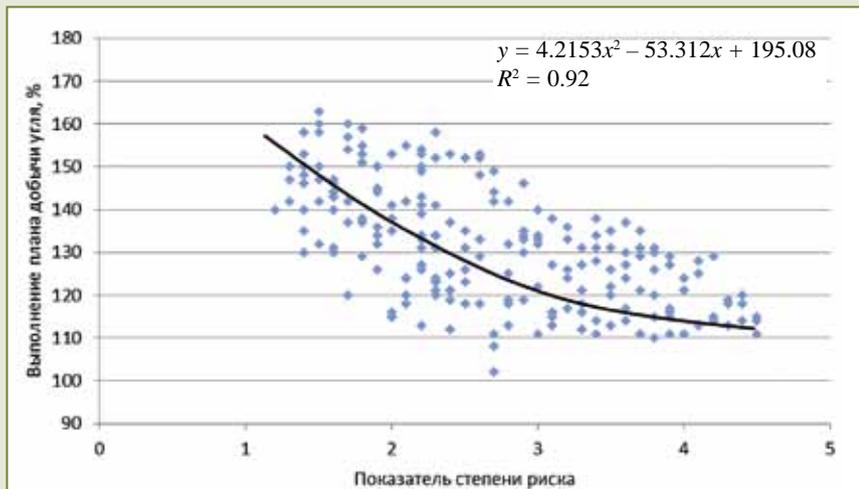


Рис. 2. Зависимость выполнения плана добычи угля (уровень освоения производственной мощности) от интегрального показателя степени риска

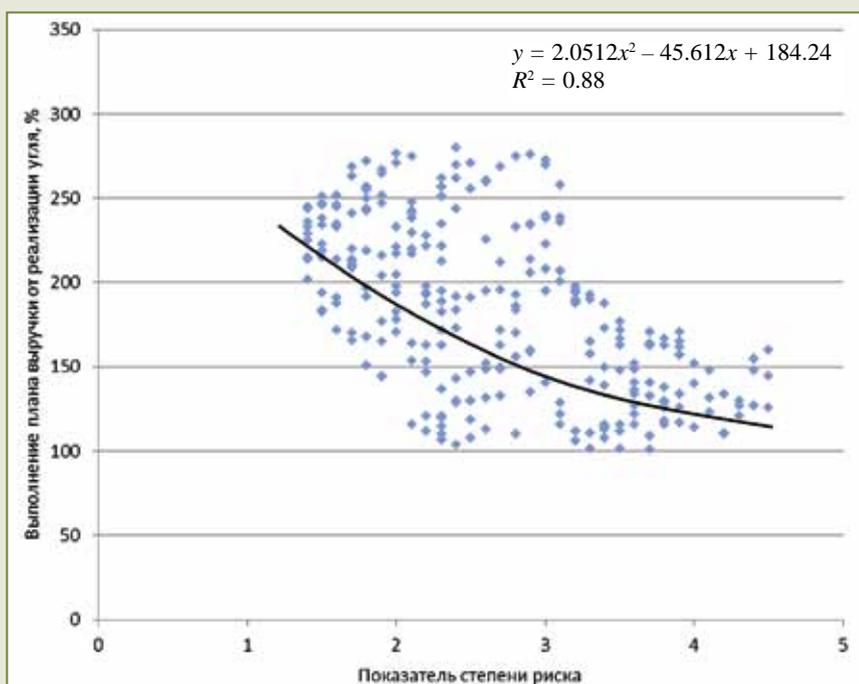


Рис. 3. Зависимость плана выручки от реализации угля от интегрального показателя степени риска

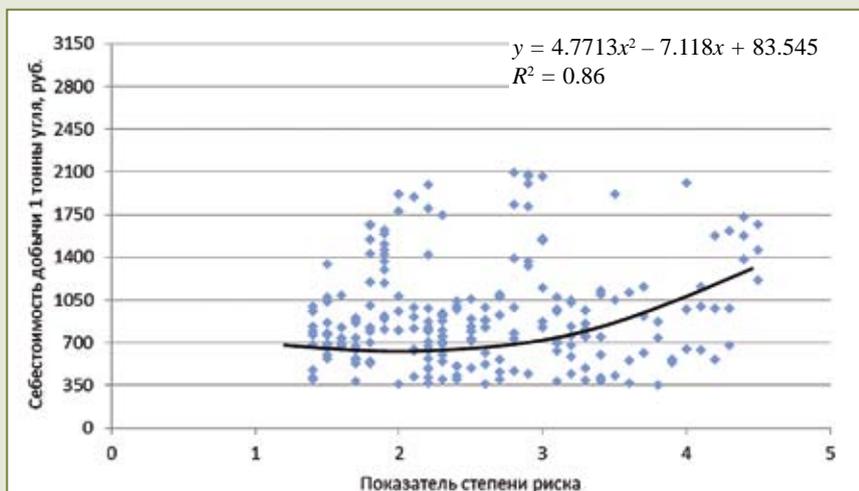


Рис. 4. Зависимость себестоимости добычи 1 т угля от интегрального показателя степени риска

В этих же пределах рационально произвести оценку степени риска, или кластеризации наблюдений по пяти областям риска на основе значений показателя степени риска (табл. 4).

Характеристика каждой из областей риска по факторам представлена в табл. 5, 6.

Отметим, что предложенная кластеризация позволяет не только систематизировать рисковые ситуации по областям риска, но, в принципе, и оценить комбинации факторов хозяйственного риска угольной шахты. В конечном итоге это позволяет получить количественную оценку степени влияния хозяйственного риска на операционную деятельность угольных шахт.

Таким образом, мероприятия по повышению инвестиционной привлекательности угольных шахт могут включать в себя:

- систему мотиваций угольных шахт, побуждающих их к осуществлению инвестиционной деятельности на всех ее этапах и во всех ее формах;
- анализ возможного появления рисковых ситуаций.

ВЫВОДЫ

1. Интегрированный инвестиционный ресурсный фактор в общественном воспроизводстве действует в системе научно-технических, технологических, предпринимательских, информационных, организационных, управленческих и прочих факторов-ресурсов, находящихся в согласованном во времени и пространстве взаимодействии.

2. Чрезвычайно важно учитывать динамические тенденции изменения горно-геологических, производственно-технических и социально-экономических условий разработки, так как именно их динамичность и большая дифференциация в процессе осуществления производственно-хозяйственной деятельности угольных шахт приводят к неодинаковым конечным результатам, и именно эти закономерности формируют в конечном итоге различную инвестиционную привлекательность и разный хозяйственный риск.

3. Общий показатель потенциала или риска должен рассчитываться как взвешенная сумма частных видов потенциала или риска. Показатели суммируются каждый со своим весовым коэффициентом. Итоговый ранг угольной шахты рассчитывается по величине взвешенной суммы частных показателей. В результате каждая угольная шахта, помимо ее ранга, характеризуется количественной оценкой: насколько велик ее потенциал как объекта

Области хозяйственного риска в операционной деятельности угольных шахт Кузбасса

Области риска	Безрисковая область	Область минимального риска	Область повышенного риска	Область критического риска	Область недопустимого риска
Показатель степени риска	1,317-1,911	1,912-2,515	2,516-3,115	3,116-3,713	3,714-4,335
Присвоенное значение	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5

Таблица 5

Характеристика областей риска по факторам риска

Природный риск (геологический)		Социальный риск		Трудовой риск	
Средние потери на 1000 т добычи, т	Вероятность потерь (в том числе на среднем уровне и выше), %	В среднем %	Вероятность на среднем уровне и выше, %	В среднем, %	Вероятность на среднем уровне и выше, %
Безрисковая область					
5-6	26(24)	15-16	60	34-35	51
Средний % выполнения плана добычи – 180 ($\sigma = 21$) с вероятностью на среднем уровне и выше 56%			Средний % выполнения плана выручки от реализации – 140 ($\sigma = 28,4$) с вероятностью на среднем уровне и выше 50%		
Область минимального риска					
15-16	60(34)	17-18	50	29-30	53
Средний % выполнения плана добычи – 160 ($\sigma = 19$) с вероятностью на среднем уровне и выше 66%			Средний % выполнения плана выручки от реализации – 130 ($\sigma = 35,4$) с вероятностью на среднем уровне и выше 45%		
Область повышенного риска					
56	83-84(38)	20	58	27-28	41,7
Средний % выполнения плана добычи – 140 ($\sigma = 22$) с вероятностью на среднем уровне и выше 52%			Средний % выполнения плана выручки от реализации – 120 ($\sigma = 36$) с вероятностью на среднем уровне и выше 45%		
Область критического риска					
61	91(45,5)	22	72,7	29	45,5
Средний % выполнения плана добычи – 120 ($\sigma = 21$) с вероятностью на среднем уровне и выше 54,5%			Средний % выполнения плана выручки от реализации – 110 ($\sigma = 44$) с вероятностью на среднем уровне и выше 45,5%		
Область недопустимого риска					
182	100(40)	23	80	28-29	40
Средний % выполнения плана добычи – 100 ($\sigma = 11$) с вероятностью на среднем уровне и выше 40%			Средний % выполнения плана выручки от реализации – 100 ($\sigma = 17,6$) с вероятностью на среднем уровне и выше 40%		

Таблица 6

Характеристика областей риска по факторам риска

Организационно-управленческий риск		Производственно-технологический риск		Финансовый риск		Политический риск	
Средние потери на 1000 т добычи, т	Вероятность потерь (в том числе на среднем уровне и выше), %	Средние потери на 1000 т добычи, т	Вероятность потерь (в том числе на среднем уровне и выше), %	В среднем на 1 т угля, руб.	Вероятность на среднем уровне и выше, %	Средний процент	Вероятность на среднем уровне и выше, %
Безрисковая область							
0,8	17-18(16)	20-21	60(38)	64	46	5-6	60
Средняя себестоимость 1 т угля 600 руб. ($\sigma = 31,3$) с вероятностью на среднем уровне и ниже 73%							
Область минимального риска							
3,0	26-27(25)	80	96(48)	83	45	8-9	60(42)
Средняя себестоимость 1 т угля 1000 руб. ($\sigma = 53,96$) с вероятностью на среднем уровне и ниже 76,4%							
Область повышенного риска							
6-7	29-30(28)	125	97(50)	101	45	10	65(51,6)
Средняя себестоимость 1 т угля 1400 руб. ($\sigma = 51$) с вероятностью на среднем уровне и ниже 70%							
Область критического риска							
23	55(45,5)	155	100(54,5)	124	45,5	21	73(36,4)
Средняя себестоимость 1 т угля 1800 руб. ($\sigma = 58$) с вероятностью на среднем уровне и ниже 54,55%							
Область недопустимого риска							
29-30	80(40)	204	100(60)	156	60	23	80(40)
Средняя себестоимость 1 т угля 2200 руб. ($\sigma = 35$) с вероятностью на среднем уровне и ниже 40%							

инвестиций и до какой степени велик риск инвестирования в данную угольную шахту.

4. В результате проведенного анализа выходных данных реализации программного обеспечения разработанной концепции и расчета интегральных показателей потенциала и риска шахт, привлеченных к интегральной оценке за последние пять лет (ретроспективная динамика интегральных показателей), выяснилось, что в Кузнецком угольном бассейне неуклонно сокращается число «маргинальных» угольных шахт – шахт с чрезмерно высоким риском или непропорционально низким потенциалом. Как известно, начинать с нуля проще, чем совершенствоваться. Соответственно, угольные шахты быстро достигают некоторого удовлетворительного уровня инвестиционного климата (выходят в «средняки»). Дальнейший же прогресс требует качественной перестройки управления, создания и реализации инвестиционной стратегии и т.д. В силу ряда объективных и субъективных причин на это способны немногие.

Список литературы

1. Мельник В.В., Агафонов В.В. Развитие методологии проектирования и обоснования функциональных структур предприятий подземной угледобычи // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. Отдельный выпуск № 1, С. 363.

2. Харитонов В.Г., Ремезов А.В., Новоселов С.В. Предпосылки генезиса инновационных проектов горнотехнических систем типа SDS, RTS, MFMS // Уголь. 2011. № 10. С. 48-51. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/102011.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

3. Оганесян А.С., Агафонов В.В. Инвестиционная привлекательность угольных шахт (основные составляющие потенциалов и рисков). Сборник научных трудов: «Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений и выбору стратегии развития технологических систем угольных шахт». М.: МГГУ, 2012. С. 140-145.

4. Бекларян Л.А., Сотский С.В. Инвестиционная деятельность с учетом региональной инвестиционно-финансовой политики. Разбиение регионов и инвесторов на группы по уровню их взаимной привлекательности // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 2. С. 13-16.

5. Оганесян А.С., Агафонов В.В. Оценка инвестиционной привлекательности угольных шахт Кузбасса. Сборник научных трудов: «Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений и выбору стратегии развития технологических систем угольных шахт». М.: МГГУ, 2012. С. 146-150.

6. Michael C.S. Wong. The Risk of Investment Products. World Scientific Publishing, 2011.

7. Roger C. Gibson «Balancing Financial Risks», McGraw Hill, 2015.

UDC 622.013.3 © A.E. Yutyayev, E.N. Iakunchikov, A.S. Oganesyanyan, V.V. Agafonov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 52-57

Title

EVALUATION OF DESIGN SOLUTIONS AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF COAL MINES TAKING INTO ACCOUNT THE RISK

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-52-57>

Authors

Yutyayev A.E.¹, Iakunchikov E.N.¹, Oganesyanyan A.S.², Agafonov V.V.²

¹“SUEK” JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

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

Authors' Information

Yutyayev A.E., Head of Project management department, e-mail: lutiaevAE@suek.ru

Iakunchikov E.N., Chief specialist strategic and operational planning department, e-mail: IakunchikovEN@suek.ru

Oganesyanyan A.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Department “Automation of design” ITASU, tel.: +7 (499) 230-94-66, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Agafonov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the chair “Geotechnologies development of mineral resources” Mining Institute, tel.: +7 (499) 230-94-66, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Abstract

The procedure of estimation of design decisions of technological systems of operating coal mines on the basis of the theory of making complex decisions and qualimetry, which involves the generation and testing of hypotheses about the stable operation taking into account the uncertainty and risk factor, is considered. As part of the solution of the problem, the apparatus of integrated assessment of investment potential and investment risk is proposed. The proposed clustering allows to systematize risk situations in the areas of risk and to assess the combination of factors of economic risk of the coal mine. Ultimately, this allows us to obtain a quantitative assessment of the impact of economic risk on the operations of coal mines.

Keywords

Coal mine, Technology system, Monitoring, Investment potential, Investment risk, Integral indicator, Clustering.

References

1. Melnik V.V. & Agafonov V.V. Razvitie metodologii proektirovaniya i obosnovaniya funktsionalnykh struktur predpriyatiy podzemnoy ugledobychi [Development of methodology of design and justification of functional structures of underground coal mining enterprises]. *Gornyy Informatsionno-Analicheskii Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2015, Separate issue No. 1, p. 363.

2. Kharitonov V.G., Remezov A.V. & Novoselov S.V. Predposylki genezisa innovatsionnykh proektov gornotekhnicheskikh sistem tipa SDS, RTS, MFMS [Preconditions of genesis of innovative projects of mine technical systems of type: SDS, RTS, MFMS]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2011, No. 10, pp. 48-51. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/102011.pdf> (accessed 15.06.2019).

3. Oganesyanyan A.S. & Agafonov V.V. Investitsionnaya privlekatel'nost' ugol'nykh shakht (osnovnyye sostavlyayushchie potentsialov i riskov). [Investment attractiveness of coal mines (main components of potentials and risks)]. Collection of proceedings: “Development of scientific approaches to the justification of design solutions and the choice of strategy for the development of technological systems of coal mines”. Moscow, MSMU Publ., 2012, pp. 140-145.

4. Beklaryan L.A. & Sotsky S.V. Investitsionnaya deyatel'nost' s uchetom regional'noy investitsionno-finansovoy politiki. Razbienie regionov i investorov na gruppy po urovnyu ih vzaimnoy privlekatel'nosti [Investment activity, taking into account regional investment and financial policy. Regions and investors are divided into groups according to their mutual attractiveness]. *Audit i finansovyy analiz – Audit and financial analysis*, No. 2, 2012, pp. 13-16.

5. Oganesyanyan A.S. & Agafonov V.V. Ocenka investitsionnoy privlekatel'nosti ugol'nykh shakht Kuzbassa [Evaluation of investment attractiveness of Kuzbass coal mines]. Collection of proceedings: “Development of scientific approaches to the justification of design solutions and the choice of strategy for the development of technological systems of coal mines”. Moscow, MSMU Publ., 2012, pp. 146-150.

6. Michael CS Wong the Risk of Investment Products. World Scientific Publishing, 2011.

7. Roger C. Gibson “Balancing Financial Risks”, McGraw Hill, 2015.

Анализ использования отечественного и зарубежного технологического оборудования на угледобывающих предприятиях России

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-58-64>**РОЖКОВ Анатолий Алексеевич**

Доктор экон. наук, профессор,
директор по науке АО «Росинформуголь»,
профессор кафедры «Государственное
и муниципальное управление
в промышленных регионах» НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: aarozhkov@mail.ru

КАРПЕНКО Надежда Викторовна

Канд., техн. наук, доцент,
доцент кафедры «Математика»
Российского Университета Транспорта «МИИТ»,
103030, г. Москва, Россия,
e-mail: nvkarpenko@yandex.ru

Актуальность статьи обоснована растущей импортозависимостью угольной промышленности России от использования зарубежного оборудования в основных технологических процессах добычи и транспортировки угля в целом по отрасли, и особенно по открытым горным работам, что сопряжено не только с определенными рисками в условиях санкционной политики и геополитических неопределенностей, но и с нарастающей технологической отсталостью отечественного горного машиностроения. В статье приводятся результаты структурного и регрессионного анализа за наличия и использования основного технологического отечественного и зарубежного оборудования в угольной промышленности за период 2012-2017 гг., включая: выявление зависимостей объемов добычи угля от доли использования импортного оборудования на шахтах и разрезах в 2016-2017 гг.; оценку уровней импортозависимости от наличия и использования технологического оборудования в подземной и открытой добыче угля. Новизна представленных в статье результатов заключается, во-первых, в сравнительном структурном анализе статистических данных по использованию основного технологического оборудования за 2016-2017 гг.; во-вторых, в установлении зависимостей объемов добычи угля от доли использования импортного оборудования на угледобывающих предприятиях в 2016-2017 гг. на основе регрессионного анализа; в-третьих, в определении номенклатуры основного горношахтного и горнотранспортного оборудования с критической, умеренной и слабой импортозависимостью.

Ключевые слова: регрессионный анализ, импортозависимость, импортозамещение, коэффициент использования оборудования, подземная и открытая добыча угля, технологическое оборудование, шахты и разрезы, угледобывающие предприятия.

ВВЕДЕНИЕ

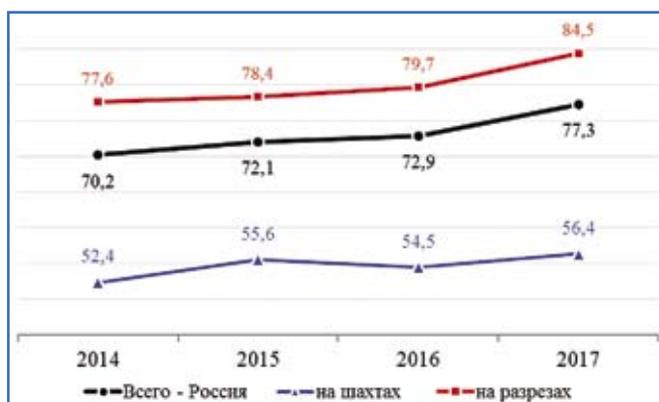
Анализ структуры основного технологического оборудования угольной промышленности в отношении его номенклатуры, наличия и использования в работе показывает, что из года в год происходит усиление зависимости российских шахт и разрезов от применения импортного оборудования в основных технологических процессах добычи, транспортировки и переработки угля в целом по отрасли, и особенно по открытым горным работам [1, 2, 3].

За последние три года средняя доля импортного оборудования, используемого при добыче угля, возросла в целом по отрасли в 1,1 раза – с 70,2% в 2014 г. до 77,3% в 2017 г., в том числе: на подземных работах – с 52,4 до 56,4% и на открытых работах – с 77,6 до 84,5% [4, 5, 6], *рис. 1*.

При этом для крупных угледобывающих предприятий с объемом добычи более 1 млн т в год прослеживается прямая зависимость добычи от вооруженности импортным оборудованием. Это подтверждают регрессионный анализ, проведенный авторами статьи по данным за 2014 и 2015 годы, а также структурный анализ импортозамещения в угольной промышленности России [7, 8].

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ ОТ ДОЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В 2016-2017 гг.

Выборка составила в 2016 г. 163 предприятия, в 2017 г. – 167 предприятий. Угледобывающие предприятия (шахты и разрезы) были условно разделены на две группы – с объемом годовой добычи угля менее 1000 тыс. т (малые и



Источник: АО «Росинформуголь».

Рис. 1. Средняя доля использования импортного оборудования на шахтах и разрезах России, %

средние предприятия) и с годовым объемом добычи более 1000 тыс. т (крупные предприятия).

По данным за 2016 г., на долю 163 предприятий приходится суммарный объем добычи 374554,45 тыс. т. В том числе для 98 предприятий с объемом добычи более 1000 тыс. т суммарный объем добычи составил 346107,99 тыс. т (92,4%), для 65 предприятий с объемом добычи менее 1000 тыс. т – 28446,46 тыс. т (7,6 %).

В 2017 г. на долю 167 предприятий приходится суммарный объем добычи 394161,59 тыс. т, из них: 102 – крупные предприятия с суммарным объемом добычи 366196,41 тыс. т (92,9%) и 65 – малые и средние предприятия с суммарным объемом добычи 27965,18 тыс. т (7,1%).

Результаты регрессионных исследований приведены на рис. 2, 3 и в табл. 1.

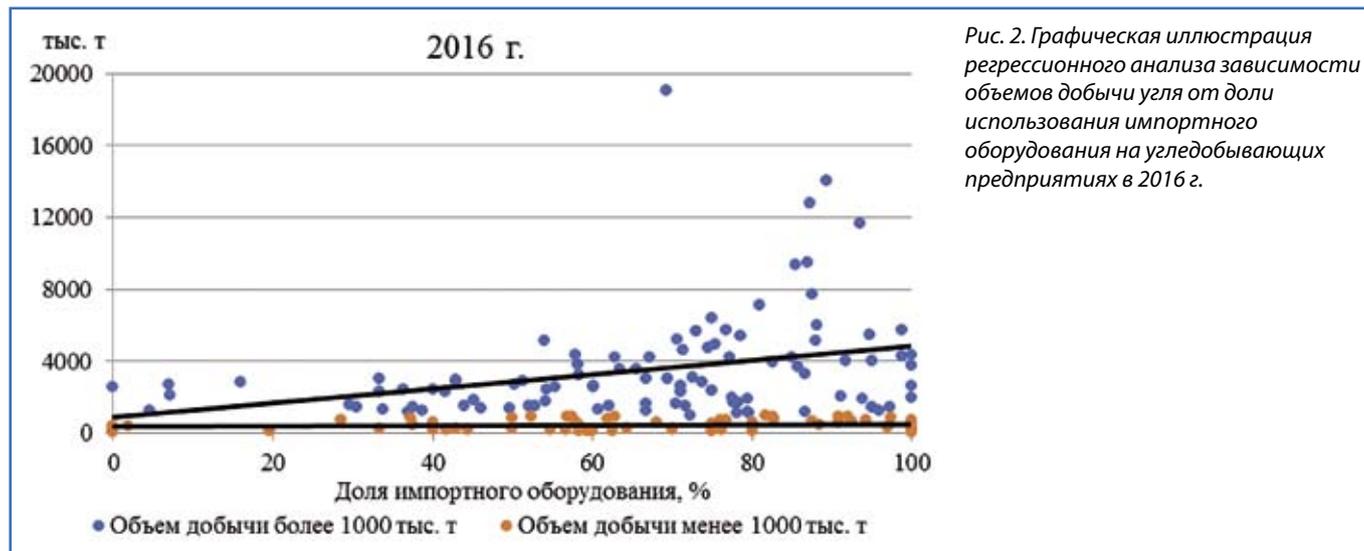


Рис. 2. Графическая иллюстрация регрессионного анализа зависимости объемов добычи угля от доли использования импортного оборудования на угледобывающих предприятиях в 2016 г.

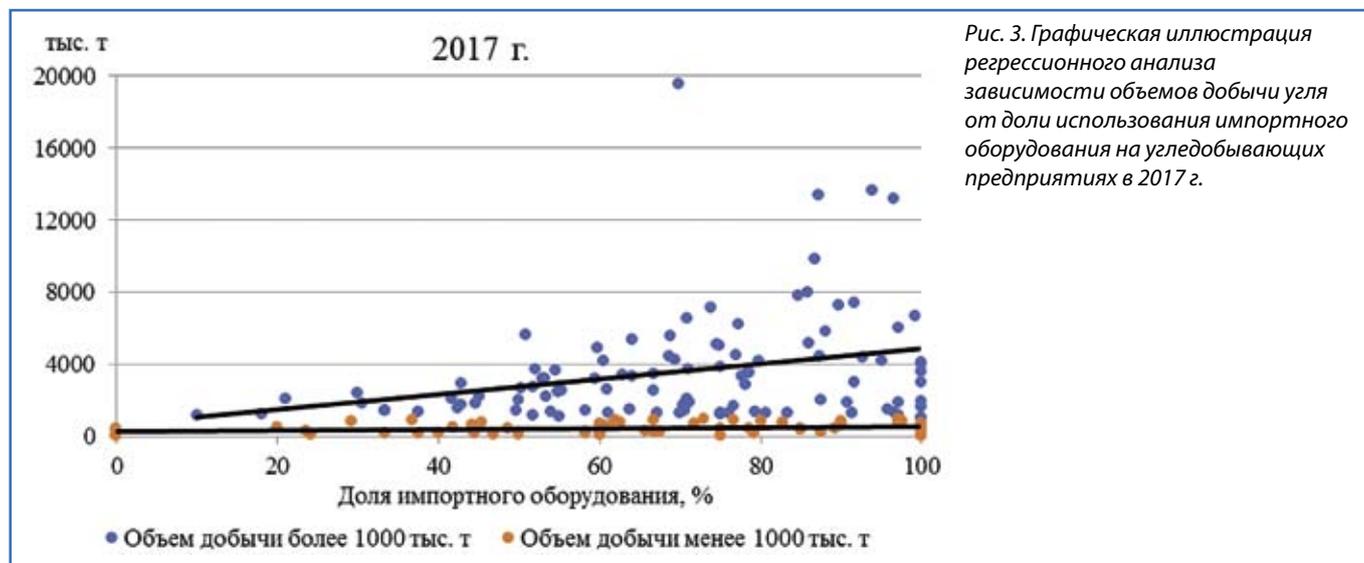


Рис. 3. Графическая иллюстрация регрессионного анализа зависимости объемов добычи угля от доли использования импортного оборудования на угледобывающих предприятиях в 2017 г.

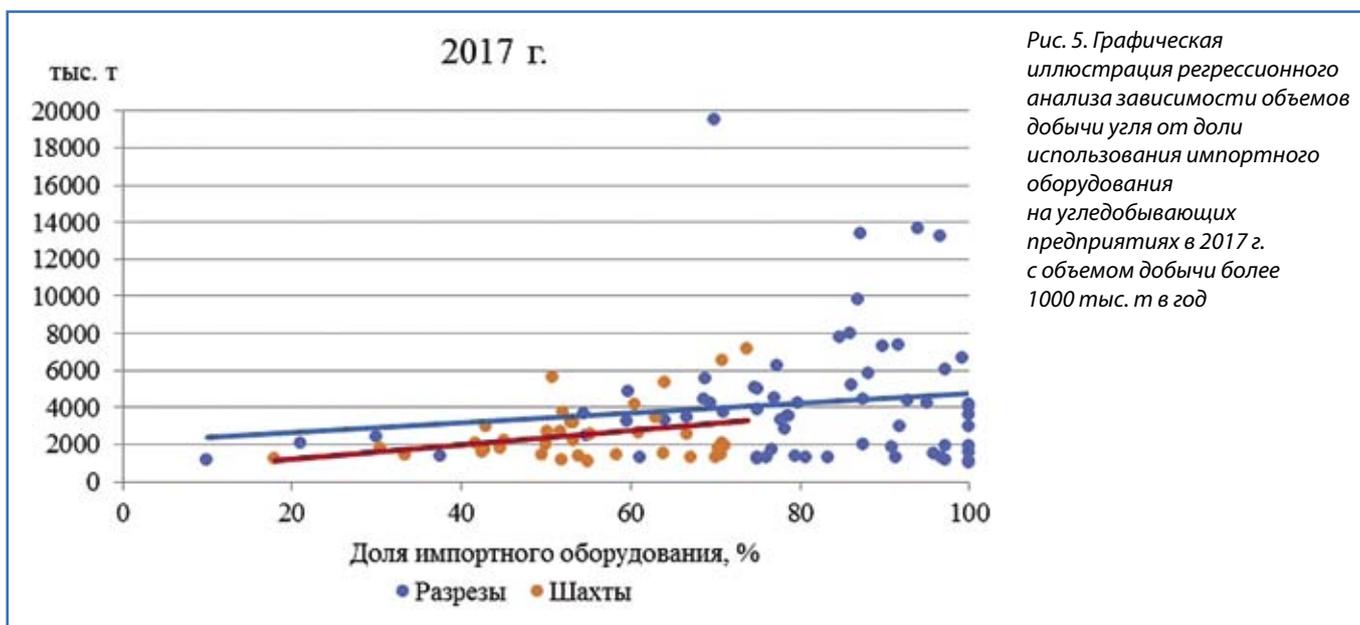
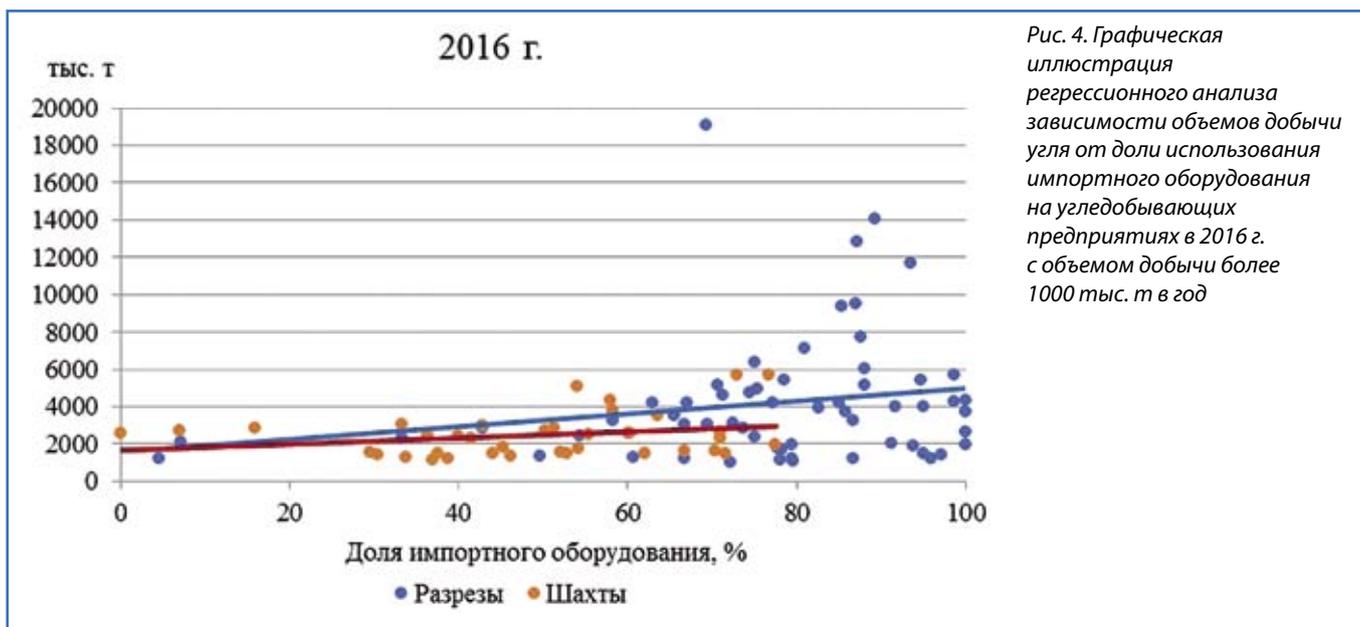
Таблица 1

Результаты расчета коэффициента эластичности

Показатели	2016 г.		2017 г.		
	Группы предприятий		Группы предприятий		
	Добыча менее 1000 тыс. т	Добыча более 1000 тыс. т	Добыча менее 1000 тыс. т	Добыча более 1000 тыс. т	
Число предприятий	65	98	65	102	
Средние значения по группам	Добыча, тыс. т	437,64	3531,71	430,23	3590,16
	Доля использования импортного ГШО, %	66,94	66,35	63,78	70,10
Суммарный объем добычи, тыс. т в год	374554,45		394161,59		
Объем добычи по группам, тыс. т	28446,46	346107,99	27965,18	366196,41	
Доля добычи в общем объеме, %	7,6	92,4	7,1	92,9	
Средний коэффициент эластичности	0,23	0,75	0,35	0,82	
Доля импортного ГШО в среднем по всем предприятиям, %	66,58		67,64		

Результаты расчета коэффициента эластичности для крупных предприятий с объемом добычи более 1000 тыс. т

Показатели		2016 г.		2017 г.	
		Шахты	Разрезы	Шахты	Разрезы
Число предприятий		38	60	38	64
Средние значения по шахтам и разрезам	Добыча, тыс. т	2459,87	4210,55	2523,06	4223,75
	Доля использования импортного ГШО, %	49,20	77,21	54,10	79,60
Суммарный объем добычи, тыс. т в год		346107,99		366196,41	
Объем добычи, тыс. т		93475,14	252632,85	95876,34	270320,07
Доля добычи в общем объеме, %		27	73	26	74
Средний коэффициент эластичности		0,33	0,63	0,83	0,50
Доля импортного ГШО в среднем по всем предприятиям, %		66,35		70,10	



Результаты расчета коэффициентов эластичности в разрезе крупных и малых/средних предприятий приведены в табл. 1.

Графические иллюстрации регрессионного анализа зависимости объема добычи от доли использования импорт-

ного оборудования на угледобывающих предприятиях с объемом добычи более 1000 тыс. т/год в 2016 и 2017 гг. приведены на рис. 4 и 5.

По данным за 2016–2017 гг., для малых и средних предприятий с объемом добычи менее 1000 тыс. т отмечается прак-

тически отсутствие зависимости добычи от вооруженности импортным оборудованием (увеличение доли импортного оборудования на 1% приводит к росту добычи в среднем на 0,05–0,06%, т.е. рост добычи практически отсутствует) [12].

Для крупных предприятий с объемом добычи более 1000 тыс. т выявлена зависимость добычи от вооруженности импортным оборудованием (увеличение доли импортного оборудования на 1% приводит к росту добычи в среднем на 0,58–0,7%). При этом сильная зависимость добычи от доли импортного оборудования (коэффициент парной корреляции – 0,7) выявлена для шахт с объемом добычи более 2500 тыс. т. (средний коэффициент эластичности – 1,82) и для разрезов с объемом добычи более 4500 тыс. т (коэффициент парной корреляции – 0,52, средний коэффициент эластичности – 1,68), *рис. 6*.

АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

За период 2012-2017 гг. доля наличия основного импортного оборудования для ведения подземных горных работ незначительно (за исключением погрузочных машин), но выросла по следующим позициям (*рис. 7*):

- механизированных крепей – с 45,1 до 52,6% (в 1,17 раза);
- очистных комбайнов – с 75,9 до 86,9% (в 1,14 раза);
- погрузочных машин – с 20,8 до 58,8% (в 2,83 раза).

Доля проходческих комбайнов практически не изменилась и осталась на уровне 37%.

На *рис. 8* приведены коэффициенты использования основного горношахтного оборудования для подземных горных работ в 2016-2017 гг. Наибольшими коэффициентами использования оборудования характеризуются толкатели, вагонетки, дизелевозы, электровозы и конвейерный транспорт: 0,71-0,75 – ленточные конвейеры и 0,69-0,71 – скребковые.

Наименее эффективно используют комбайны для очистных работ – всего на 45%, несмотря на то, что это оборудование является самым важным компонентом технологического процесса выемки угля длинными очистными забоями [9]. Основной проблемой в эффективности использования очистных комбайнов отечественного производства является низкая максимальная рабочая скорость подачи (9,5 м/мин) – она ниже аналогичного показателя комбайнов производства Польши (20 м/мин) и производства Германии (33; 60 м/мин) [10]. На шахтах России по состоянию на начало 2018 г. доля наличия очистных комбайнов ведущих стран-экспортеров составляла: Польша (25,4%), Германия (23,8%) и США (17,7%) [6].

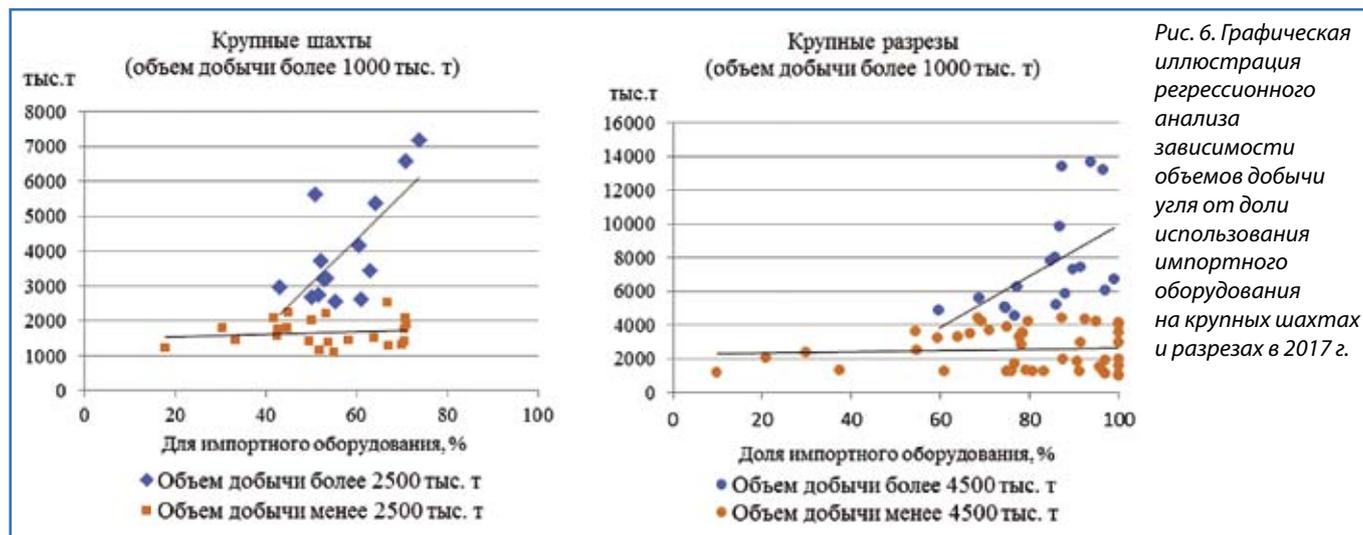


Рис. 6. Графическая иллюстрация регрессионного анализа зависимости объемов добычи угля от доли использования импортного оборудования на крупных шахтах и разрезах в 2017 г.

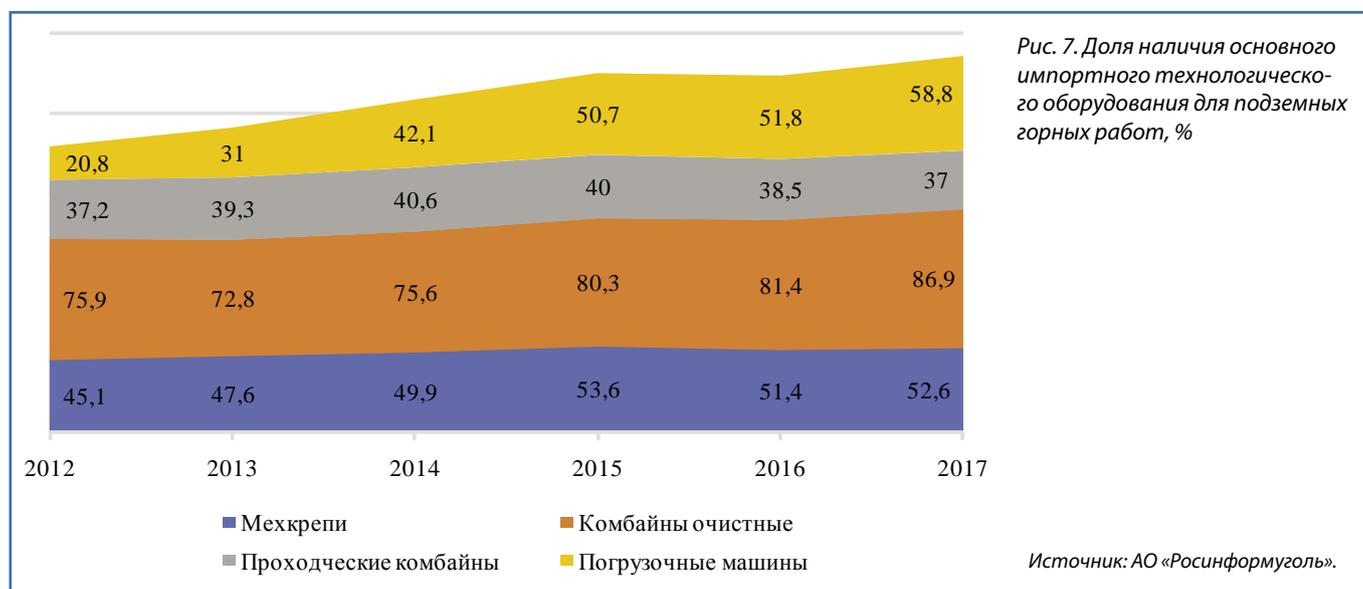
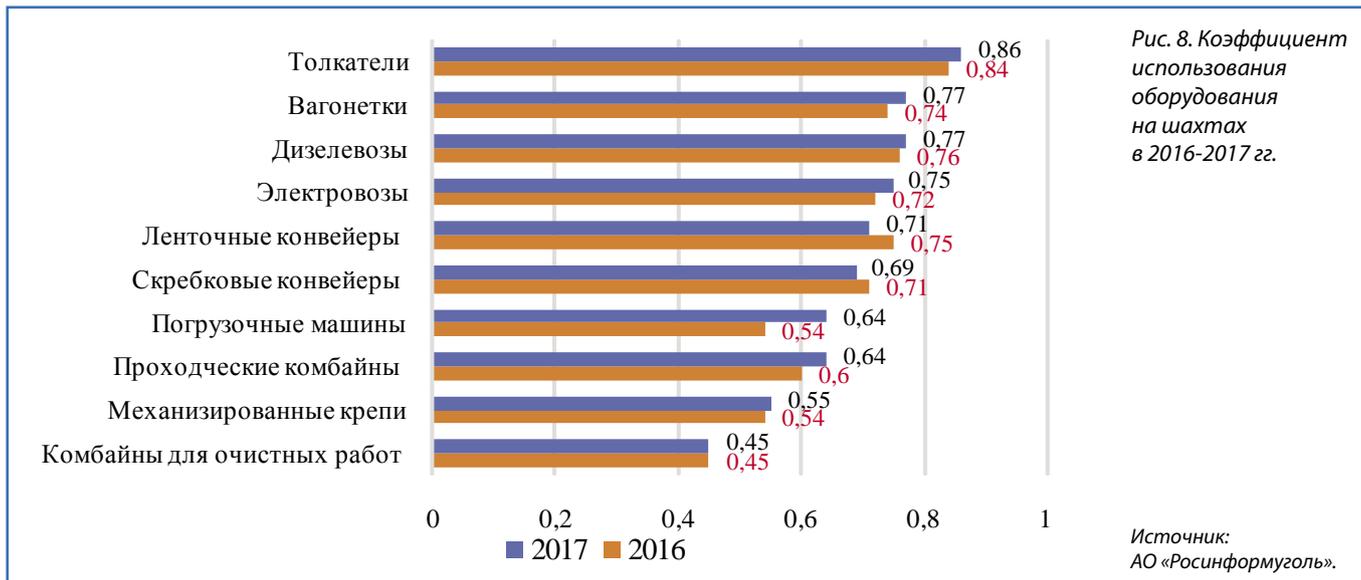


Рис. 7. Доля наличия основного импортного технологического оборудования для подземных горных работ, %

Источник: АО «Росинформуголь».



АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

За период 2012-2017 гг. доля основных видов импортного технологического оборудования для ведения открытых горных работ росла следующим образом (рис. 9):

- одноковшовые экскаваторы – с 33,1 до 47,4% (в 1,43 раза);
- погрузчики – с 83,7 до 95,2% (в 1,14 раза);
- буровые станки – с 44,0 до 59,8% (в 1,36 раза);
- бульдозеры 25 тс и выше – с 69,1 до 77,7% (в 1,12 раза).

На рис. 10 приведены коэффициенты использования основного горношахтного оборудования для открытых горных работ в 2016-2017 гг., которые в целом значительно выше, чем аналогичные коэффициенты по некоторым типам оборудования для подземных горных работ (см. рис. 8).

ВЫВОДЫ

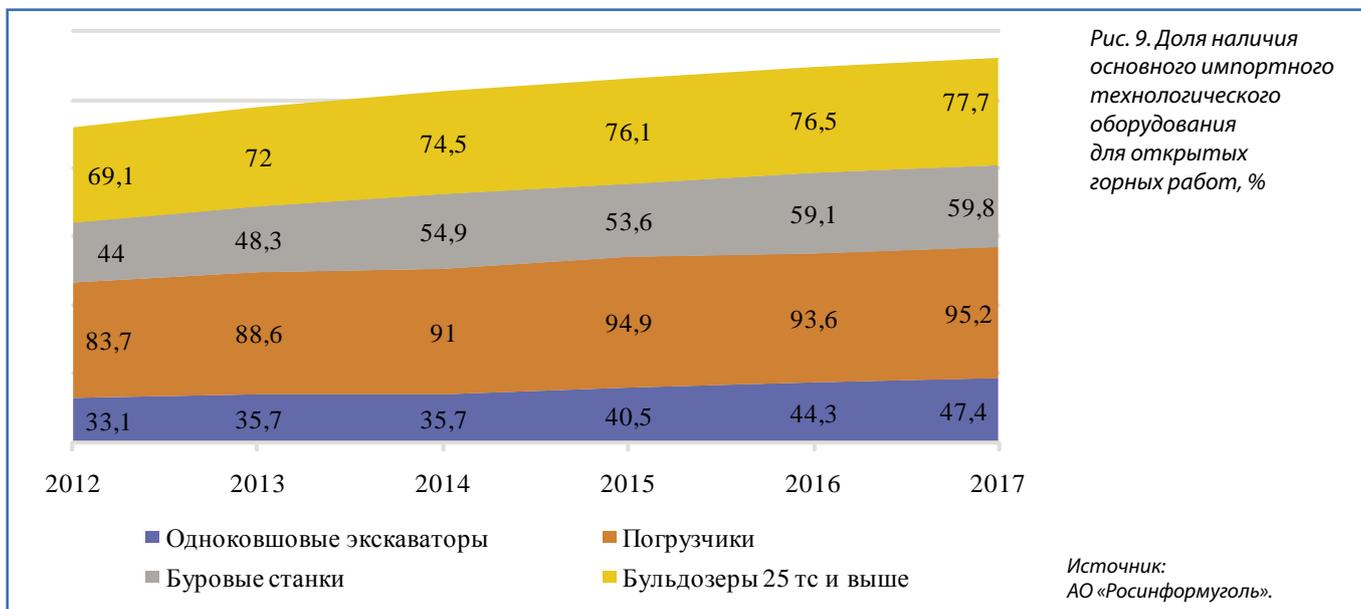
1. Проведенный регрессионный анализ зависимостей объемов добычи угля от доли использования импортного

оборудования на угледобывающих предприятиях в 2016-2017 гг. выявил следующее:

- для малых и средних предприятий с объемом добычи менее 1000 тыс. т отмечается практически отсутствие зависимости добычи от вооруженности импортным оборудованием;
- для крупных предприятий с объемом добычи более 1000 тыс. т отмечается наличие зависимости добычи от вооруженности импортным оборудованием; при этом сильная зависимость выявлена для шахт с объемом добычи более 2500 тыс. т и для разрезов с объемом добычи более 4500 тыс. т.

2. Анализ структуры технологического оборудования в подземной и открытой добыче угля в части соотношения используемого отечественного и зарубежного оборудования в динамике за 2012-2017 гг. по основным процессам производства, выявил следующее:

- наиболее критичными в части зависимости от поставок импортного горношахтного оборудования можно расценивать следующие позиции, для которых доля импортного оборудования составляет более 60% от общего количества в наличии в 2017 г.:



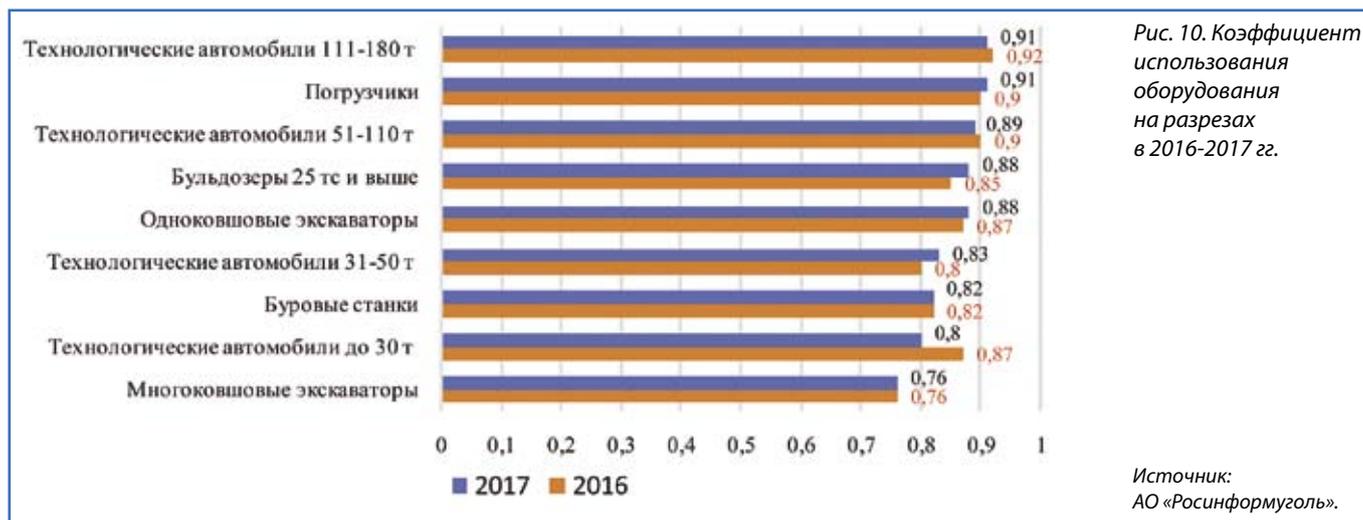


Рис. 10. Коэффициент использования оборудования на разрезах в 2016-2017 гг.

Источник: АО «Росинформуголь».

– для подземных горных работ – очистные комбайны (86,9%), электровозы (73%), дизелевозы (99,7%), а также погрузочные машины, наличие которых составляет 58,9%, но фактически в работе – 64%;

– для открытых горных работ – погрузчики (95,2%), мощные бульдозеры (25 т и выше) (77,7%), а также буровые станки, наличие которых составляло 59,8%, но фактически в работе – 63,4%;

– многоковшовые карьерные роторные экскаваторы хотя и полностью импортные (ЭР-1250, Украина, SRS(k)-4000, Германия и другие), но они применяются в ограниченном количестве (всего 34 штуки в наличии и 26 в работе) и только на вскрышных работах на буроугольных разрезах АО «СУЭК»;

– в части технологических автомобилей для открытых горных работ следует отметить, что основным и общепризнанным поставщиком этих машин является Республика Беларусь – от 23,8 до 98,1% импорта в зависимости от грузоподъемности. В данном случае импортозависимость можно расценивать как результат разделения труда между двумя странами в рамках Союзного Государства России и Белоруссии (СГРБ);

• умеренной можно считать импортозависимость по следующим видам горношахтного оборудования, доля импорта которого варьируется от 40 до 60% в общем количестве техники (наличии) и может быть снижена за счет увеличения загрузки мощностей российских машиностроительных заводов, а также увеличения коэффициента использования:

– для подземных горных работ – механизированные крепи (52,6%) и проходческие комбайны (37%);

– для открытых горных работ – одноковшовые экскаваторы (47,4%);

• слабой импортозависимостью можно считать уровень с долей импортного оборудования 20-40%, и отсутствует зависимость при доле импортного ГШО менее 20%. К последней градации импортозависимости относятся позиции по скребковым конвейерам (5%) и ленточным конвейерам (10,5%), вагонеткам (0%) и толкателям (0%) для подземных горных работ.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает тенденцию усиления соотношения используемого отечественного и импортного технологического оборудования в угольной промышленности России в пользу зарубежного. Следует отметить, что сегодня зарубежное оборудова-

ние и запасные части к нему стали не только существенно дороже, но в условиях санкционной политики и геополитических неопределенностей импортозависимость угольной отрасли по важнейшей номенклатуре горного оборудования превратилась в один из основных факторов риска ее дальнейшего развития. Но потенциал импортозамещения по ряду позиций есть, прежде всего, в использовании российских запасных частей, что может быть заметным фактором снижения издержек производства [7, 8, 11].

Список литературы

1. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Захаров В.Н. Проблемы и перспективы импортозамещения в горной отрасли // Горная промышленность. 2015. № 5 (123). С. 54.
2. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А., Дьяченко К.И. Оценка импортозависимости российских угольных компаний от закупок зарубежного оборудования // Горная промышленность. 2018. № 3 (139). С. 35.
3. К вопросу импортозамещения и локализации производства основного технологического оборудования в угольной промышленности России / А.А. Рожков, Л.И. Кантович, А.А. Грабский, Е.П. Грабская // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 2. С. 50-57.
4. Разработка научно обоснованных предложений по ограничению импортозависимости угольной промышленности за счет расширения использования отечественных технологий и локализации производства на территории России зарубежного горно-шахтного оборудования: Отчет НИР. М.: АО «Росинформуголь», 2016. 135 с.
5. Разработка научно обоснованных предложений по стратегическим направлениям технологического развития и импортозамещения в угольной промышленности: отчет НИР. М.: АО «Росинформуголь», 2017. 421 с.
6. Технологическое оборудование шахт и разрезов в 2017 г.: Сборник. М.: АО «Росинформуголь», 2018. 215 с.
7. Рожков А.А., Карпенко С.М., Сукачев А.Б. Импортозависимость в угольной промышленности и перспективы импортозамещения горношахтного оборудования // Горная промышленность. 2017. № 2 (132). С. 25-30.
8. Рожков А.А. Структурный анализ импортозамещения в угольной промышленности России: реальность и прогноз // Горная промышленность. 2017. № 6 (136). С. 8-17.
9. Очистные комбайны для разработки длинными забоями. Caterpillar Inc., 2011. URL: <https://www.zepelin.com>

ua/upload/pdf/longwall_shearers.pdf (дата обращения: 15.06.2019).

10. Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Экономические и технологические аспекты повышения эффективности угольной промышленности // Уголь. 2015. № 1. С. 43-46. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/012015.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

11. Зарубежная техника наступает на отечественные разрезы и карьеры. Горнопромышленный портал России. URL: <http://www.miningexpo.ru/articles/118> (дата обращения: 15.06.2019).

12. Статистический анализ моделей с переменной структурой / С.А. Айвазян, А.Н. Березняцкий, Б.Е. Бродский, Б.С. Дарховский // Прикладная эконометрика. 2015. № 3 (39). С. 84-105.

13. Hui Jin, Dale W. Jorgenson. Econometric modeling of technical change // Journal of Econometrics. 2010. Vol. 157. P. 205-219.

14. Baumeister C., Hamilton J.D. Sign restrictions, structural vector autoregressions, and useful prior information // Econometrica. 2015. Vol. 83(5). Pp. 1963-1999.

ECONOMIC OF MINING

UDC 658.511.3:622.33(470).002.5 © A.A. Rozhkov, N.V. Karpenko, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 58-64

Title
ANALYSIS OF THE USE OF DOMESTIC AND FOREIGN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR COAL MINING ENTERPRISES OF RUSSIA

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-58-64>

Authors

Rozhkov A.A.^{1,2}, Karpenko N.V.³

¹“Rosinformugol” JSC, Moscow, 119049, Russian Federation

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

³Russian University of Transport “MIT”, Moscow, 103030, Russian Federation

Authors' Information

Rozhkov A.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of Science, Professor of “The Public and Municipal Administration in Industrial Regions” department, e-mail: aarozhkov@mail.ru

Karpenko N.V., PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of “Mathematician” department, e-mail: nvkarpenko@yandex.ru

Abstract

The relevance of the paper is justified by the growing import dependence of the Russian coal industry on the use of foreign equipment in the main technological processes of coal mining and transportation in the industry as a whole, and especially in open-pit mining, which is associated not only with certain risks in terms of sanctions policy and geopolitical uncertainties, but also growing technological backwardness of the domestic mining engineering. The paper presents the results of the structural and regression analysis of the presence and use of the main technological domestic and foreign equipment in the coal industry for the period 2012-2017, including: identifying dependencies of coal production on the proportion of imported equipment in mines and cuts in 2016-2017; assessment of levels of import dependence on the availability and use of technological equipment in underground and open-pit coal mining. The novelty of the results presented in the article lies, firstly, in a comparative structural analysis of statistical data on the use of basic process equipment for the years 2016-2017; secondly, in establishing the dependencies of coal production on the share of the use of imported equipment at coal mining enterprises in 2016-2017 based on regression analysis; thirdly, in determining the nomenclature of the main mining and mining-transport equipment with critical, moderate and weak import dependence.

Keywords

Regression analysis, Import dependence, Import substitution, Equipment utilization rate, Underground and surface coal mining, Technological equipment, Mines and open-pit mines, Coal mining enterprises.

References

1. Tverdov A.A., Nikishichev S.B. & Zakharov V.N. Problemy i perspektivy importozameshcheniya v gornoj otrasli [Problems and prospects of import substitution in the mining industry]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2015, No. 5 (123), pp. 54.

2. Plakitkina L.S., Plakitkin Yu.A. & Dyachenko K.I. Ocenka importozavisimosti rossijskih ugolnyh kompanij ot zakupok zarubezhnogo oborudovaniya [Evaluation of dependence on import of Russian coal companies from purchasing foreign equipment]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2018, No. 3 (139), p. 35.

3. Rozhkov A.A., Kantovich L.I., Grabskiy A.A. & Grabskaya E.P. K voprosu importozameshcheniya i lokalizacii proizvodstva osnovnogo tekhnologicheskogo oborudovaniya v ugolnoj promyshlennosti Rossii [To the question of import substitution and localization of production of the main technological equip-

ment in the coal industry in Russia] *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika – Mining equipment and electromechanics*, 2018, No. 2, pp. 50-57.

4. *Razrabotka nauchno obosnovannykh predlozheniy po ogranicheniyu importozavisimosti ugolnoj promyshlennosti za schet rasshireniya ispolzovaniya otechestvennykh tekhnologiy i lokalizacii proizvodstva na territorii Rossii zarubezhnogo gornoshahtnogo oborudovaniya* [Development of evidence-based proposals to limit the import dependence of the coal industry by expanding the use of domestic technologies and localization of production in Russia of foreign mining equipment]. Research Report. Moscow, “Rosinformugol” JSC, 2016, 135 p.

5. *Razrabotka nauchno obosnovannykh predlozheniy po strategicheskim napravleniyam tekhnologicheskogo razvitiya i importozameshcheniya v ugolnoj promyshlennosti* [Development of science-based proposals on strategic directions of technological development and import substitution in the coal industry]. Research Report. Moscow, “Rosinformugol” JSC, 2017, 421 p.

6. *Tekhnologicheskoe oborudovanie shaht i razrezov v 2017 g.*: Sbornik [Technological equipment of mines and sections in 2017: Collection]. Moscow, “Rosinformugol” JSC, 2018, 215 p.

7. Rozhkov A.A., Karpenko S.M. & Sukachev A.B. Importozavisimost v ugolnoj promyshlennosti i perspektivy importozameshcheniya gornoshahtnogo oborudovaniya [Import dependence in coal industry and prospects of import substitution of mining equipment]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2017, No. 2 (132), pp. 25-30.

8. Rozhkov A.A. Strukturnyi analiz importozameshcheniya v ugolnoj promyshlennosti Rossii: realnost i prognoz [Structural analysis of import substitution in the Russian coal industry: reality and forecast]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2017, No. 6 (136), pp. 8-17.

9. Shearers for the development of longwall faces. Caterpillar Inc., 2011. Available at: https://www.zepelin.ua/upload/pdf/longwall_shearers.pdf (accessed 15.06.2019).

10. Galiev Zh.K. & Galieva N.V. Ekonomicheskie i tekhnologicheskie aspekty povysheniya effektivnosti ugolnoj promyshlennosti [Economic and technological aspects of improving the efficiency of the coal industry]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 1, pp. 43-46. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/012015.pdf> (accessed 15.06.2019).

11. Foreign technology comes to domestic open-pit mines and careers. Mining portal of Russia. Available at: <http://www.miningexpo.ru/articles/118> (accessed 15.06.2019).

12. Aivazian S.A., Berезnyatskiy A.N., Brodskiy B.E. & Darkhovskiy B.S. Statisticheskiy analiz modeley s peremennoy strukturoy [Statistical analysis of variable-structure models]. *Prikladnaya ekonometrika – Applied Econometrics*, 2015, No. 3 (39), pp. 84-105.

13. Hui Jin & Dale W. Jorgenson. Econometric modeling of technical change. *Journal of Econometrics*, 2010, Vol. 157, pp. 205-219.

14. Baumeister C. & Hamilton J.D. Sign restrictions, structural vector autoregressions, and useful prior information. *Econometrica*, 2015, Vol. 83 (5), pp. 1963-1999.

Сбербанк, ЕвроХим и СУЭК объявляют о подписании соглашения о стратегическом сотрудничестве для создания новых технологий и практик



Сбербанк, ЕвроХим Груп АГ и АО «СУЭК» в ходе Петербургского международного экономического форума 7 июня 2019 г. объявили о заключении соглашения о стратегическом сотрудничестве.

Соглашение устанавливает основы сотрудничества в сферах, представляющих взаимный интерес всех сторон, и которые будут определять будущее как российской, так и мировой экономики. В частности, развитие новых подходов к искусственному интеллекту, банковским продуктам, системам кибербезопасности и развитию человеческого капитала. Соглашение также направлено на изучение возможностей внедрения лучших практик управления и риск-менеджмента с использованием BigData. Соглашение поможет укрепить и продвигать интересы и деятельность всех сторон соглашения и привести к применению новых подходов в решении проблем в сферах совместных интересов.

Герман Греф, президент, председатель Правления Сбербанка:

«С группами «ЕвроХим» и «СУЭК» Сбербанк связывают многолетние партнерские отношения. Мы рады, что сегодня можем не только предоставлять традиционные банковские сервисы, но и совместно работать в областях, которые качественно меняют бизнес-среду, выводят наше сотрудничество на совершенно новый уровень. Мы уделим внимание разработке современных систем обучения сотрудников, внедрению цифровых операционных и управленческих решений с помощью AI. Надеемся, что эффект синергии от кооперации с лучшими командами выйдет далеко за пределы корпоративных интересов сторон и будет полезен экономике всей страны».

Петтер Остбо, главный исполнительный директор ЕвроХим Груп АГ:

«Перед нашей компанией стоит сложная задача: помочь сельхозпроизводителям удовлетворить растущий спрос на продукты питания, при этом снизив воздействие от чрезмерного внесения удобрений. Прежний подход



вносить больше удобрений теперь не приносит результат. Меняется и сам профиль рынка: цифровые каналы позволяют компаниям напрямую контактировать с потребителями, а развитие искусственного интеллекта способствует тотальной автоматизации: самоуправляемые машины, тракторы и даже морские суда — уже атрибуты нашего времени. В промышленности минеральных удобрений инновации предоставляют сельхозпроизводителям ответы на вопросы, которые они задают каждый день: как улучшить урожайность, не увеличивая воздействие на окружающую среду. Мы верим, что сотрудничество по данным направлениям будет полезным опытом для нас всех».

Владимир Рашевский, председатель Правления, генеральный директор АО «СУЭК»:

«Для укрепления своих лидерских позиций и усиления конкурентных преимуществ СУЭК активно внедряет передовые технологии и решения, основанные на цифровизации и работе с большими данными, на всех этапах своей деятельности — от добычи угля и обеспечения промышленной безопасности до финансовых решений и развития персонала. Мы рады, что в лице Сбербанка видим партнера и соратника, разделяющего наше стремление к совершенствованию и инновационности. Мы ожидаем, что совместная работа со Сбербанком и ЕвроХимом приведет к успешному и долгосрочному партнерству».

Наша справка.

ПАО «Сбербанк» – крупнейший банк в России и один из ведущих глобальных финансовых институтов. На долю Сбербанка приходится около трети активов всего российского банковского сектора. Сбербанк является ключевым кредитором для национальной экономики и занимает крупнейшую долю на рынке вкладов. Учредителем и основным акционером ПАО «Сбербанк» является Центральная банк Российской Федерации, владеющий 50% уставного капитала плюс одна голосующая акция. Другими 50% акций Банка владеют российские и международные инвесторы. Услугами Сбербанка пользуются более 145 млн клиентов в 22 странах мира. Банк располагает самой обширной филиальной сетью в России: около 15 тыс. точек обслуживания. Зарубежная сеть Банка состоит из дочерних банков, филиалов и представительств в Великобритании, США, СНГ, Центральной и Восточной Европе, Индии, Китае, Турции и других странах.

ЕвроХим Груп АГ — один из ведущих мировых производителей азотных, фосфорных и калийных удобрений. Группа имеет вертикально интегрированную структуру, ее деятельность включает добычу полезных ископаемых, производство, логистику и дистрибуцию удобрений. В начале 2018 года ЕвроХим приступил к опытной эксплуатации калийного рудника в Усолье и продолжает разработку с нуля второго месторождения на объекте «ВолгаКалий» в России. Головной офис компании расположен в г. Цуг, Швейцария, а производственные объекты находятся в Европе, Азии и странах СНГ. Штат сотрудников компании насчитывает более 26 000 человек.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ПРОБ



ВАЛКОВАЯ ДРОБИЛКА VK



НАКОПИТЕЛЬ ПРОБ С ДЕЛИТЕЛЕМ РКТ



ВРАЩАЮЩИЙСЯ ТРУБЧАТЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ DFP



ШНЕКОВЫЙ ПРОБООТБОРНИК SCR



ГРОХОТ VS



АВТОМАТИЧЕСКИЙ НАКОПИТЕЛЬ ПРОБ РК

ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГОРЕНИЯ И ВЫБРОСОВ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ТЭЦ И ГРЭС



РЕКЛАМА



ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИМПЭКС ИНДАСТРИ

8 (800) 302-06-70
 8 (812) 405-06-70
 info@impexindustry.ru

Использование отходов топливно-энергетического комплекса – горелых пород и отходов обогащения хромитовых руд в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольной композиции

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-67-69>

На основе жидкого стекла, модифицированного хлоридом натрия, горелых пород и отходов обогащения хромитовых руд получен пористый заполнитель без применения природного традиционного сырья. Проведенные исследования показали, что за счет повышенных содержаний в горелых породах п.п.п. (потери при прокаливании 20-23%), углерода (7,32%) и теплотворной способности (1900 ккал/кг), которые выгорают или способствуют выгоранию (например, теплотворная способность) при обжиге, в керамическом материале создается пористость и получается пористый материал с низкой плотностью, марка по насыпной плотности менее 400. На основе жидкостекольной композиции, горелых пород и отходов хромитовых руд получен пористый заполнитель с высокими физико-механическими показателями. Разработаны инновационные предложения по снижению отрицательного воздействия токсичных отходов переработки на объекты окружающей среды, новизна которых подтверждена Патентом РФ.

Ключевые слова: горелые породы, отходы обогащения хромитовых руд, жидкостекольная композиция, хлорид натрия, пористость, пористый заполнитель.

ВВЕДЕНИЕ

Горелые породы являются отходами горючих сланцев. Горючие сланцы – это метаморфическая горная порода из группы твердых каустобиолитов [1]. Горючими сланцами называют осадочные породы, тонкоплитчатые аргиллиты или мергели со значительным, до 50-60%, содержанием битуминозных веществ. По сути, они являются глинистыми или известковыми углями-сапропелитами.

Из горючих сланцев получают масла и смолы [1]. Первые идут в качестве топлива на электростанции, а смолы являются ценным химическим сырьем для производства почти пятидесяти различных продуктов. Эстонская и Прибалтийская ГРЭС – крупнейшие в мире электростанции, работающие на сланцах. Из горючих сланцев в ряде стран (в основном США и Канаде) ведется добыча сланцевого газа и сланцевой нефти из наклонно направленных скважин с горизонтальным стволом [1].

Сланцы называют топливом будущего, потому что их мировые запасы во много раз превышают запасы других горючих ископаемых (нефть, природный газ, каменный уголь), вместе взятых. Сланцевая смола является хорошим изолятором, «защитником» от коррозии, в ряде случаев заменяет пайку и сварку. Она также используется для удобрения почвы. Сланцевая зола используется в произ-



АБДРАХИМОВА Елена Сергеевна
Канд. техн. наук,
доцент кафедры «Химия»
ФГАОУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»,
443086, г. Самара, Россия,
тел.: +7 (906) 127-09-44,
e-mail: 3375892@mail.ru

водстве вяжущих веществ и строительных деталей. Смола находит применение в производстве химических препаратов и даже лекарств.

Отходы обогащения хромитовых руд являются отходом черной металлургии. К отходам черной металлургии относятся такие промышленные отходы, как шлаки, сухая окалина (продукт окисления поверхности металла при взаимодействии с внешней средой), замасленная окалина, шламы и пыль [2].

Опасность отходов металлургии усиливается тем, что они способны наносить вред окружающей среде даже на расстоянии 200 км от своей локализации. Это происходит из-за способности токсичных веществ к миграции в природной среде на большие дистанции.

Губительность отходов металлургии для живых организмов наглядно видна на примере Норильского промышленного района. В этой сильно загрязненной местности погибли все деревья, росшие ближе, чем на 70 км к зонам, наиболее отравленным промышленными отбросами.

Цель работы: получение пористого заполнителя на основе жидкостекольных композиций горелых пород и отходов обогащения хромитовых руд без применения природных традиционных материалов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Сырьевые материалы

Отходы обогащения хромитовых руд. Отходы обогащения хромитовых руд (кусковые) образуются как результат процесса обогащения в тяжелых средах, при котором выделяется хвостовой продукт, представленный в виде пустой породы, не пригодной для дальнейшей переработки. Частично эти отходы размещаются на специальных отвалах, частично – в выработанном пространстве карьера. Хромсодержащие отходы складированы в отвалах, обра-

Химический состав компонентов

Компоненты	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	R ₂ O	П.п.п.
Отходы обогащения хромитовых руд	28,17	2,37	8,64	2,24	32,8	12,68	1,4	11,7
Горелые породы	38,4	17,18	7,8	11,13	0,8	-	1,5	23,7
П.п.п. – потери при прокаливании (в том числе и содержание органики)								

зую техногенные месторождения, и являются источником загрязнения бассейнов рек и водоемов, ухудшая экологическую обстановку регионов их месторождения. Химический состав отходов обогащения представлен в табл. 1.

Горелые породы. Образуются горелые породы в местах добычи сланцев, которые не удалось в процессе добычи отделить от пустой породы, поэтому они направляются в отвал. В терриконах при совместном хранении пустых пород и сланцев за счет повышенного количества в смешанных отвальных массах органических соединений происходит самовозгорание, которое приводит к образованию большого количества отхода – горелых пород [4, 5]. Горелые породы представляют собой продукт низкотемпературного обжига при самовозгорании породы (смесь глины и сланцев) в терриконах в окислительной среде. Количество горелых пород в терриконах составляет от 75 до 90% от объема отвала. По основным физическим и химическим свойствам они близки к глинам, обожженным при 800-1000°C, содержание углерода – 7,3%, теплотворная способность – 1900 ккал/кг [4, 5]. Химический оксидный состав горелых пород представлен в табл. 1.

За счет повышенного содержания в горелых породах п.п.п. (п.п.п. = 23,7%; см. табл. 1), которые выгорают или способствуют выгоранию при обжиге, в керамическом материале создается пористость и получается пористый материал с низкой плотностью [4].

Жидкое стекло. В качестве связующего использовалось товарное натриевое жидкое стекло плотностью 1,41 г/см³ (ГОСТ 13075-81) [5].

Изучая диаграммы состояния Na₂O-SiO₂ и Na₂O-SiO₂-H₂O, П.Н. Григорьев и М.А. Матвеев установили, что содержание гидратной воды отражается на температуре плавления щелочного силиката [6]. Так, при содержании 20% гидратной воды в силикате он плавится при 100°C. При быстром нагревании такого гидратированного силиката до 200°C он разжижается, и гидратная вода быстро превращается в пар. Вследствие большой вязкости расплавленного силиката водные пары задерживаются в нем, образуя пузыри с тонкими стенками. Введение в составы жидкостекольных композиций наполнителей приводит к структурированию системы, что позволяет получать более однородные структуры [7].

Являясь гидратированным силикатом натрия и имея высокую адсорбционную способность, жидкое стекло делает процесс перемешивания весьма затруднительным, поэтому в качестве добавки-коагулятора использовался хлористый натрий (ГОСТ 13830-97, производства ОАО «Бас-соль»), размолотый до размера менее 0,3 мм.

Введение в жидкое стекло хлорида натрия в количестве 1-3% после тщательного перемешивания приводит к растворению хлористого натрия. Понижение силикатного модуля, приводящее к снижению числа силоксановых связей (что существенно облегчает переход ионов щелочного ме-

Таблица 2

Составы композиции для производства пористого заполнителя

Компоненты	Содержание компонентов, мас. %		
	1	2	3
Натриевое жидкое стекло	75	60	50
Хлорид натрия	3	2	1
Отходы обогащения хромитовых руд	10	12	15
Горелые породы	12	26	34

талла в раствор и движение молекул воды в фазу стекла), и коагуляция смеси приводят к повышению вязкости, что дает возможность формировать изделия любого размера.

Технологический процесс

Композиции (табл. 2) для производства пористого заполнителя, после измельчения до прохождения сквозь сито № 0,14 мм, готовили путем тщательного перемешивания всех компонентов.

Получение смеси производилось в мешалке принудительного действия в следующем порядке. Сначала в мешалку загружались отходы обогащения хромитовых руд, горелые породы и хлорид натрия, которые тщательно перемешивались, затем в готовую сухую смесь при включенной мешалке заливалось натриевое стекло тонкой струйкой. Перемешивание производилось до получения однородной массы, но не менее 5 мин.

Полученная смесь системой ножей разрезалась на отдельные гранулы, которые термообработывались при 250-300°C в печном грануляторе, вспучиваясь при этом и образуя шарообразные высокопористые гранулы. Полученные гранулы помещались в электрическую печь, разогретую до температуры 1000°C, и выдерживались там 10 мин. После изотермической выдержки гранулы охлаждались при скорости охлаждения 40°C/мин. На полученные составы, приведенные в табл. 2, разработаны инновационные предложения по снижению отрицательного воздействия токсичных отходов переработки на объекты окружающей среды, новизна которых подтверждена Патентом РФ [8]. Физико-механические показатели пористого заполнителя представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-механические показатели пористого заполнителя

Показатели	Состав		
	1	2	3
Прочность на сжатие, МПа	2,3	2,35	2,37
Насыпная плотность, кг/м ³	334	342	373
Потери при пятиминутном кипячении, %	0,028	0,025	0,021
Коэффициент размягчения, %	95,7	96,4	97,3
Марка по насыпной плотности	350	350	400
Теплопроводность, Вт/(м·°C)	0,34	0,31	0,28

Как видно из табл. 3, пористые наполнители из предло-женных составов имеют высокие показатели на проч-ность при сжатии и коэффициент размягчения, при этом марка по насыпной плотности не превышает 400, а тепло-проводность – менее 0,35 Вт/(м·°С).

Техническое решение при использовании отходов обогащения хромитовых руд и горелых пород в предло-женных составах позволит получить пористый заполни-тель с низкой насыпной плотностью (марка не более 400; см. табл. 3). Оптимальным составом можно считать со-став № 2, у которого насыпная плотность не превышает 350 кг/м³ (марка 300), и при этом прочность снизилась не-значительно по отношению к составу № 3 (см. табл. 3).

ВЫВОДЫ

1. На основе жидкостекольной композиции отходов обо-гащения хромитовых руд и горелых пород получен пори-стый наполнитель с высокими физико-механическими по-казателями.

2. Горелые породы целесообразно использовать в каче-стве отощителя и выгорающей добавки. За счет повышен-ного содержания в горелых породах п.п.п. (п.п.п. = 23,19) в керамическом материале создается пористость и полу-чается пористый материал с низкой плотностью.

Список литературы

1. Горючий сланец: справочник по геологии [Электрон-ный ресурс]. URL: <http://www.geolib.net/petrography/goryuchiy-slanec.html#i-2> (дата обращения: 15.06.2019).

2. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Ис-пользование отходов нефтехимии, цветной и черной ме-таллургии в производстве жаростойких бетонов // Эколо-гические системы и приборы. 2017. № 6. С. 41-52.

3. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование отходов углеобогащения в производстве керамических материалов – современные приоритеты развития для «зеленой» экономики // Уголь. 2017. № 2. С. 54-57. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022017.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

4. Абдрахимов В.З., Белякова Е.А., Денисов Д.Ю. Экспери-ментальное исследование теплопроводности легковесного кирпича на основе бейделлитовой глины и горелых пород // Огнеупоры и техническая керамика. 2010. № 11-12. С. 49-52.

5. Куликов В.А., Абдрахимов В.З., Ковков И.В. Использо-вание горелых пород в производстве кирпича полусухо-го прессования // Башкирский химический журнал. 2010. Т. 17. № 4. С. 82-84.

6. Григорьев П.Н., Матвеев М.А. Растворимое стекло. М.: Стройиздат, 1956. 443 с.

7. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К. Использование отходов топливно-энергетического ком-плекса в производстве теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольных композиций. Актобе: Казахско-Русский Международный университет, 2016. 140 с.

8. Патент РФ № 2615557. С1 С04В 14/24. Композиция для производства пористого наполнителя / Е.С. Абдрахимова. Заяв. 28.01.2016 // Бюл. 05.04.2017. № 10.

UDC 691.574:66.013 © E.S. Abdrakhimova, 2019

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 67-69

Title

USE OF WASTE FUEL AND ENERGY COMPLEX – BURNED ROCKS AND TAILINGS OF CHROMITE ORE IN THE PRODUCTION OF POROUS AGGREGATE ON THE BASIS OF LIQUID-GLASS COMPOSITIONS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-67-69>

Author

Abdrakhimova E.S.¹

¹ Samara National Research University, Samara, 443086, Russian Federation

Authors' Information

Abdrakhimova E.S., PhD (Engineering), Associate Professor at the Depart-ment of "Chemistry", tel.: +7 (906) 127-09-44, e-mail: 3375892@mail.ru

Abstract

On the basis of liquid glass modified with sodium chloride, burnt rocks and waste enrichment of chromite ores obtained porous filler without the use of natural traditional raw materials. The conducted researches have shown that due to the increased contents in the burnt rocks of PP. (losses during calcination 20-23%), carbon (7.32%) and calorific value (1900 kcal/kg), which burn out or contribute to burnout (for example, calorific value) during firing, porosity is created in the ceramic material and a porous material with a low density is obtained, the grade for bulk density is less than 400. On the basis of the liquid-glass composition, burnt rocks and waste of chromite ores, a porous filler with high physical and mechanical properties was obtained. Innovative proposals have been developed to reduce the negative impact of toxic waste processing on the environment, the novelty of which is confirmed by Patents of the Russian Federation.

Keywords

Burnt rocks, Chromite ore dressing waste, Liquid glass composition, Sodium chloride, Porosity, Porous filler.

References

1. *Goryuchiy slanec*: Spravochnik po geologii [Combustible slate: Reference book on geology]. Electronic resource. Available at: <http://www.geolib.net/petrography/goryuchiy-slanec.html#i-2> (accessed 15.06.2019).

2. Abdrakhimov V.Z., Kayrakbaev A.K. & Abdrakhimova E.S. Ispolzovanie othodov neftekhimii, cvetnoy i chernoy metallurgii v proizvodstve zharostoykih betonov [The Use of waste petrochemical industry, nonferrous and ferrous

metallurgy in the production of heat-resistant concrete]. *Ekologicheskie sistemy i pribory – Ecological systems and devices*, 2017, No. 6, pp. 41-52.

3. Abdrakhimova E.S., Kayrakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Ispolzovanie othodov ugleobogashcheniya v proizvodstve keramicheskikh materialov – sovremennye prioritye razvitiya dlya "zelenoy" ekonomiki [Use of waste products coal enrichment in manufacture of ceramic materials – the perspective direc-tion for "green" economy]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 2, pp. 54-57. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022017.pdf> (accessed 15.06.2019).

4. Abdrakhimov V.Z., Belyakova E.A. & Denisov D.Yu. Eksperimentalnoe issle-dovanie teploprovodnosti legkovesnogo kirpicha na osnove bejdellitovoy gliny i gorelyh porod [Experimental study of the thermal conductivity of light-weight bricks based on beidellite clay and burnt rocks]. *Ogneupory i tekhnicheskaya keramika – Refractories and technical ceramics*, 2010, No. 11-12, pp. 49-52.

5. Kulikov V.A., Abdrakhimov V.Z. & Cowcow I.V. Ispolzovanie gorelyh porod v proizvodstve kirpicha polusuhogo pressovaniya [Use of burned rocks in the production of bricks dry pressing]. *Bashkirskiy himicheskij zhurnal – Bashkir chemical journal*, 2010, Vol. 17, No. 4, pp. 82-84.

6. Grigoriev P.N. & Matveev M.A. *Rastvorimoe steklo* [Soluble glass]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1956, 443 p.

7. Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. & Kayrakbaev A.K. *Ispolzovanie othodov toplivno-energeticheskogo kompleksa v proizvodstve teploizolyacionnyh materialov na osnove zhidkostekolnyh kompozitsiy* [Use of waste fuel and energy complex in the production of thermal insulation materials based on liquid glass compositions]. Akto-be, Kazakh-Russian international University Publ., 2016, 140 p.

8. Pat. 2615557. С1 С04В 14/24. Композиция для производства пористого за-полнителя [Composition for production of porous filler]. Abdrakhimova E.S., Appl. 28.01.2016. *Bul.*, 05.04.2017, No. 10.

RESOURCES

Вибрационные центрифуги AURY

ГРЕКУ Владимир Сергеевич
 Директор по развитию
 ООО «Открытые технологии»,
 308024, г. Белгород, Россия,
 тел.: +7 (4722) 23-28-39,
 e-mail: info@auryrus.ru

Статья посвящена описанию принципа действия и характерных особенностей вибрационных центрифуг, выпускаемых компанией AURY для обогатительных фабрик.

Ключевые слова: обогатительное оборудование, вибрационные центрифуги, центрифуги с вибрационной выгрузкой осадка, AURY.

ВВЕДЕНИЕ

Центрифуги на углеобогатительных фабриках применяются для обезвоживания продуктов обогащения. Для разделения материала на твердую и жидкую фазы используются центробежные силы, возникающие при вращении ротора центрифуги. И чем больше диаметр ротора и частота его вращения, тем больше эти силы. Как правило, в случае применяемых на углеобогатительных фабриках фильтрующих центрифуг центробежные силы превышают силу тяжести в несколько сотен раз. Кроме фильтрующих применяются также осадительные и осадительно-фильтрующие центрифуги.

Компания AURY выпускает фильтрующие центрифуги со шнековой и вибрационной выгрузкой осадка (рис. 1).

ОСОБЕННОСТИ ВИБРАЦИОННЫХ ЦЕНТРИФУГ AURY

Первые особенности вибрационной центрифуги AURY, которые сразу бросаются в глаза, – это расположение загрузочного желоба и сливного отверстия для фугата (рис. 2).

Загрузочный желоб направляет поток материала к основанию ротора, поэтому, во-первых, материал равномерно распределяется по поверхности ротора, что способствует повышению эффективности обезвоживания и, во-вторых, отсутствует разбрызгивание, что продлевает срок службы ротора. Сливное отверстие для фугата расположено в нижней части центрифуги, что обеспечивает его простое отведение в водно-шламовую систему фабрики.



Рис. 1. Вибрационная центрифуга AURY

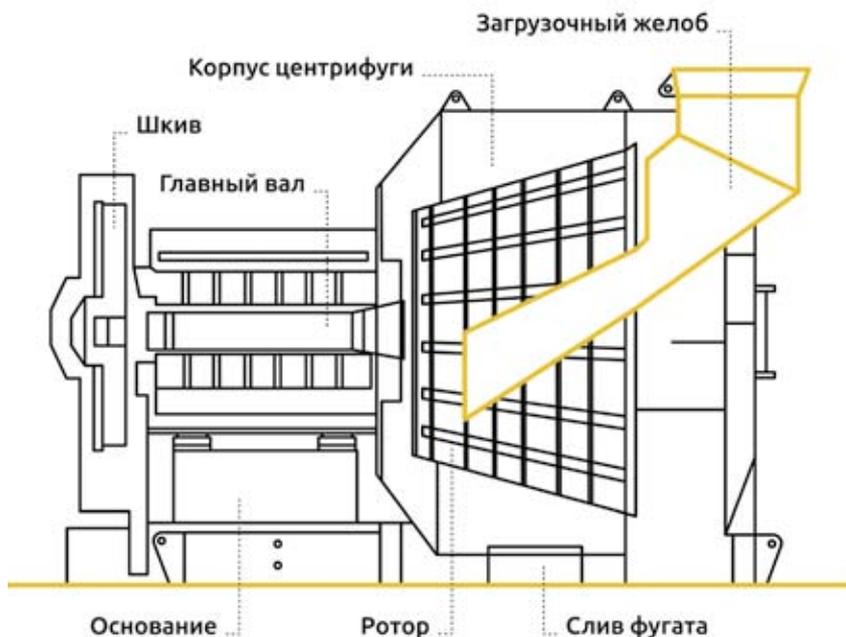


Рис. 2. Схематичное изображение устройства вибрационной центрифуги AURY



Рис. 3. Все поверхности центрифуги, подверженные абразивному воздействию, покрыты алюмооксидной керамической плиткой



Рис. 5. Ротор вибрационной центрифуги AURY

Загрузочный желоб, сливное отверстие для фугата, а также вся внутренняя поверхность центрифуги покрыты алюмооксидной керамической плиткой для защиты от абразивного износа (рис. 3).

Вращающий момент от приводного электродвигателя передается на главный вал центрифуги и закрепленный на нем ротор посредством клиноременной передачи (рис. 4). Электродвигатель имеет высокий пусковой момент для быстрого выхода на рабочие обороты. Он установлен на рельсах, что дает возможность простой и удобной регулировки натяжения ремней. В системе привода используются сферические роликовые подшипники, которые специально разработаны для применения при высоких вибрационных нагрузках.

Вибрации в центрифугах AURY создаются двумя вибромоторами, установленными в задней части корпуса слева и справа (см. рис. 4), и направлены вдоль оси вращения ро-



Рис. 4. Приводной электродвигатель (1) и один из вибромоторов (2)

тора. При этом главный вал не имеет жесткой связи с корпусом – подшипниковые узлы, на которые он опирается, связаны с корпусом через упругие резиновые элементы. Упругость резиновых элементов, а также масса вала с подшипниками, шкивом и ротором подобраны таким образом, чтобы собственная частота колебаний была близка к частоте вращения вибромоторов. Поэтому вибрации передаются в основном к ротору, а корпус вибрирует очень слабо, и центрифуга практически не создает динамические нагрузки на опорные конструкции. Более того, корпус дополнительно изолирован от основания центрифуги полиуретановыми амортизаторами. Амплитуда вибраций регулируется простым поворотом дебалансов, доступ к которым открывается при снятии защитных кожухов с вибромоторов.

Вибрации ротора способствуют продвижению осадка к его разгрузочному концу, а также разрыхляют его, улучшая обезвоживание.

Система смазки снабжена тремя ступенями очистки: фильтр грубой очистки, магнитный фильтр, фильтр тонкой очистки. Кроме того, система

смазки включает в себя датчики давления и расхода масла. При срабатывании любого из них происходит остановка центрифуги во избежание работы в условиях «масляного голодания».

Для изготовления ротора (рис. 5) используются сложнелегированные износостойкие стали, поэтому он имеет долгий срок службы даже в условиях сильного абразивного воздействия. А его конструкция обеспечивает высокую эффективность обезвоживания, стойкость к деформации и удобство при монтаже и демонтаже.

Компания AURY производит вибрационные центрифуги производительностью от 150 до 400 т/ч с диаметром ротора от 1100 до 1650 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вибрационные центрифуги AURY – это надежное и простое в эксплуатации оборудование для обезвоживания продуктов обогащения угля.

Список литературы

1. Авдохин В.М. Обогащение углей: учебник для вузов: В 2-х т. Т.1. Процессы и машины. М.: Изд-во «Горная книга», 2012. 424 с.

Контакты:

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

YouTube-канал: www.youtube.com/c/AuryRus

Исследование деформированного состояния приконтурного углепородного массива вокруг горной выработки с анкерным креплением

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-72-77>

ДЕМИН Владимир Федорович

Доктор техн. наук, профессор кафедры
«Разработка месторождений
полезных ископаемых» КарГТУ,
академик МАИН, иностранный член АГН (Россия),
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
тел.: +7 (7212) 56-26-19,
e-mail: vladfdemin@mail.ru

ПОРТНОВ Василий Сергеевич

Доктор техн. наук, профессор кафедры
«Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых» КарГТУ,
иностраный член АГН (Россия),
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
тел.: +7 (7212) 56-78-62,
e-mail: vs_portnov@mail.ru

ДЕМИНА Татьяна Владимировна

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Рудничной аэрологии и охраны труда» КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: dentalia@mail.ru

ЖУМАБЕКОВА Айла Ермаковна

PhD докторант специальности
«Горное дело» КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
тел.: +7 (701) 735-21-73,
e-mail: aila1980@mail.ru

Выявлены закономерности динамики напряженно-деформированного состояния углепородных массивов (смещений, напряжений, зон трещинообразования) в зависимости от горнотехнологических условий эксплуатации, что позволяет определять обоснованные параметры крепления для повышения устойчивости подготовительных горных выработок. Определены неустойчивые области во вмещающих породах и динамика зон распространения активного трещинообразования впереди фронта проводимых выработок, что позволит разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологии эффективного и безопасного крепления приконтурных пород при проведении горных выработок на пологих и наклонных угольных пластах, адаптивных к изменяющимся горно-геологическим и горнотехническим условиям разработки.

Ключевые слова: технология ведения подземных работ, приконтурные породы, экспериментальные исследования, горные выработки, параметры крепления, геомеханические процессы, анкерная крепь, технологические схемы, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ведение горных работ на двух и более добычных участках требует ускоренной и своевременной подготовки фронта очистных работ с интенсивной технологией проведения подготовительных выработок, затрат на их ремонт как до, так и после ввода в эксплуатацию. Металлоарочные крепи достаточно дороги, и многие из них нетехнологичны, что сказывается на скорости установки и условиях их поддержания.

С увеличением глубины подземной разработки угольных месторождений одной из проблем, требующей решения, является обеспечение устойчивости горных выработок. На шахтах Карагандинского бассейна применяются металлические податливые крепи арочного типа и в небольшом объеме анкерное крепление. Затраты на проведение и крепление 1 м выработки с применением арочной крепи составляют 12-16 тыс. руб., расход металлопроката – 0,3-1 т, при этом доля на поддержание составляет не менее 10-15%. На 1 млн т угля при принятых системах разработки требуется проведение 5-5,5 км горных выработок, что требует существенных затрат на подготовку выемочных участков [1, 2, 3, 4, 5].

Протяженность вскрывающих и подготовительных выработок в Карагандинском бассейне, не соответствующих

паспорту их поддержания, составляет 93 из 670 км, из них большая часть выработок не соответствует по сечению – 62%, по высоте и зазорам – по 19%. Особенно высока дефектность выработок по профилю откаточных путей (25% выработок), что является следствием пучения пород почвы выработок.

Наиболее подвержены влиянию горного давления пластовые выработки. Потери площади их поперечного сечения достигают 60-70%, поэтому ежегодно более 20% выработок ремонтируется и перекрепляется. Доля затрат на проведение, крепление и поддержание выработок достигает 15-20% от себестоимости добычи угля. Ремонт горных выработок занимают более 10% численных подземных рабочих.

Из опыта применения профилей большего типоразмера и увеличения плотности установки металлоарочной податливой рамной крепи (МРК) установлено, что при значительном увеличении металлоемкости выработок и, соответственно, трудоемкости возведения металлорамной крепи общий эффект получается незначительным. Практика эксплуатации МРК выявила ряд серьезных недостатков, которые приводят к значительным деформациям выработок: выполаживанию верхняков, выдавливанию в полость сечения боковых ножек, выходу из строя замковых соединений при незначительной реализации податливости крепи [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Условия поддержания выработок с различными видами крепления в зоне влияния очистных работ исследованы на примере конвейерного промежуточного штрека № 50к10-з шахты им. Костенко Карагандинского угольного бассейна. Вынимаемая мощность пласта к10 на западном крыле шахты составляет 3,7-4 м. Непосредственная кровля изменяется по простиранию от 3 до 7 м и представлена аргиллитами. Основная кровля сложена слаботрещиноватыми песчаниками мощностью 24-32 м. Максимальная величина поддутия почвы после двух лет поддержания выработки составила 0,55 м. Для обеспечения необходимого сечения впереди лавы на расстоянии 50-80 м производилась подрывка штрека на высоту 0,5-0,6 м. Наиболее благоприятные условия поддержания состояния конвейерного промежуточного штрека № 50к10-з в зоне, подверженной влиянию очистных работ, обеспечены на участке протяженностью 50 м полуарочной формы, закрепленной смешанной крепью (анкеры в сочетании с МРК) с плотностью 1,33 рамы/погонный метр. Для этого участка выработки характерны изменения в состоянии крепи: деформация верхняка и его порыв по линиям прогонов – 60%; деформация составных стоек в вертикальной плоскости – 1,5%; отклонение стоек от вертикального положения, преимущественно по линии первого от очистного забоя прогона – 70%.

Из анализа и обобщения состояния обследования выработок шахт Карагандинского бассейна установлено, что на стадии проходки примерно в 25-30% из них происходят опасные деформации и потеря устойчивости породных обнажений. При эксплуатации повышенные деформации характерны для 40% выработок, расположенных вне зоны влияния очистных работ, и 60% – при нахождении их в зоне влияния очистных работ. Основной причиной ухудшения состояния подготовительных выработок является снижение отношения прочности пород к геостатическому давлению с ростом глубины горных работ.

Потеря устойчивости породных обнажений приводит к снижению скорости проведения выработок на 40-45% и увеличению расхода крепежных материалов. Также 35-40% несчастных случаев при горно-подготовительных работах обусловлены потерей устойчивости породных обнажений и обрушением пород кровли и боков выработок. Работы по заделке вывалов пород в выработках довольно трудоемки и связаны с дополнительным расходом крепежных и других материалов. Из этого следует, что конструктивная модернизация самой крепи и технологии ее установки не может обеспечить существенное повышение устойчивости выработок, снизить затраты на их поддержание и увеличить добычу углей при безопасном ведении горных работ.

Повышение эффективности использования прогрессивной технологии анкерного крепления возможно при детальном изучении особенностей деформирования породного массива вокруг подготовительных выработок с анкерным креплением при различных углах падения пласта и глубине анкерования, обосновании параметров анкерной крепи и определении рациональной области ее использования.

Анкерная система крепит породу, ограничивая деформации кровли и за счет горизонтального напряжения, удерживает кровлю, не давая ей обрушаться. Предельно возможная относительная деформация кровли горной выработки, закрепленной анкерами, не должна превышать 2%, сверх этой величины кровли обычно обрушаются.

Границами применения анкерного крепления как самостоятельного вида крепи являются горизонтальные и наклонные подземные горные выработки и их сопряжения при следующих горно-геологических и горнотехнических условиях угольных шахт:

- максимальная расчетная ширина выработки – не более 12 м;
- поддерживаемые в ненадработанном и неподработанном массивах на расстояниях, соответственно, больше ширины выработки и двенадцати мощностей пласта;
- при отношении глубины проведения горной выработки или сопряжения от дневной поверхности H (м) к расчетному сопротивлению пород и угля в кровле на одноосное сжатие $R_{ск}$ (Мпа) – не более 25, при величине отношения от 25 до 30 крепление выработок и сопряжений необходимо осуществлять по двухуровневой схеме с применением анкеров глубокого заложения;
- прочность на одноосное сжатие оставляемой угольной пачки в кровле горной выработки или сопряжения – не менее 6 МПа.

Самостоятельная анкерная крепь не применяется при проведении горных выработок в особо сложных горно-геологических условиях: в зонах повышенного горного давления (ПГД) под и над целиками и краевыми частями на сближенных пластах в зонах разрывных геологических нарушений с дробленными и обводненными (капез, струи и другое) породами; при наличии выветренных, пластичных вмещающих пород.

Анкерная крепь применяется в сочетании с металлоарочной крепью (комбинированная крепь) в выработках, в кровле которых залегают неустойчивые породы (сопротивление пород сжатию $R_{ск} < 30$ МПа). Данная крепь применяется только в сочетании с другими видами крепи. При

этом анкеры в сочетании с металлическими подхватями, решетчатыми и деревянными затяжками применяются для крепления кровли выработки с прочностью углей и пород на сжатие R_c соответственно не менее 10 и 25 МПа, а также боков выработки с прочностью углей и пород на сжатие не менее 6 и 20 МПа.

При смещениях кровли выработок 50-100 мм и более анкерную крепь используют в комбинации с поддерживающими крепями (металлоарочной податливой рамной арочной трехзвенной крепью из спецпрофиля с несущей способностью в податливом режиме 140-220 кН и в жестком – 260-350 кН с податливостью 0,3 м). Упрочняя массив горных пород, вмещающий выработку, анкерная крепь существенно уменьшает смещения породного контура, позволяет облегчить и удешевить конструкцию основной поддерживающей крепи и повысить надежность эксплуатационного состояния подземного сооружения. В сочетании с рамной крепью анкерная позволяет уменьшить в пределах до 1,5-2 раза плотность установки рам.

Величина применения технологии анкерного крепления горных выработок в 2017 г. на шахтах Карагандинского бассейна достигла 24%, а при комбинированном (металлоарочная податливая и анкерная) – 47%. Для роста объемов использования технологии анкерного крепления (до 80%) необходима оценка ее применения от условий эксплуатации, разработки типовых эффективных технологий проведения и поддержания выработок.

Усложнение горно-геологических условий связано с вовлечением в отработку участков и целых месторождений со сложной тектоникой, увеличением глубины разработки, проявлением опасных динамических воздействий горного давления, что обуславливает необходимость совершенствования методов, систем, способов и средств крепления горных выработок, а также улучшения качества материалов, используемых при креплении.

Анкерная крепь обладает определенными преимуществами по сравнению с металлической крепью. При ее применении в работу вовлекается приконтурная часть массива горных пород за счет укрепляющего воздействия анкеров. Это дает экономию на один метр выработки 0,35-0,6 т металла и 3-5 тыс. руб. в прямых нормируемых затратах.

Одним из прогрессивных и экономичных видов анкерной крепи является крепь, которая относится к крепям бесподпорного типа и по сравнению с подпорными конструкциями имеет ряд преимуществ, среди них:

- повышение безопасности ведения горных работ, так как она лучше любой другой крепи противостоит взрывным работам и при аварийных ситуациях (газодинамических явлениях, взрывах газа и угольной пыли) может устоять в забое как временная или с промежуточными функциями поддерживающего характера;

- обладает потенциальными возможностями для полной механизации процесса крепления, требует меньшего расхода крепежных материалов и затрат на их доставку;

- позволяет уменьшить сечение горной выработки на 18-25%.

Важным преимуществом анкерной крепи является также возможность приблизить площадь сечения выработки в свету к площади в проходке (разница – 6,6-12,5%, тогда как при рамных крепях – 28-46%). Применение анкерной крепи позволяет значительно увеличить производительность труда и скорость проведения выработок (30-40%), снизить затраты на проведение выработок (50-60%) и уменьшить затраты по подготовке очистных забоев на 70%, сократить расход и уменьшить стоимость крепежных материалов, затраты на ремонт и поддержание горных выработок, улучшить состояние выработок.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является разработка технологических схем проведения подготовительных выработок угольных шахт с использованием анкерного крепления в сложных горно-геологических условиях.

Исследования напряженно-деформированного состояния пород (НДСП) в горных выработках и закономерностей поведения примыкающих к ним массивов пород позволяют оптимизировать параметры технологических схем подготовительных работ с обеспечением эффективности функционирования горного производства.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДСП

Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива вокруг действующей выемочной выработки выполнено с применением численного метода конечных элементов для условий пластовой конвейерной выработки пласта k_{10} шахты им. Костенко Карагандинского угольного бассейна при глубине разработки 400 м и мощности пласта 3,8 м. Решение осуществляется в упругой постановке вследствие сравнительно непродолжительного времени деформирова-

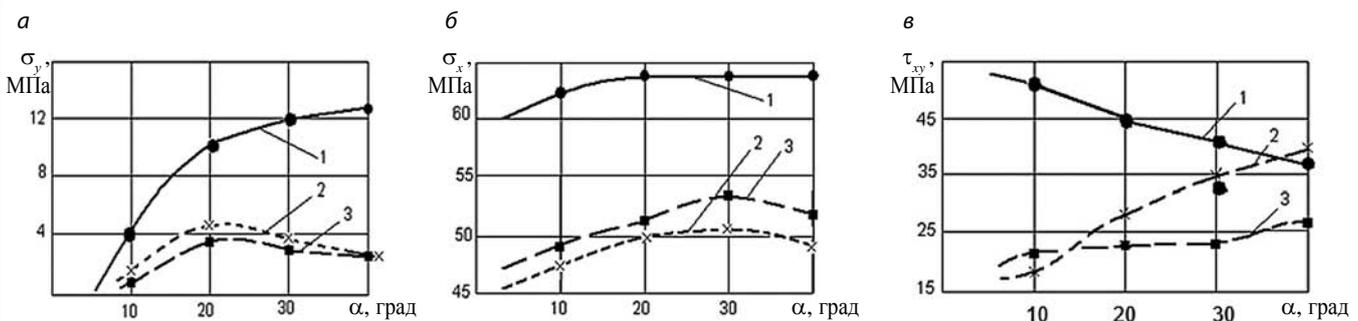


Рис. 1. Изменения максимальных напряжений в массиве горных пород при анкерном креплении горных выработок различной формы сечения в зависимости от угла залегания пласта: а – нормальные, б – продольные, в – касательные напряжения горных пород; 1 – арочная, 2 – прямоугольная, 3 – полигональная формы анкерной крепи

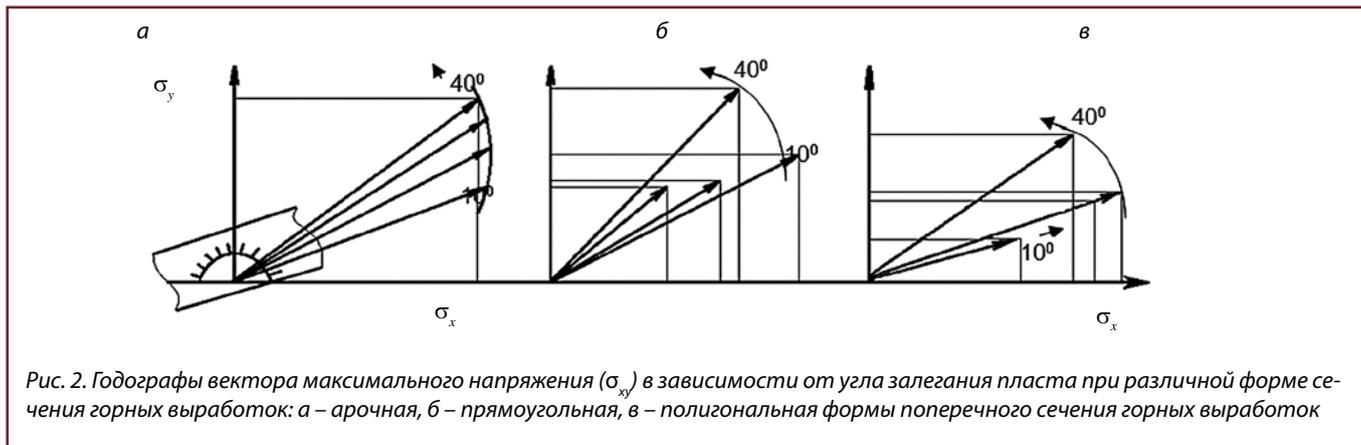


Рис. 2. Годографы вектора максимального напряжения (σ_{xy}) в зависимости от угла залегания пласта при различной форме сечения горных выработок: а – арочная, б – прямоугольная, в – полигональная формы поперечного сечения горных выработок

ния горных пород в окрестности подготовительного забоя при его подвигании.

Исследования проведены с использованием программного комплекса ANSYS для оценки влияния горно-геологических факторов на условия эксплуатации крепей горных выработок. Оценено влияние формы сечения горной выработки и угла залегания угольного пласта по падению на величину возникающих максимальных напряжений в массиве горных пород при креплении выработки анкерной крепью.

Приведенные на рис. 1 результаты расчетов составляющих напряжений: σ_y – нормальная и σ_x – продольная составляющие в осях координатах, где x совпадает с плоскостью выработки, а y – ортогонально ей, свидетельствуют о том, что для арочной, прямоугольной и полигональной крепей нормальная (см. рис. 1, а), продольная (см. рис. 1, б) и касательная составляющие (см. рис. 1, в) растут от угла залегания пласта по падению в пределах, составляющих его изменение от 10 до 40°. Для всех форм сечения значения σ_x и σ_{xy} в десятки раз выше σ_y , при тех же x , причем для арочной формы характерны высокие σ_x и σ_y , то же самое для σ_{xy} (касательная составляющая напряжений).

На рис. 2 приведены годографы вектора механического напряжения (траектория, описываемая концом вектора σ_{xy} при изменении угла падения пласта). Там же, уже между вектором σ_y и осью X , σ_x является коэффициентом бокового распора, который при прямоугольной и арочной крепи изменяется в широких пределах по сравнению с полигональной.

Максимальные напряжения значительно выше для арочной и прямоугольной крепей по сравнению с крепями с полигональной формой поперечного сечения в поддерживаемых выработках по величине и по изменению коэффициента бокового распора.

Плоскости расслоения пород совпадают с касательной к годографу, что дает основание рекомендовать установку анкеров с учетом этого фактора, то есть анкера должны располагаться ортогонально плоскости расслоения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о предпочтительности применения при разработке пласта k_{10} шахты им. Костенко Карагандинского угольного бассейна на выемочных выработках прямоугольной формы сечения с анкерным креплением вмещающих пород.

Исследования напряженно-деформированного состояния вмещающих пород в зависимости от мощности слоя легкообрушающихся пород при разной длине их анкерирования выполнены на примере горной выработки трапециевидной формы поперечного сечения при следующих параметрах: угол залегания пласта – 15°, мощность пласта – 3,8 м, глубина разработки – 400 м, площадь сечения выработки – 15,5 м², диаметр анкера – 0,0218 м.

Рассматривая нормальные составляющие напряжений $\sigma_y^{сж}$ (сжатие) и σ_y^p (растяжение) на рис. 3, а, отмечаются линейные зависимости от мощности слоя и длины анкерования (L), причем обе составляющие растут по абсолютной величине. Обратные закономерности характерны для поперечных $\sigma_x^{сж}$ и σ_x^p составляющих (см. рис. 3, б), причем в интервале глубин анкерования от 1,5 до 4,5 м отмечено уменьшение абсолютных значений σ_x^p . Причиной тому может быть перераспределение напряжений, характерное для выработок с полигональным, в том числе и прямоугольным (см. рис. 1, 2) сечениями.

Перегибы графиков касательных, составляющих $\tau_{xy}^{сж}$ и τ_{xy}^p , свидетельствуют о резком изменении напряжений в слоях, мощность которых сопоставима с длиной анкера. При этом, как показали ранее проведенные исследования [13, 14, 15, 16], увеличение диаметра шпуров (до 0,05 м) приводит к двукратному росту напряжений во всем диапазоне анкерования.

Исследования изменения газоносности угля по глубине пробуренной скважины и изотермы сорбции для угольных пластов в зависимости от давления газа в массиве (горного давления), для условий промежуточного штрека № 33 k_{10} -с в 65 м от монтажной камеры в нисходящую сторону по конвейерному штреку площадью сечения 15 м²: общая газоносность – 19,3 м³/т, газоносность при давлении 1 бар – 2,8 м³/т, объем десорбируемого газа – 16,5 м³/т. Эксперименты выполнены вдоль протяженной выработки для определения зоны действующего опорного давления вокруг контура от подготовительной выработки вглубь массива, которая в интенсивной зоне составила 4 м. Изменения изотермы сорбции, где для условий вентиляционного бремсберга 4.04 d_6 -1з площадью сечения 15 м² при длине тупика 179 м вглубь забоя показали, что общая газоносность составила 19,4 м³/т, газоносность при давлении 1 бар – 2,3 м³/т, объем десорбируемого газа – 17,1 м³/т.

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля породных массивов (смещений, напряжений, зон трещинообразования) в за-

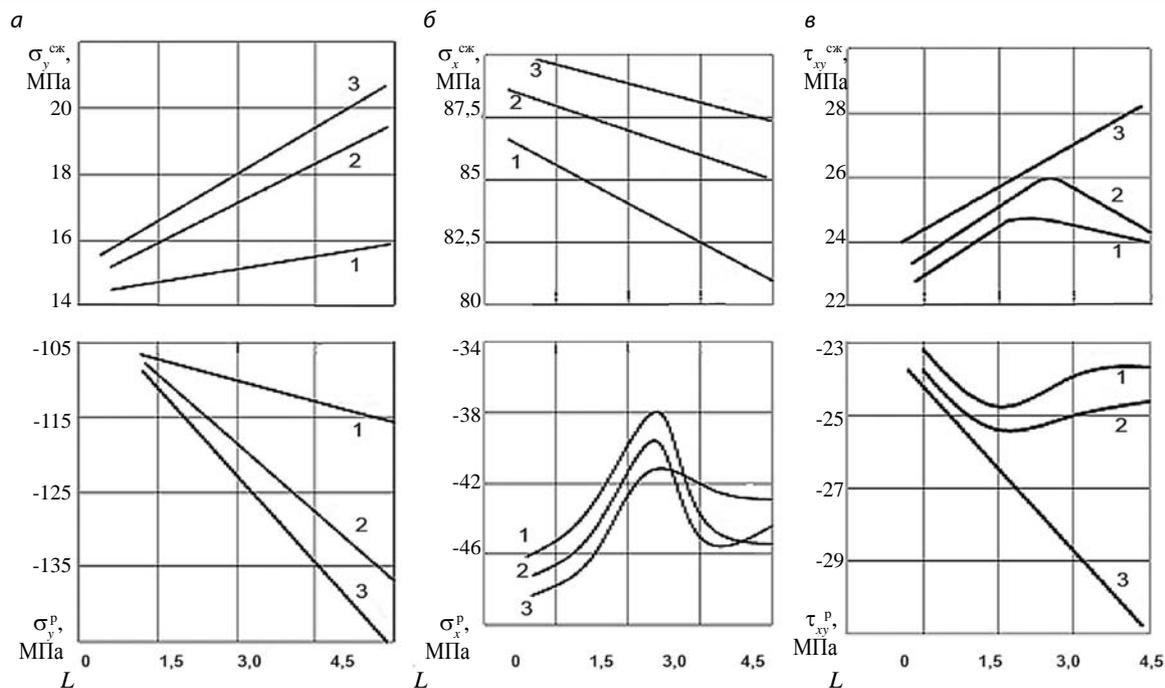


Рис. 3. Распределение напряжений в приконтурных горных породах подготовительной выработки в зависимости от длины анкерования и мощности слоя ослабленных пород: а – нормальные, б – поперечные, в – касательные напряжения горных пород; 1, 2, 3 – мощность слоя ослабленных пород соответственно 1; 3; 5 м

в зависимости от основных горно-геологических и горнотехнических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать оптимальные параметры крепления для повышения устойчивости подготовительных горных выработок. Это позволит разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологии эффективного и безопасного крепления приконтурных пород при проведении горных выработок на пологих и наклонных угольных пластах, адаптивные к изменяющимся горно-геологическим и горнотехническим условиям эксплуатации.

ВЫВОДЫ

Выполненный комплекс аналитических и экспериментальных исследований позволил установить динамику развития деформационных процессов в углепородном массиве вокруг выработок. Определены неустойчивые области во вмещающих породах и динамика зон распространения активного трещинообразования как впереди фронта проводимой выработки (до 3-5 м), так по ее бокам (до 5,0-7,5 м), что позволяет управлять ходом геомеханических процессов в приконтурном массиве выработки и воздействовать на него для преодаления нежелательных проявлений горного давления и обеспечения устойчивости поддерживаемых выработок.

Исследованы напряженно-деформированное состояние, проявления горного давления, условия поддержания выработок в зависимости от горнотехнических и технологических параметров. Исследования позволили установить степень их влияния на эффективность применения анкерного крепления выемочных выработок и обоснованно применять технологические схемы крепления для обеспечения устойчивости горных выработок и снижения затрат на их проведение и поддержание.

На основе комплекса аналитических и экспериментальных исследований установлены закономерности изменения динамики деформационных процессов углепородного массива вокруг выработок. Определены закономерности формирования активного трещинообразования впереди забоя (до 3-5 м) и по бокам (5,0-7,5 м) проводимых выработок.

Разработаны рекомендации по применению технологии анкерного крепления выемочных выработок для обеспечения их устойчивости и снижения затрат на эксплуатацию.

Список литературы

1. Вылегжанин В.Н., Егоров П.В., Мурашев В.И. Структурные модели горного массива в механизме геомеханических процессов. Новосибирск: Наука, 1990. 295 с.
2. Судариков А.Е. Основы механики подземных сооружений: Учебн. пособие. Караганда: КарГТУ, 2003. 74 с.
3. Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. М.: Недра, 1984. 304 с.
4. Анкерная крепь: Справочник / А.П. Широков, В.А. Лидер, М.А. Дзауров и др. М.: Недра, 1990. 205 с.
5. Цай Б.Н. Термоактивационная природа прочности горных пород. Караганда: КарГТУ, 2007. 204 с.
6. Обоснование и выбор технологии проведения, способов крепления и поддержания горных выработок в неустойчивых горных породах глубоких горизонтов Холбинского рудника / В.А. Еременко, В.Н. Лучников, М.П. Сэнди и др. // Горный журнал. 2013. № 7. С. 59-67.
7. Кузьмин С.В., Сальвассер И.А., Мешков С.А. Механизм развития пучения пород почвы и способы борьбы с ним // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 3. С. 120-126.

8. Неробиш А. Развитие использования болтов в польских угольных шахтах // Журнал горных наук. 2011. № 47 (6). С. 751-760.

9. Пивняк Г.Г., Бондаренко В.И., Ковалевская И.А. Добыча полезных ископаемых / Кн. А.А. Балкема CRC Press является следствием деятельности Taylor & Francis Group в сфере информационного бизнеса. Лондон, 371 с.

10. Грицко Г.И., Цыцаркин В.Н. Определение напряженно-деформированного состояния массива вокруг протяженных пластовых выработок экспериментально-аналитическим методом // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1995. № 6. С.18-21.

11. Курленя М.В., Барышников В.Д., Гахова Л.Н. Развитие экспериментально-аналитического метода оценки

устойчивости горных выработок // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. № 4. С. 20-28.

12. Balkema A.A. Mining with Backfill / Ed. S. Grauholm. Sweden, Rotterdam. Luleo University of Technology, 1983.

13. Демин В.Ф., Баймульдин М.М., Демина Т.В. Повышение устойчивости выработок угольных пластов. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 420 с.

14. Эффективность использования геомеханической системы «горный массив – анкерное крепление» для повышения устойчивости горных выработок / В.Ф. Демин, Т.В. Демина, В.В. Яворский и др. // Уголь. 2014. № 2. С. 18-22. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022014.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).

MINERALS RESOURCES

UDC 622.281(574.32) © V.F. Demin, V.S. Portnov, T.V. Demina, A.Ye. Zhumabekova, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 72-77

Title

STUDYING STRESS-STRAIN STATE OF BORDER CARBON MASSIF AROUND MINE WORKING WITH ROOF BOLTING

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-72-77>

Authors

Demin V.F.¹, Portnov V.S.¹, Demina T.V.¹, Zhumabekova A.Ye.¹

¹ Karaganda State Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

Authors' Information

Demin V.F., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Development of mineral deposits department, academician of IAIN, a foreign member of Academy Mining Sciences (Russia), tel.: +7 (7212) 56-26-19, e-mail: vladfdemin@mail.ru

Portnov V.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Geology and exploration of mineral deposits department, a foreign member of Academy Mining Sciences (Russia), tel.: +7 (7212) 56-78-62, e-mail: vs_portnov@mail.ru

Demina T.V., PhD (Engineering), Associate Professor of the Mine aerology and labour safety department, e-mail: dentalia@mail.ru

Zhumabekova A.Ye., PhD doctoral student of specialty "Mining", tel.: +7 (701) 735-21-73, e-mail: aiala1980@mail.ru

Abstract

There have been revealed the regularities of the stress-strain state of coal-rock massifs (displacements, stresses, fracture zones) depending on mining and technological operating conditions, which makes it possible to determine the justified supporting parameters for increasing stability of the development mine workings. There have been identified unstable zones in enclosing rocks and the dynamics of active cracking zones ahead of the front of the driven working, which will allow developing new and improving the existing technologies of efficient and safe supporting the border rocks when driving mine workings on shallow and inclined coal seams adaptive to changing mining, geological and technical conditions of the development.

Keywords

Underground mining technology, Border rocks, Experimental studies, Mine workings, Anchoring parameters, Geomechanical processes, Roof bolting, Technological patterns, Numerical modeling, Stress-strain state.

References

1. Vylegzhanin V.N., Egorov P.V. & Murashev V.I. *Strukturnye modeli gornogo massiva v mekhanizme geomekhanicheskikh processov* [Structural models of rock mass in the mechanism of geomechanical processes]. Novosibirsk, Science, 1990, 295 p.
2. Sudarikov A.E. *Osnovy mekhaniki podzemnykh sooruzheniy*: Uchebnoe posobie [Fundamentals of underground structures: Educational. Allowance]. Karaganda, KarSTU Publ., 2003, 74 p.
3. Chernyak I.L. & Burchakov Yu.I. *Upravlenie gornym davleniem v podgotovitelnykh vyработках glubokikh shaft* [Management of rock pressure in the preparatory workings of deep mines]. Moscow, Nedra Publ., 1984, 304 p.

4. Shirokov A.P., Leader V.A., Dzaurov M.A. et al. *Ankernaya krep': Spravochnik* [Anchoring: Handbook], Moscow, Nedra Publ., 1990, 205 p.

5. Tsai B.N. *Termoaktivacionnaya priroda prochnosti gornyh porod* [Thermal activation nature of rock strength]. Karaganda, KarSTU, 2007, 204 p.

6. Eremenko V.A., Louchnikov V.N., Sandy M.P., Mikin D.A. & Milsin E.A. *Obosnovanie i vybor tekhnologii provedeniya, sposobov krepneniya i podderzhaniya gornyh vyработok v neustoychivyh gornyh porodah glubokikh gorizontov Holbinskogo rudnika* [Selection and basis of mine working driving and excavation support in unstable rocks at deep levels of Kholbinsky Mine]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2013, No. 7, pp. 59-67.

7. Kuzmin S.V., Salvasser I.A. & Meshkov S.A. *Mekhanizm razvitiya pucheniya porod pochvy i sposoby borby s nim* [Mechanism of rock heaving developing and it ways to fighting "SUEK-Kuzbass" JSC]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2014, No. 3, pp. 120-126.

8. Nierobisz A. Development of roof bolting use in Polish coal mines. *Journal of mining science*, 2011, Vol. 47, Issue 6, pp. 751-760.

9. Pivnyak G.G., Bondarenko V.I. & Kovalevska I.A. Mining of mineral deposits: Book Balkema A.A. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group an information business, London, 371 p.

10. Gritsko G.I. & Tsyrcarkin V.N. *Opredelenie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva vokrug protyazhennykh plastovykh vyработok eksperimentalno-analiticheskimi metodami* [Determining stress-strain state of the massif around the extended reservoir workings by experimental-analytical method]. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 1995, No. 6, pp. 18-21.

11. Kurlenya M.V., Baryshnikov V.D. & Gakhova L.N. *Razvitie eksperimentalno-analiticheskogo metoda ocenki ustoychivosti gornyh vyработok* [Developing experimental-analytical method for assessing stability of mine workings]. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 2012, No. 4, pp. 20-28.

12. Balkema A.A. (1983). *Mining with Backfill*, Edited by S. Grauholm, Luleo University of Technology, Sweden, Rotterdam.

13. Demin V.F., Baymuldin M.M. & Demina T.V. *Improving the sustainability of coal seams (monograph)*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, 420 p.

14. Demin V.F., Demina T.V., Yavorsky V.V. et al. *Effektivnost' ispolzovaniya geomekhanicheskoy sistemy "gornyi massiv-ankernoe krepnenie" dlya povysheniya ustoychivosti gornyh vyработok* [Efficiency of use of the geomechanical "massif mass – roof bolting" system in order to improve stability of mine workings]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2014, No. 2, pp. 18-22. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022014.pdf> (accessed 15.06.2019).

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

**СДС
УГОЛЬ**

Подписано соглашение о сотрудничестве, направленное на развитие добывающей промышленности и тяжелого машиностроения России



В рамках Петербургского международного экономического форума 7 июня 2019 г. состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между Газпромбанком, Минпромторгом России, Правительством Кемеровской области – Кузбасса, Холдинговой Компанией «СДС» и УК «УЗТМ-КАРТЭКС».

Подписи под документом поставили министр промышленности и торговли России Денис Мантуров, губернатор Кемеровской области Сергей Цивилев, генеральный директор АО ХК «СДС» Михаил Федяев, председатель Правления Газпромбанка Андрей Акимов и президент УК «УЗТМ-КАРТЭКС» Ян Центрер.

Соглашение предусматривает ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности работы действующего горного оборудования производства УЗТМ и ИЗ-КАРТЭКС на базе производственной площадки холдинга «СДС», а также создание и выпуск в рамках программы импортозамещения новых образцов горнотранспортного и горношахтного оборудования. Стороны также договорились начать работу по организации совместного производства (локализация производства) отдельных узлов и деталей горного оборудования на предприятиях машино-

строительного комплекса СДС с целью расширения сервисной инфраструктуры по обслуживанию горной техники под маркой УЗТМ и ИЗ-КАРТЭКС в Кузбассе.

Как отметил президент Холдинговой Компании «СДС» **Михаил Федяев**, в частности, в рамках подписанного соглашения на предприятиях компании пройдут испытания экскаваторы ЭКГ-35 с вместимостью ковша 35 куб. м. «Это современные экскаваторы, которые необходимы для всей России, это реально импортозамещение. Это экскаваторы мирового уровня, которые мы планируем совместно с заводом «Уралмаш» довести до нужных эксплуатационных характеристик, чтобы они были равны иностранным аналогам. Эти экскаваторы уже выпускаются, но производственные испытания на угольных предприятиях в таком объеме они еще не проходили», – отметил президент АО ХК «СДС».

Сервисное предприятие СУЭК в Назарово осваивает ремонт крупногабаритных узлов для горной техники

ООО «Назаровское горно-монтажное наладочное управление», сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, осваивает ремонт крупногабаритных узлов для горной техники. Впервые на предприятии произведен капитальный ремонт опорной рамы для шагающего экскаватора ЭШ-10/70.

Технические характеристики этой машины впечатляют: масса экскаватора ЭШ-10/70 – около 700 т, высота – 10 м, ширина – 13 м, длина стрелы – 70 м, вместимость ковша – 10 куб. м. Габариты самой опорной рамы – 64 т веса и более 9 м в диаметре. На ремонтные площадки НГМНУ конструкция поступила в разобранном виде. Часть сегментов специалисты Назаровского ГМНУ заменили полностью: установили новый зубчатый венец, предназначенный для поворота платформы, два рельсовых круга, сплошные нижние и верхние металлические настилы, кольцевые и радиальные балки. После выполнения контрольной сборки в цехах Назаровского ГМНУ опорная рама была доставлена заказчику – на Тугнуйский разрез в Бурятии.

Добавим, за последние годы специалисты Назаровского ГМНУ успешно освоили ремонт и изготовление сразу нескольких узлов для экскаватора ЭШ-10/70, одного из



наиболее распространенных на предприятиях СУЭК. Сегодня в Назарово ремонтируют роликовые круги – за предложенную технологию ремонта в 2018 г. Назаровское ГМНУ награждено золотой

медалью престижной отраслевой выставки «Уголь России и Майнинг», выпускают венты для стрел горной машины, в работе у конструкторского отдела предприятия чертежи на самостоятельное изготовление стрел.

«Капитальный ремонт опорной рамы – очередной шаг к расширению наших возможностей», – отмечает руководитель Назаровского ГМНУ **Анатолий Зельский**. – *Сегодня на производственных площадях нашего предприятия находится еще одна опорная рама, привезенная из Кузбасса, на очереди – аналогичный заказ от Хакасии. А в перспективе мы планируем сами изготавливать этот крупногабаритный узел.*

Расширение спектра и объемов оказания услуг и выпуска продукции – часть стратегии СУЭК по развитию сервисных производств. В ближайшие годы в Назаровское ГМНУ будет инвестировано около полумиллиарда рублей, на 100 человек увеличится численность трудового коллектива, будут созданы дополнительные участки, что позволит предприятию уверенно наращивать портфель заказов и географию партнеров.

МУФТА ПРО

Мы предлагаем:

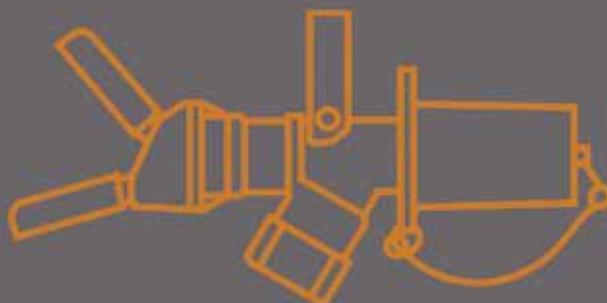
- Краны топливозаправочные
- Заправочные клапаны
- Вентиляционные клапаны
- Системы FFS PITBOSS для заправки карьерной техники
- Системы учёта топлива SAMPI S.p.A.
- Стационарные, мобильные и автотопливозаправщики со скоростью до 1500 л/минуту

Контакты:

ООО «МУФТА ПРО»
 тел.: +7 (499) 394 66 60
 e-mail: multapro@gmail.com
www.multapro.ru/
www.multapro.com



FAST FILL SYSTEMS



WIGGINS



FLOMAX

СИСТЕМЫ БЫСТРОЙ ЗАПРАВКИ

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует



АО ХК «СДС», Администрация Кузбасса и АО «ВИСТ Групп» подписали соглашение о сотрудничестве в сфере информационных технологий

7 июня 2019 г. на полях Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ-2019) Администрация Кемеровской области, АО ХК «СДС», АО «ВИСТ Групп» (входит в ГК «Цифра») подписали соглашение о сотрудничестве.



Подписи под документом поставили губернатор Кузбасса Сергей Цивилев, президент АО ХК «СДС» Михаил Федяев и генеральный директор АО «ВИСТ Групп» Дмитрий Владимиров.

Стороны договорились о сотрудничестве в рамках реализации проекта по внедрению роботизированной карьерной техники на предприятиях открытой добычи угля. Сотрудничество между сторонами будет осуществляться по ряду стратегических направлений, в числе которых: повышение эффективности угольной промышленности Кемеровской области за счет применения наилучших доступных высокоэффективных технологий и оборудования, обеспечение безопасности технологических процессов и улучшение экологической обстановки в регионе.

Как заявил губернатор Кузбасса **Сергей Цивилев**, «сегодня угольная отрасль использует все последние наработки в роботизации, использовании искусственного интеллекта. Сегодняшнее соглашение направлено на переход к управлению отрасли с использованием современных технологий.

На открытых горных работах будет использоваться роботизированная техника. Современный комплекс управления позволит достигать точности управления. Это впервые будет внедряться на предприятиях «СДС». Это направлено на повышение эффективности угольной отрасли.

Президент АО ХК «СДС» **Михаил Федяев** пояснил, что при поддержке Администрации Кузбасса данная программа будет запущена на разрезах компании уже в следующем году.

«Для «ВИСТ Групп» реализация проекта по внедрению роботизированной техники на угольных предприятиях Кузбасса - важный шаг на пути широкого применения роботизированных технологий в горнодобывающей промышленности. Необходимо не только продемонстрировать эффективность работы роботов в условиях горного производства, но и использовать технологии искусственного интеллекта для достижения значимых изменений в промышленности», - прокомментировал генеральный директор АО «ВИСТ Групп» **Дмитрий Владимиров**.

В ЦПиРП обсудили роль и место рабочей молодежи в Кузбассе

24 мая 2019 г. в актовом зале Центра подготовки и развития персонала (ЦПиРП) состоялась научно-практическая конференция «Роль и место рабочей молодежи в развитии Кузбасса».



Организаторами мероприятия, направленного на популяризацию деятельности молодежных организаций на производстве, выступили компания «СУЭК-Кузбасс» и Совет работающей молодежи Кузбасса при поддержке Департамента молодежной политики и спорта Кемеровской области.

*«По большому счету, задумка Совета работающей молодежи Кузбасса – объединить усилия, объединить интеллектуальные способности, объединить творческий молодежный потенциал, – отметил заместитель начальника департамента молодежной политики и спорта **Павел Плешкань**. – И я надеюсь, что мы движемся в правильном направлении, и Совет будет расти, обрастать большими интересными предприятиями и проектами».*

Работа велась по двум направлениям: «Роль Совета работающей молодежи в формировании кадровой политики компании» и «Современные формы в развитии молодежного движения на производстве». Экспертная группа в оценке докладов в первую очередь учитывала оригинальность и актуальность предложения, возможность

его реализации и то, какое влияние оно может оказать на улучшение кадровой политики компании. Не менее важный критерий – личный вклад участника, докладчика в разработку проекта. Всего на суд экспертов участниками было представлено десять работ.

По итогам конференции третье место досталось представителем компании «СУЭК-Кузбасс» Филимонову Артуру и Карпачевой Алене, презентовавшим успешно работающий проект «Молодежный научно-практический форум «Горная школа». Серебро с докладом «Формирование эколого-технического направления в структуре молодежной комиссии предприятия и развитие кадрового потенциала молодежи через экологическое просвещение» получил Павел Еличев, ведущий инженер эксплуатации газоочистных установок и аспирационных систем АО «Кузнецкие ферросплавы». Первое место заняла Екатерина Ткаченко, главный специалист управления по персоналу Кузбасского филиала «СГК», с работой «Энергия молодых».

Как отметили сами участники конференции, им удалось не только поделиться собственными идеями проектов, но и узнать, как работают Советы молодежи на других предприятиях, и перенять положительный опыт коллег.



В АО «Разрез Харанорский» очередное пополнение в автопарке БелАЗов

31 мая 2019 г. в АО «Разрез Харанорский», входящем в состав СУЭК, торжественно запустили в эксплуатацию новый автосамосвал БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т.

БелАЗ-75306 - карьерный самосвал, предназначенный для транспортировки горной массы в разрыхленном состоянии по технологическим дорогам на открытых разработках полезных ископаемых с различными климатическими условиями. В самосвале предусмотрено устройство электромеханической трансмиссии. Для создания тягового усилия применяют электромотор, установленный в ходовую систему.

Две системы тормозов - это «динамика», торможение производится электродвигателем, и только когда скорость упадет до самого минимума, гидравлический тормоз, как у всех обычных авто. Есть еще и стояночный тормоз - обычный ручник. На каждом колесе у БелАЗа стоит по 4 суппорта, соответственно по 8 колодок, что делает работу на нем гораздо комфортнее и безопаснее.

Это второй БелАЗ из пяти планируемых для вскрышного комплекса, который уже запустили в работу.

Начальник технологической колонны **Геннадий Чернолихов** комментирует поступление новой техники: *«Мы запустили второй БелАЗ из вскрышного комплекса, который поступил к нам на предприятие. С приходом новой техники мы планируем еще больше повысить объемы производства и улучшить производительность».*



На разрезах компании «СУЭК-Кузбасс» внедряется техника мирового уровня



На разрезе «Заречный-Северный» (Разрезоуправление «СУЭК-Кузбасс») введен в эксплуатацию новый гидравлический гусеничный экскаватор Komatsu PC-4000 типа прямая лопата.

Экскаватор приобретен в целях технического оснащения разреза «Заречный-Северный». Данное оборудование уже знакомо открытчикам – первый такой экскаватор поступил в середине 2018 года на разрез «Заречный».

Для создания комфортных условий труда предусмотрена удобная кабина с большим передним окном, установленная на вязкостных опорах, что позволяет снизить уровень шума и вибрации. Помимо этого, кабина оснащена комплексной системой климат-контроля с фильтрацией и кондиционированием воздуха, усовершенствованным регулируемым сидением с пневматической подвеской.

Работать на новой технике будет специально сформированная экскаваторная бригада под руководством Максима Попова. В ее состав вошли лучшие сотрудники предприятия.

На торжественном вводе в эксплуатацию нового экскаватора директор Разрезоуправления «СУЭК-Кузбасс» **Александр Кацубин** вручил каждому члену новой бригады памятный сувенир и отметил, что компания СУЭК уделяет пристальное внимание развитию как вскрышных, так и добычных работ. Для этой цели приобретается техника самых производительных, надежных и безопасных мировых образцов.



Горняки шахты «Листвяжная» в конце мая 2019 г. выдали на-гора 130-миллионную тонну угля со дня основания предприятия.

Почетное право добыть юбилейную тонну было доверено очистной бригаде Сергея Голубина (участок № 4, начальник Николай Кузьмин). Коллектив ведет отработку лавы № 819 пласта «Сычевский – I» очистным механизированным комплексом, состоящим из очистного комбайна SL-500, лавного конвейера АНЖЕРА-38 и механизированной крепи ZY-6800/18/38. Среднесуточная нагрузка на забой в лаве № 819 составляет от 10 до 12 тыс. т.

Шахта «Листвяжная» начала свою историю в 1956 г. В состав АО ХК «СДС-Уголь» предприятие вошло в начале 2011 года с проектной мощностью 3,7 млн т угля в год. Благодаря реализации масштабной программы технического перевооружения проектная мощность шахты была увеличена до 6,1 млн т угля в 2013 г., и уже в 2014 г. шахтеры Листвяжной выдали на-гора рекордные 6 млн т «черного золота».

*«Рекордные 6 миллионов – это пока максимальный результат за всю историю предприятия, и мы не намерены останавливаться на достигнутом, – комментирует генеральный директор шахты **Сергей Иванович Махраков**. – В настоящее время предприятие перешло на новые поля и начало отработку пластов «Сычевский – I», «Сычевский – II» и «Красногорский». Грамотные проектные решения, хорошее техническое оснащение вкупе с высокопрофессиональным горняцким коллективом позволят предприятию стабильно и эффективно работать еще многие годы, показывая высокие производственные результаты!».*

Для работы на новом участке недр был сдан в эксплуатацию вентилятор главного проветривания, ведется внедрение пневмоколесной техники для транспортировки оборудования и материалов по выработкам шахты. Весь добытый уголь перерабатывается на обогатительной фабрике, благодаря чему предприятие поставляет потребителям высококачественную угольную продукцию с высокой калорийностью.

В 2014 г. коллектив ООО «Шахта «Листвяжная» был признан лучшим угледобывающим предприятием с подземной добычей угля в Кузбассе. По итогам октября 2015 г. проходческий коллектив Павла Михеева установил всероссийский рекорд по проведению подземных горных выработок, достигнув показателя 1100 м/мес. А в 2018 г. по итогам месяца безопасного высокопроизводительного труда, посвященного профессиональному празднику «День шахтера» бригада Героя Кузбасса Павла Михеева установила мировой рекорд по проходке горных выработок, пройдя 1650 м.





СУЭК подписала Меморандум о взаимопонимании с NEXI

АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) и Nippon Export and Investment Insurance (NEXI) 6 июня 2019 г. в рамках XXIII Петербургского международного экономического форума подписали Меморандум о взаимопонимании.

Меморандум подписали генеральный директор АО «СУЭК» Владимир Рашевский и президент NEXI Масафуми Накада.

Меморандум описывает общие рамки сотрудничества между СУЭК и NEXI, в частности, с целью поиска возможностей для развития бизнеса, экономики, финансов и полити-



ки для взаимовыгодного сотрудничества. Стороны выразили уверенность, что соглашение не только расширит и углубит сотрудничество между СУЭК и NEXI, но также и отношения между Российской Федерацией и Японией.

Наша справка.

Nippon Export and Investment Insurance (NEXI) (www.nexi.go.jp/en/) – государственное экспортное агентство Японии. Его целью является поддержка экспорта и зарубежной экспансии японских компаний путем предоставления страхования экспортных кредитов, страхования инвестиций и других видов страховых продуктов.

СУЭК получила от JBIC и коммерческих банков кредитную линию в размере 50 млн дол. США для покупки японской горнодобывающей техники

14 июня 2019 г. СУЭК подписала соглашение с Японским банком международного сотрудничества (JBIC) об открытии экспортной кредитной линии для покупки компанией СУЭК японской горнодобывающей техники.

Кредит на сумму до 50 млн дол. США будет финансироваться JBIC и коммерческими банками. Японское государственное агентство по экспортному кредитованию NEXI обеспечивает страхование кредита в части, финансируемой коммерческими банками. Токийский филиал Ситибанка выступает в качестве агента по сделке.

Напомним, 6 июня 2019 г. СУЭК и NEXI подписали Меморандум о взаимопонимании.

Николай Пилипенко, главный финансовый директор СУЭК, прокомментировал: «Мы рады продолжить и расширить наше сотрудничество с японскими государственными агентствами и финансовыми институтами. СУЭК активно взаимодействует с японскими компаниями. Мы продаем нашу продукцию японским покупателям. Мы импортируем японское оборудование и материалы. Мы получаем финансирование от японских банков. Подписание этого соглашения позволит нам изучить и реализовать дальнейшие возможности для взаимовыгодного сотрудничества не только между нашими организациями, но и между нашими странами».

Минприроды России и СУЭК запустили проект по корпоративному заповедному волонтерству на Дальнем Востоке

На острове Петрова и озере Ханка (Приморский край) завершились первые смены заповедного волонтерского проекта «Стань Участником Эко Команды». Проект корпоративного волонтерства в заповедниках и национальных парках реализуется Минприроды России совместно с АО «СУЭК» и АНО «Экспоцентр «Заповедники России».

В рамках пилотного сезона «Стань Участником Эко Команды» 24 сотрудника СУЭК летом и осенью 2019 г. поедут в качестве волонтеров на заповедные территории Дальнего Востока. СУЭК предоставляет этим территориям дополнительное финансирование, помогая развивать природоохранные проекты.

География проекта включает в себя: озеро Ханка (заповедник «Ханкайский»), остров Петрова (Объединенная дирекция Лазовского заповедника и национального парка «Зов тигра»), мыс Столбчатый (заповедник «Курильский»), долину реки Анюй («Заповедное Приамурье»), Ленские столбы, Долину гейзеров (Кроноцкий заповедник), долину реки Бикин (национальный парк «Бикин»), Командорские острова (Командорский заповедник имени С.В. Маракова),



экологический маршрут «Тропой леопарда» (национальный парк «Земля Леопарда»), кальдере вулкана Узон (Кроноцкий заповедник). Проект будет проходить с июня по октябрь 2019 г.

Волонтерский десант на озеро Ханка уже вернулся из первого путешествия. На кордоне Восточный Ханкайского заповедника сотрудники СУЭК оказали помощь в ликвидации последствий наводнения, которое в прошлом году разрушило часть инфраструктуры. Кроме того, посетили музеи, экоцентр заповедника, прошли с экскурсиями по территории.

Команда СУЭК, работавшая на острове Петрова (Объединенная дирекция Лазовского заповедника и национального парка «Зов тигра»), завершила уборку мусора на побережье острова Петрова и в бухте Песчаная, а также побывала в Музее природы заповедника и нашла на территории следы амурского тигра.

20 июня стартовала экспедиция на мыс Столбчатый (заповедник «Курильский»). Волонтеры СУЭК будут ставить там информационные таблички-аншлаги, которые помогут ориентироваться туристам.

Пополнение в автопарке самосвалов АО «Разрез Харанорский»

В АО «Разрез Харанорский» в июне 2019 г. торжественно запустили в эксплуатацию уже третий по счету в этом году автомобиль БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т. Этот самосвал, как и два предыдущих БелАЗа, уже приступивших к работе на разрезе, является частью масштабного технического перевооружения предприятия.



БелАЗ-75306 № 203 оснащен двигателем модели CUMMINS QSK 60-C. Двигатель – дизельный, четырехтактный с V-образным расположением цилиндров, электронной системой управления, не-

посредственным впрыском топлива, газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха соответствует требованиям по выбросу токсичных веществ Tier1.

В нем также имеется специальное оборудование: система пожаротушения, предпусковой подогреватель, отопительно-кондиционерный блок, что позволяет сделать работу более комфортной и безопасной.

«Сегодня мы торжественно запустили третий из пяти самосвалов, которые поступают к нам в этом году в рамках программы технического перевооружения предприятия «Разрез Харанорский». Все БелАЗы будут работать на благо нашего предприятия и компании в целом, повышать производительность труда и добиваться новых трудовых побед», отметил заместитель генерального директора по производству (транспорту) АО «Разрез Харанорский» **Петр Габидулин**.



Правительство Кемеровской области – Кузбасса и АО ХК «СДС-Уголь» подписали соглашение о социально-экономическом сотрудничестве



Губернатор Кузбасса Сергей Цивилев и председатель Совета директоров АО ХК «СДС-Уголь» Михаил Федяев 29 июня 2019 г. подписали Соглашение о социально-экономическом сотрудничестве на 2019 год.

Правительство Кузбасса и холдинг «СДС-Уголь» определили ряд мероприятий, которые будут реализованы в целях создания благоприятных условий для социально-экономического развития области, совместной реализации социальных программ, эффективного использования инвестиционных ресурсов.

В соглашении зафиксирован объем инвестиций, которые АО ХК «СДС-Уголь» направит в 2019 г. на развитие производства – почти 3,3 млрд руб. Особое внимание в соглашении уделено вопросам обеспечения промышленной безопасности и охраны труда – затраты компании на эти цели превысят 500 млн руб. Важное место в соглашении занимает экологическое направление в рамках реализации концепции «Чистый уголь = Зеленый Кузбасс».

273 млн руб. пойдет на реализацию программ в сфере здравоохранения, образования и культуры на территории Кемеровской области – Кузбасса.

133 млн руб. будет направлено на социальные выплаты пенсионерам и трудящимся в рамках выполнения Федерального отраслевого соглашения. Кроме того, в 2019 г. более 40 млн руб. компания на-



правит на бесплатное обеспечение молоком сотрудников предприятий и пенсионеров.

Почти 350 тыс. т угля будет поставлено для коммунально-бытовых нужд области, а малообеспеченным кузбассовцам будет предоставлен благотворительный сортовой уголь в объеме 2,2 тыс. т.

АО ХК «СДС» заключило соглашение о социально-экономическом сотрудничестве с Правительством Кузбасса на 2019 год

АО ХК «СДС» в лице президента компании Михаила Федяева и Правительство Кемеровской области – Кузбасса в лице губернатора Сергея Цивилева заключили соглашение о социально-экономическом сотрудничестве на 2019 год.

В рамках соглашения стороны обязуются сотрудничать в вопросах развития отраслей экономики Кузбасса, решать комплекс социально-экономических проблем, связанных с надежным функционированием предприятий ХК «СДС», с обязательным соблюдением требований законодательных и нормативных актов, касающихся вопросов промышленной безопасности. Соглашение нацелено на создание благоприятных условий для привлечения и эффективного использования инвестиционных ресурсов, содействие стабилизации социально-экономического развития Кузбасса.

ХК «СДС» на развитие производства в 2019 г. обеспечит инвестиционные вложения в размере более 1 млрд руб., в том числе в модернизацию и переоснащение объектов ЖКХ – 750 млн руб. 92 млн руб. будет направлено на финансирование мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и охраны труда.

На реализацию социальных программ для работников и пенсионеров компания направит 141 млн руб., на финансирование социально-значимых мероприятий муниципальных образований Кузбасса – 8,35 млн руб. и еще 57,9 млн руб. – на оказание содействия реализации государственных программ в сфере здравоохранения, образования и культуры. Кроме того, компания планирует профинансировать объемы жилищного строительства и сноса ветхих (аварийных) домов и обеспечить ввод 52 195 кв. м жилья.

На предприятиях компании «СДС-Уголь» началась предпраздничная трудовая вахта

В АО ХК «СДС-Уголь» дан старт традиционному Месячнику безопасного высокоэффективного труда, посвященного Дню шахтера. В трудовую вахту включились коллективы разрезов, шахт и обогатительных фабрик компании.

В течение июля 2019 г. специалисты компании выявят сильнейших в конкурсах профессионального мастерства «Лучший по профессии», а главной задачей для коллективов предприятий станет обеспечение минимальных удельных затрат ресурсов в каждом производственном процессе на каждом рабочем месте. Ключевыми критериями оценки станут безаварийная работа и строгое соблюдение норм промышленной безопасности и охраны труда.

*«Это сегодня наиважнейшая задача для каждого из нас, – отметил генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь» **Геннадий Алексеев** вручая почетные наряды. – Я уверен, что коллективы предприятий сделают все от них зависящее, чтобы с честью выполнить поставленные перед ними производственные задачи. Поздравляю многотысячный коллектив компании «СДС-Уголь» с выполнением всех плановых показателей первого полугодия и желаю успехов в выполнении планов июля и третьего квартала текущего года!».*

Итоги Месячника безопасного высокоэффективного труда в компании традиционно подведут в канун Дня шахтера. Победители и призеры будут награждены на торжественном приеме в честь профессионального праздника.

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

Работники АО ХК «СДС-Уголь» выпустили в кузбасские реки мальков пеляди и нельмы

Экологи АО «Черниговец» и АО «Салек» (АО ХК «СДС-Уголь») выпустили в реку Томь более трехсот тысяч полугодовалых мальков нельмы и пеляди.

Работы по искусственному воспроизводству популяции пеляди и нельмы традиционно проводятся в теплое время года совместно с инспекторами Федерального агентства по рыболовству. Зарыбление водоемов – систематическая работа, проводимая в рамках экологической политики компании «СДС-Уголь» и концепции «Чистый уголь = Зеленый Кузбасс». Таким образом, предприятия не только выполняют свои обязательства в области охраны окружающей среды, но и демонстрируют неравнодушное отношение угольщиков к проблемам экологии и восполнению водных биологических ресурсов Сибирского региона.

*«Деятельность человека ведет к сокращению популяции рыбы в реках, и без искусственно-го воспроизведения этот процесс не остановить, – рассказала **Любовь Тургенева**, начальник управления по охране окружающей среды АО ХК «СДС-Уголь». – Понимая это, компания «СДС-Уголь» ежегодно направляет значительные средства на сохранение рыбного поголовья, что является весомым вкладом угольщиков Сибирского Делового Союза в охрану окружающей среды Кузбасса».*

Специалисты Федерального агентства по рыболовству отметили, что выбор водоема (река Томь, недалеко от г. Северска), где на этот раз были выпущены мальки, не случаен: «Молодняк выпускают в местах, где имеются самые подходящие условия для доращивания мальков и их успешной адаптации к среде обитания. Благодаря такому подходу практически все мальки выживают и приспособляются к новым местам обитания, чтобы отправиться на нерест в кузбасские реки», – пояснил **Евгений Малыщенко**, врио начальника отдела государственного контроля, надзора и охраны водных биоресурсов и среды их обитания Верхнеобского территориального управления Федерального агентства по рыболовству.

Напомним, что в компании «СДС-Уголь» действует система экологического менеджмента, сертифицированная на соответствие требованиям международного стандарта ISO 14001:2004.

Система ООПТ Кемеровской области как фактор смягчения воздействия угледобычи на биоразнообразии

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-89-94>

Сохранение биоразнообразия является объектом внимания Национального проекта «Экология», суть которого заключается в разработке новой экологической промышленной политики государства, совершенствовании природоохранного законодательства РФ, а также в участии бизнеса в сохранении биоразнообразия. В статье поднята проблема системного сохранения биоразнообразия в особо охраняемых природных территориях как условия экологического благополучия Кемеровской области и устойчивого развития угледобычи в Кузбассе. Представлена перспективная схема особо охраняемых природных территорий (ООПТ) региона, которая проходит согласование на региональном уровне. Однако для эффективного сохранения природной среды этих мер недостаточно, и поэтому авторами статьи предлагается внести поправки в федеральное законодательство и принципы выдачи разрешений на недропользование. Отмечается необходимость начать формирование для бизнеса понятия «биоразнообразии» как фактора реального риска и одновременно возможностей для устойчивого развития производства.

Ключевые слова – угледобывающая промышленность, биологическое разнообразие, особо охраняемые природные территории, устойчивое развитие угледобычи.



МАНАКОВ Юрий Александрович
Доктор биол. наук,
заведующий лабораторией
экологической оценки
и управления биоразнообразием
Федерального
исследовательского центра
угля и углехимии СО РАН,
650065, г. Кемерово, Россия,
e-mail: labrek@yandex.ru



КУПРИЯНОВ Олег Андреевич
Канд. биол. наук,
научный сотрудник
лаборатории экологической
оценки и управления
биоразнообразием
Федерального
исследовательского центра
угля и углехимии СО РАН,
650065, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kuproa@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная добыча угля в Кузбассе ведется уже более 100 лет. За это время были изменены первоначальный ландшафт Кузнецкой котловины и предгорные районы области, где располагается основная часть Кузнецкого угольного бассейна. Особенно высокая нагрузка на экосистемы региона пришлась на начало текущего века в связи с модернизацией угольных предприятий, высокими темпами роста производства угля, переходом на открытый способ добычи. Эпицентр угледобычи из Прокопьевско-Киселевского геолого-экономического района (ГЭР) постепенно переместился в Караканский, Талдинский и Ерунаковский районы. На очереди разработка новых месторождений в других ГЭР, расположенных главным образом на ненарушенных природных территориях в предгорьях Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаирского кряжа – Терсинского, Бунгуро-Чумышского, Кондомского и Титовского. Стратегией развития Кузбасса предусмотрен рост годовой добычи угля к 2035 г. на 128,5 млн т, и будет составлять порядка 370 млн т, это более, чем на 50% превышает современный уровень добычи [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

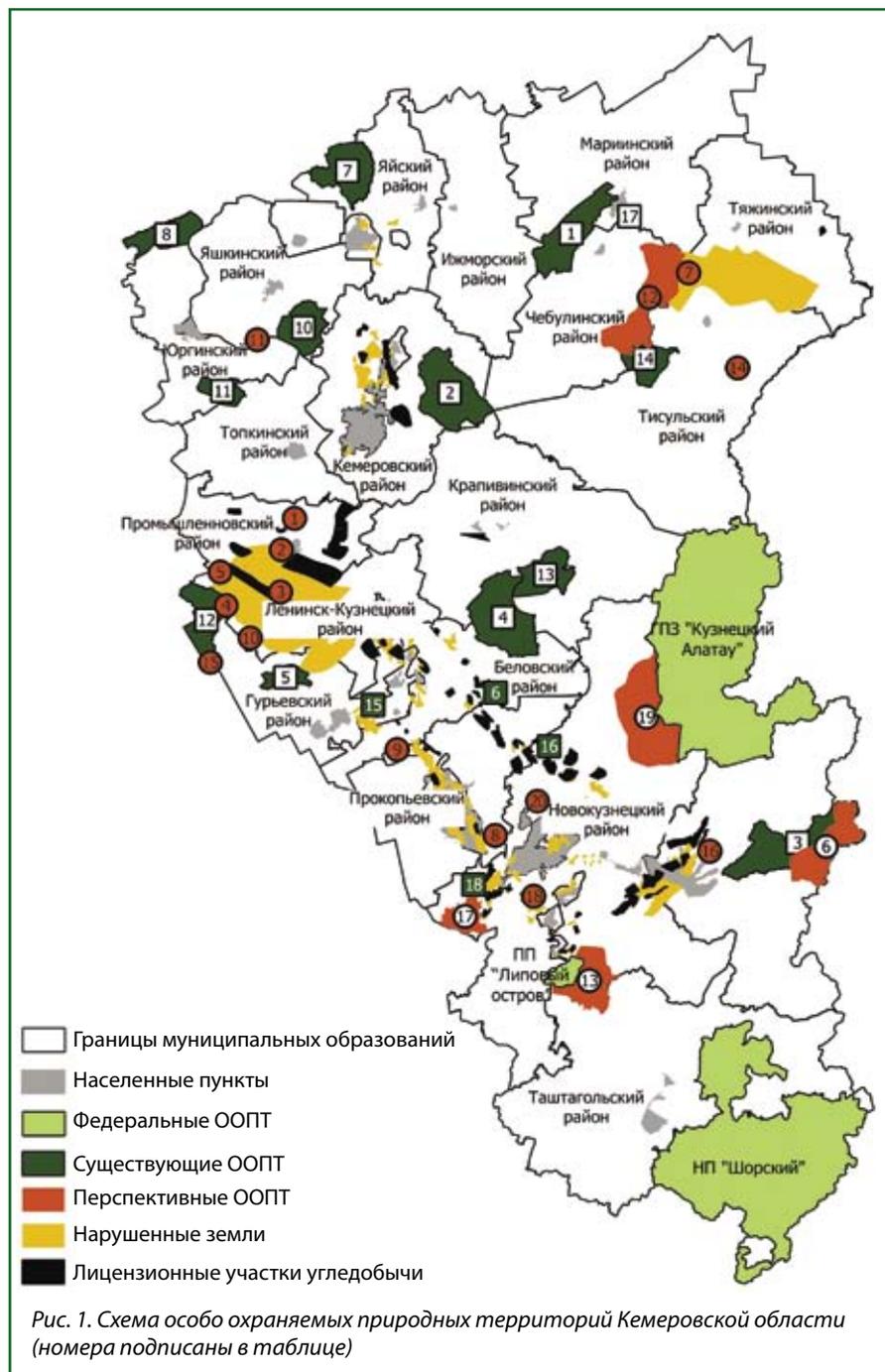
В Кемеровской области представлены особо ценные экосистемы, которые характеризуются большим разнообразием в силу расположения в разных природно-климатических зонах горно-котловинного рельефа области. На территорию будущих горных работ попали реликтовые липовые леса, русла крупных рек Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаирского кряжа, а также степные, водно-болотные и солонцовые местообитания Кузнецкой котловины [2].

Небольшие по площади реликтовые и своеобразные экосистемы могут быть сравнительно быстро уничтожены при расширении угледобычи. Ныне действующий государственный механизм распределения участков недр разрешает добывать полезные ископаемые, несмотря на доказанную биологическую ценность территорий. К

тому же применяемые технологии открытой добычи не позволяют эффективно сохранять биоразнообразие и ведут к уничтожению и фрагментации природных участков. Более того, ФЗ «О недрах» прямо запрещает компаниям оставлять нетронутыми запасы в границах лицензионного участка. Среди перечисленных оснований (статья 20) для прекращения права пользования недрами нет ни одного, отводящего угрозу уничтожения биологических объектов [3]. Это значит, что в Российской Федерации биоразнообразие в сравнении с полезными ископаемыми обесценено, несмотря на все ратифицированные международные документы в сфере охраны природы (КБР, СИТЕС). Поэтому в местах залежей полезных ископаемых создание ООПТ законодательно запрещено. Без согласования территориального отделения Роснедра создать ООПТ невозможно.

Современный мир стремительно меняется, и сейчас среди широкой общественности начинает доминировать единое экологическое мировоззрение, которое выражается в приятии пределов экономического роста, равновесия с природой и анти-антропоцентризмом [4]. В мировой повестке на ближайшие 10 лет намечены 17 целей устойчивого развития (ЦУР), в которых предполагается стремление преобразовать наш мир в плане повышения общего благополучия и улучшения состояния окружающей среды. Чтобы остановить деградацию биосферы человечество должно сохранить все оставшиеся природные экосистемы, нарушенные – восстановить, уничтоженные – скомпенсировать в равном или большем эквиваленте [5]. Однако в российских реалиях до сих пор в приоритете находится недропользование. Особенно остро вопросы сохранения биоразнообразия и природных ландшафтов стоят в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью.

В последнее десятилетие развитие системы ООПТ в Кемеровской области происходит по принципу упреждения уничтожения природных территорий в пределах Кузнецкого угольного бассейна. Однако отсутствие региональной программы сохранения биоразнообразия сильно затрудняет развитие системы ООПТ. На одну созданную ООПТ приходится 5-8 выданных лицензий на недропользование. Площадь этих ООПТ не имеет такого значения, как сам факт создания государственной защиты биологически значимой территории в районе разработки полезных ископаемых.



**Характеристика территорий, включенных и предлагаемых
в региональную систему ООПТ Кемеровской области**

Существующие ООПТ			Планируемые ООПТ		
Номер	Название	Площадь, га	Номер	Название	Площадь, га
Федеральные ООПТ			Региональные ООПТ		
	ГПЗ «Кузнецкий Алатау»	412 900	1	Уфимцево	1 365
	НП «Шорский»	338 000	2	Камышевый	71
	Памятник природы «Липовый остров»	11 486	3	Пруд Пушкино	150
Региональные ООПТ			4	Ваганово	48
1	Антибесский заказник	47 700	5	Калтышино	650
2	Барзасский заказник	62 500	6	Поднебесные Зубья	44 700
3	Бельсинский заказник	78 400	7	Сертинская лесостепь	950
4	Бунгарапско-Ажандаровский заказник	63 400	8	Увалы Лучшево	1 500
5	Горский заказник	13 000	9	Артышта	177
6	Караканский заказник	1 115	10	Кокуйское болото	560
7	Китатский заказник	48 000	11	Скалы у Новороманово	95
8	Нижне-Томский заказник	28 500	12	Кийские Просторы	66 320
10	Заказник «Писанный»	29 400	13	Заказник «Реликтовый»	39 100
11	Раздольный заказник	14 100	14	Тамбарское болото	1 570
12	Салаирский заказник	37 700	15	Золотая тайга	3 280
13	Салтымаковский заказник	31 700	16	Усинское болото	240
14	Чумайско-Иркутяновский заказник	23 900	17	Чумышский	20 000
15	Заказник «Бачатские сопки»	709	18	Таргайский	1265
16	Заказник «Черновой Нарык»	288	19	Терсинский	78 600
17	Заказник «Арчекасский кряж»	1 600	20	Новоильинский	800
18	Памятник природы «Костенковские скалы»	80			

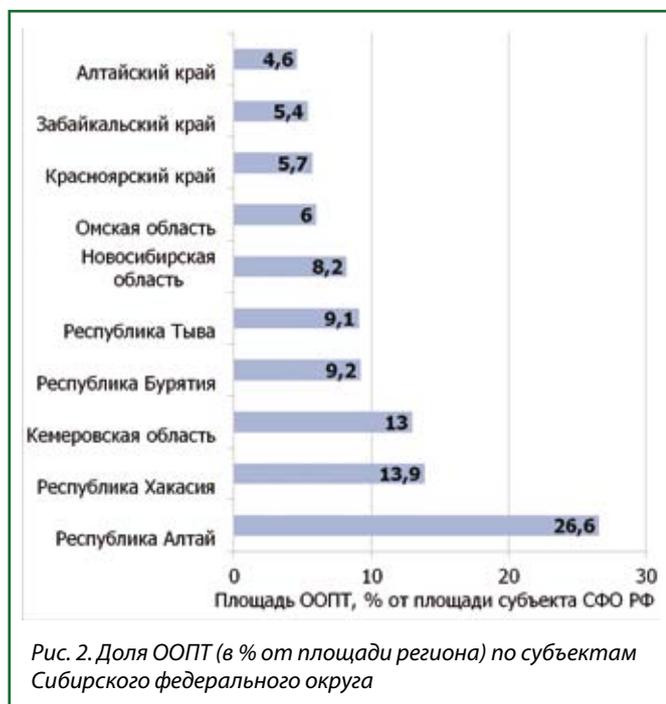


Рис. 2. Доля ООПТ (в % от площади региона) по субъектам Сибирского федерального округа

Наличие информации о размещении ключевых ботанических территорий (КБТ) и угольных предприятий в базах данных геопортала [6] помогло выявить зоны угроз и создать четыре региональных заказника (Караканский, Бачатские сопки, Арчекасский кряж, Черновой Нарык), три памятника природы (Чумайский бухтай, Костенковские скалы, Кузедеевский) общей площадью 2,5 тыс. га (рис. 1). Три из них созданы с участием кузбас-

ских угольных компаний «КТК», «СДС-Уголь», ООО «Ресурс» в качестве предотвращения или компенсации негативного воздействия на биоразнообразие [7, 8].

К настоящему моменту в Кемеровской области организовано 26 ООПТ: федерального значения – 3 (762,4 тыс. га, или 8%), регионального значения – 20 (483 тыс. га, или 5%), местного значения – 3 (менее 1 тыс. га).

Общая площадь существующих ООПТ Кемеровской области составляет порядка 1 245 400 га, или 13% от площади региона. Несмотря на относительно небольшую территорию Кемеровской области, доля ООПТ региона составляет третий результат по СФО (выше у Республик Горный Алтай – 26,6% и Хакасия – 13,9%) (рис. 2).

В начале 2019 г. по инициативе Администрации Кемеровской области создан перспективный перечень природных территорий для исключения из хозяйственной деятельности. В новый список вошли 12 КБТ и четыре озерных экосистемы в Промышленновском районе и две территории для развития туризма (см. таблицу). В настоящее время схема развития региональной системы ООПТ прошла согласование в Кузбасснедра, подготовлены документы по изменению схемы территориального планирования области на рассмотрение Коллегией Администрации Кемеровской области. Также готов проект Постановления о Концепции развития и размещения ООПТ КО. Вступление в силу этих двух документов позволит зарезервировать земельные участки для организации ООПТ в среднесрочной перспективе. Включение новых территорий в региональную систему ООПТ обеспечит увеличение площади на 260 тыс. га, и доля охраняемых природных территорий в Кемеровской области достигнет величины 15%.

Достаточно ли принимаемые меры для сохранения экологического баланса на территории Кузбасса и сохранения биоразнообразия? С одной стороны, это позволит создавать ООПТ в плановом порядке. Но с другой – есть ряд причин сомневаться в устойчивом развитии угледобычи региона.

1. Большая часть ООПТ имеет очень небольшой размер площади.

2. Не прошли согласование значимые природные территории, на которые уже выданы лицензии (пойменная часть реки Иня, «Липовый остров»). Горная добыча приведет к локальным катастрофам с полным уничтожением богатого и уникального разнообразия.

3. Часть уязвимых природных участков находится на месте перспективных месторождений, и создание там ООПТ в настоящее время также невозможно (в междуречье Средней и Нижней Терсей, восточный макросклон Салаирского кряжа).

4. Угольные компании по-прежнему не имеют права пересматривать планы горных работ в пределах лицензионного участка для управления биоразнообразием.

5. В проекты рекультивации нарушенных земель предприятия не обязаны включать наилучшие доступные технологии по восстановлению биоразнообразия в соответствии с ГОСТ Р № 57446-2017.

6. Часть видов позвоночных и беспозвоночных животных, занесенных в Красную книгу, активно используют место обитания в агроценозах, которые также вовлекаются в угледобычу без исключения особо ценных сельскохозяйственных угодий.

7. Аукционная продажа месторождений целиком ведет к тому, что плотно работающие предприятия разных собственников объективно не могут выполнять природоохранные мероприятия, потому что согласованные действия нереальны, а аккумулятивное воздействие трудно персонализировать.

В настоящее время в рамках Национального проекта «Экология» утвержден Федеральный проект «Сохранение биоразнообразия и развитие экологического туризма», целью которого является привлечение бизнес-компаний к сотрудничеству. Одной из главных задач является создание национальной платформы «Бизнес и Биоразнообразие» для методической и информационной поддержки компаний энергетического сектора [9]. Однако без законодательной защиты биоразнообразия никакие природоохранные инициативы бизнеса не будут носить системный характер, и все будет происходить как разовые пиар-акции или благотворительность.

В пределах компетенции региональных властей находится разработка программ развития угольной промышленности и сохранения биоразнообразия Кемеровской области. Данная программа должна содержать планы, сроки открытия новых предприятий, а также объемы финансирования природоохранных мероприятий всех угольных компаний. Необходимо предусмотреть не только оптимальные схемы отработки месторождений, но и строгие ограничения для соблюдения экологического баланса, в том числе за счет сохранения природ-

ных территорий. Балансовые запасы месторождений каменного угля должны быть либо пересчитаны с учетом размещения перспективных ООПТ, либо перенесены на их разработку на более поздний срок (после восстановления смежных нарушенных участков). Как известно, дешевле не допустить уничтожения биоразнообразия и экосистем, чем восстановить их после разрушения природной основы.

Поэтому сейчас, когда наилучшие доступные технологии по рекультивации еще не вполне разработаны, а утвержденные НДТ пока не получили массового применения и нет наработанных технологических схем, рациональнее предотвратить крупноплощадное уничтожение природных ландшафтов, особенно в тех районах, которые имеют важное значение для существования уникальных экосистем и качества воды в реках, запретить проведение горных работ в местах нахождения:

- крупных предприятий АПК;
- туристических объектов;
- охотничьих угодий;
- крупных населенных пунктов;
- сосредоточения биологического разнообразия.

В данном контексте было бы полезно вернуть участие региональных властей в согласовании участков недр для добычи полезных ископаемых (принцип двух ключей).

В условиях несовершенного природоохранного законодательства, которое находится в России на стадии реформирования, угольным компаниям нелегко менять привычный стиль работы. До сих пор у представителей крупного и среднего бизнеса не выработалось четких экологических императивов. Причинами такого безразличия является, с одной стороны, отсутствие финансовых рисков при уничтожении биоразнообразия, а с другой – отсутствие государственных мер поддержки и стимулов проводить природоохранные мероприятия.

В этой ситуации экологически ориентированный бизнес попадает в рискованное положение из-за снижения конкурентоспособности с менее ответственными участниками угольного рынка. Это касается не только общего повышения экологических затрат из прибыли и увеличения себестоимости продукции, но и согласования природоохранных мероприятий с Росприроднадзором. Отсутствие правовой практики, недостаток опыта и знаний у сотрудников федерального контрольного ведомства задерживают на долгие месяцы согласование документов корпоративного управления биоразнообразием, не давая собственнику возможности развивать предприятие законным путем.

В итоге можно сделать вывод о том, что большая часть недропользователей старается не включать вопросы сохранения биоразнообразия в свою деятельность, так как это создает дополнительные неоправданные риски с высокой вероятностью возникновения технических и финансовых проблем. Поэтому говорить об устойчивом развитии горной добычи в России преждевременно. Биоразнообразие по-прежнему не является фактором риска для добывающих компаний и ими не сохраняется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не упуская из виду разработку региональных программ социально-экономического развития и сохранения биоразнообразия [2], необходимо все же сделать акцент на мерах государственной поддержки социально ориентированного бизнеса. Предлагаются только некоторые механизмы и стимулы, которые, на наш взгляд, способствуют формированию для российского бизнеса понятия «биоразнообразия» как фактора риска и фактора дополнительных возможностей с целью устойчивого развития производства.

1. Включить в ФЗ «О недрах» статью об управлении, сохранении и восстановлении биоразнообразия. Разрешить размещать ООПТ (в том числе и временно) на участках недр с целью недопущения сплошного разрушения природных ландшафтов и ослабления их буферных, экологических и прочих функций.

2. Шире внедрять распределение участков недр на конкурсной основе, где предусмотреть региональные предложения по исполнению экологических обязательств претендентами с обязательным включением в условия лицензионных соглашений.

3. Перед разработкой месторождения в обязательном порядке проводить комплексную геоэкологическую оценку территории с выявлением комплекса техногенных угроз, применения наилучших способов разработки угольных пластов для снижения аккумулятивного эффекта, разработки необходимых природоохранных и социальных мероприятий.

4. Ввести налоговые льготы, включая налоговый вычет для ответственных компаний.

5. Повысить эффективность государственного экологического надзора путем проведения регулярных проверок предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых на природных участках, с целью выявления нарушения природоохранного законодательства РФ в части предотвращения ущерба биоразнообразию.

6. Обеспечить выдачу комплексных экологических разрешений промышленным компаниям при условии наличия утвержденных корпоративных программ сохранения биоразнообразия и применения НДТ по рекультивации нарушенных земель и восстановлению биоразнообразия.

Совокупный положительный эффект будет заключаться в повышении устойчивости горнодобывающей промышленности – в сохранении уникальных природных

экосистем, снижении негативного воздействия на население и биоразнообразие региона, обеспечении взаимопонимания между жителями, бизнесом и органами власти.

Список литературы

1. Копытов А.И., Шаклеин С.В. Направления совершенствования стратегии развития угольной отрасли Кузбасса // Уголь. 2018. № 5. С. 80-86. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/052018.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
2. Манаков Ю.А., Куприянов А.Н., Копытов А.И. Добыча каменного угля в аспекте устойчивого развития региона // Уголь. 2018. № 9. С. 89-94. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/052018.pdf> (дата обращения: 15.06.2019).
3. Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1 (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/ (дата обращения: 15.06.2019).
4. Chenyang Xiao, Jan Buhrmann. The Structure and Coherence of the New Environmental Paradigm: Reconceptualizing the Dimensionality Debate // Human Ecology Review. 2017. Vol. 23. N 1. Pp. 179-198.
5. A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions / P. Pradhan, L. Costa, D. Rybski, W. Lucht, J.P. Kropp // Earth's Futures. 2017. N 5. Pp. 1-10. doi: 10.1002/2017EF000632
6. Информационно-аналитическая система сохранения биоразнообразия горнопромышленного региона / Е.Л. Счастливцев, Н.И. Юкина, И.Е. Харлампенков, П.В. Сидоренко // Проблемы недропользования. 2016. № 1. С. 89-93.
7. Опыт снижения негативного влияния на окружающую среду в зоне эксплуатации угольных предприятий АО ХК «СДС-Уголь» / Ю.А. Манаков, В.И. Ефимов, Т.В. Корчагина, Л.А. Тургенева // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 30-35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-snizheniya-negativnogo-vliyaniya-na-okruzhayushchuyu-sredu-v-zone-ekspluatatsii-ugolnyh-predpriyatiy-ao-hk-sds-ugol> (дата обращения: 15.06.2019).
8. Manakov Yu. Modern conditions of biodiversity conservation in Russian coal mining sector / III-rd International Innovative Mining Symposium (Kemerovo, 03-05 October 2018) // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 41. P. 02009.
9. Паспорт Целевой программы «Экология». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 15.06.2019).

UDC 622.85:622.882:622.33(571.17) © Yu.A. Manakov, O.A. Kupriyanov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 89-94

Title

THE SYSTEM OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF THE KEMEROVO REGION AS A FACTOR IN MITIGATING THE IMPACT OF COAL MINING ON BIODIVERSITY

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-89-94>

Authors

Manakov Yu.A.¹, Kupriyanov O.A.¹

¹ Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, Kemerovo, 650065, Russian Federation

Authors' Information

Manakov Yu.A., Doctor of Biological Sciences, Head of Laboratory Ecological Assessment and Biodiversity Management, e-mail: labrek@yandex.ru

Kupriyanov O.A., PhD (Biological), Research Associate of Laboratory Ecological Assessment and Biodiversity Management, e-mail: kuproa@gmail.com

Abstract

Biodiversity conservation is the object of attention of the National Project "Ecology", the essence of which is to develop a new ecological industrial policy of the state, improve the environmental legislation of the Russian Federation, as well as business participation in biodiversity conservation. The article addresses the problem of systematic biodiversity conservation in specially protected natural areas as a condition of the ecological well-being of the Kemerovo Region and sustainable development of coal production in the Kuzbass. A promising scheme of specially protected natural areas (PAs) of the region is presented, which is being coordinated at the regional level. However, in order to effectively preserve the natural environment, these measures are not enough and therefore the authors of the article propose to amend federal legislation and the principles for issuing permits for subsoil use. It is noted that it is necessary to start forming the concept of "biodiversity" for business as a real risk factor and at the same time opportunities for the sustainable development of production.

Keywords

Coal industry, Biodiversity, Specially protected natural areas, Sustainable development of coal mining.

References

1. Kopytov A.I. & Shaklein S.V. Napravleniya sovershenstvovaniya strategii razvitiya ugolnoy otrasli Kuzbassa [Trends of Kuzbass coal industry improvement strategy]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 5, pp. 80-86. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/052018.pdf> (accessed 15.06.2019).
2. Manakov Yu.A., Kupriyanov A.N. & Kopytov A.I. Dobycha kamennogo uglia v aspekte ustoychivogo razvitiya regiona [Kuzbass coal mining for

the region stable development]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 9, pp. 89-94. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/052018.pdf> (accessed 15.06.2019).

3. Zakon RF "O nedrakh" ot 21.02.1992 N 2395-1 (poslednyaya redaktsiya) [RF Law "On Subsoil" dated 21.02.1992 N 2395-1 (last revised) [Electronic resource]]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/ (accessed 15.06.2019).

4. Chenyang Xiao & Jan Buhmann. The Structure and Coherence of the New Environmental Paradigm: Reconceptualizing the Dimensionality Debate. *Human Ecology Review*, 2017, Vol. 23, No. 1, pp. 179-198.

5. Pradhan P., Costa L., Rybski D., Lucht W. & Kropp J.P. A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. *Earth's Futures*, 2017, No. 5, pp. 1-10. doi: 10.1002/2017EF000632

6. Schastlivtsev E.L., Yukina N.I., Kharlampenkov I.E. & Sidorenko P.V. Informativno-analiticheskaya sistema sokhraneniya bioraznoobraziya gornopromyshlennogo regiona [Information and analytical system for the conservation of biodiversity of the mining region]. *Problemy nedropol'zovaniya - Subsoil use problems*, 2016, No. 1, pp. 89-93.

7. Manakov Yu.A., Efimov V.I., Korchagin T.V. & Turgeneva L.A. Opyt snizheniya negativnogo vliyaniya na okruzhayushchuyu sredu v zone eksploatatsii ugol'nykh predpriyatiy AO KhK "SDS-Ugol" [Experience of reducing the negative impact on the environment in the area of operation of coal enterprises of "SBU-Coal" Holding Company JSC]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle – News TSU. Earth Sciences*, 2015, No. 4, pp. 30-35. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-snizheniya-negativnogo-vliyaniya-na-okruzhayushchuyu-sredu-v-zone-eksploatatsii-ugolnyh-predpriyatiy-ao-hk-sds-ugol> (accessed 15.06.2019).

8. Manakov Yu. Modern conditions of biodiversity conservation in Russian coal mining sector. III-rd International Innovative Mining Symposium (Kemerovo, 03-05 October, 2018). *E3S Web of Conferences*, 2018, Vol. 41, pp. 02009.

9. *Pasport Tselevoy Programmy "Ekologiya"* [Passport of the Ecology Target Program]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (accessed 15.06.2019).

В Ленинске-Кузнецком будет создана Рабочая группа по развитию угледобывающей отрасли города

23 мая 2019 г. состоялось расширенное заседание комитетов Совета народных депутатов (СНД) Ленинск-Кузнецкого городского округа по вопросу о перспективах стратегических направлений взаимодействия муниципалитетов, СНД, органов федеральной власти и АО «СУЭК-Кузбасс».

Генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» **Евгений Ютяев** выступил с докладом о деятельности предприятий в регионе, переселении жителей из санитарно-защитных зон и зон производственного воздействия. Он анонсировал строительство объектов в рамках реализации экологических программ: «Одно из главных направлений работы СУЭК на территориях присутствия – добросовестное природопользование. С 2011 г. непосредственно в экологические программы уже инвестировано более 4 млрд руб. До конца 2021 года на природоохранные мероприятия будет направлено еще 4,6 млрд руб. Среди них реконструкция очистных сооружений шахты имени С.М. Кирова, модернизация очистных сооружений шахты «Комсомолец», техническое перевооружение аспирационных систем, пылеподавление, переселение жителей из санитарно-защитных зон, рекультивация земель, строительство технологических дорог». Вместе с тем, по словам **Евгения Ютяева**, консолидированная рабо-



та в этих направлениях поможет достичь более эффективных результатов.

Председатель Совета народных депутатов **Виктор Бочков** подчеркнул, что значительное количество жителей города, в

частности его мужская часть, трудятся на угледобывающих предприятиях: «Нас объединяет население. И задачи у нас общие – создать условия для комфортного проживания. И вот те вопросы, которые сегодня поднимает компания «СУЭК-Кузбасс», назрели давно. Спасибо большое компании «СУЭК-Кузбасс» – они сами вышли с этой инициативой, и мы с удовольствием это все поддерживаем».

Глава Ленинск-Кузнецкого городского округа **Константин Тихонов** отметил, что в рамках реализации проекта «Чистый уголь – зеленый Кузбасс» возникают проблемы, которые необходимо решать оперативно, и поддержал решение о создании рабочей группы по развитию угледобывающей отрасли города.

«Конечно, это дело не одного дня. Мы должны очень много и напряженно работать, чтобы добиться конечного результата. Поэтому нами сегодня было принято решение о создании действующего на постоянной основе органа, рабочей группы, на собраниях которой мы будем решать эти вопросы и ускорять процесс реализации задач», – заключил **Константин Тихонов**.

Использование геотермальной и тепловой энергии отвалов вскрышных пород в карьерах добычи угля*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-95-97>

В статье обоснована экономическая и экологическая необходимость использования геотермальной и тепловой энергии отвалов вскрышных пород в карьерах добычи угля. Предложен способ использования тепловой энергии в карьерах угледобычи.

Ключевые слова: угольная промышленность, карьеры открытой угледобычи, геотермальная энергия, тепло отвалов вскрышных пород.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения электроэнергии и тепла в мире ежегодно сжигается более одного миллиарда тонн угля и других углеводородов. Но далеко не вся тепловая энергия, полученная от сгорания углеводородов, эффективно используется. Почти половина ее «вылетает в трубу» и рассеивается в пространстве вместе с продуктами горения.

Россия пятый год подряд наращивает добычу угля. По данным Минэнерго России, в 2014 г. добыто 358 млн т, в 2015 г. – 374 млн т, в 2016 г. – 387 млн т, в 2017 г. – 411 млн т, в 2018 г. – 439 млн т [1, 2]. Рост угледобычи продолжится, и будут вскрыты миллионы гектаров угольных месторождений.

Генеральный директор АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) Владимир Рашевский, принимавший участие в работе коллегии Минэнерго России, касаясь проблем теплоэнергетики, подчеркнул важность создания нормативной основы для приведения в порядок сферы теплоснабжения: «*Это кардинально недофинансированная отрасль. Потребность в инвестициях – 2,5 трлн руб. Модернизация тепловой энергетики и инвестиции в теплоснабжение – это и колоссальные источники экономического роста на многие годы вперед, и фактор наглядного улучшения жизни людей*» [3].

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛА

Модернизация тепловой энергетики в России – это не только совершенствование процессов горения энергоносителей в котлах, о котором говорилось на коллегии Минэнерго, но и переход на альтернативные экологически чистые возобновляемые технологии получения тепла. Из угля можно делать 130 разного рода химических продук-



ЛАВРИНЕНКО

Алексей Тимофеевич

Старший научный сотрудник
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,
655132, с. Зеленое,
Республика Хакасия, Россия,
e-mail: aleks233@yandex.ru

тов и более пяти тысяч видов продукции смежных отраслей: сырье для фармацевтики, дизельное топливо, пластмассы, красители, удобрения, стройматериалы, электротехника, космическая техника и многое другое. Цена в десятки и сотни раз превышает стоимость угля. Владеющие запасами угля страны и их угледобывающие компании будут развиваться не за счет продажи теплоносителей, а за счет бурного развития перерабатывающей промышленности.

Человечество имеет технологии, позволяющие почти повсеместно использовать возобновляемые экологически чистые энергоресурсы, в том числе тепло земли. В Германии, например, на основе геотермии производится экологически чистое тепло установленной мощности около 600 МВт (с использованием приповерхностной геотермии через тепловые насосы). Установленная мощность во всем мире составляет от 15 до 20 тыс. МВт (термической энергии) и 8400 МВт (электроэнергии), и это лишь небольшая часть того, что можно получать. Теплового потока из глубин, в принципе, достаточно для покрытия всего теплоснабжения человечества. Использование этой экологически чистой тепловой энергии сохранит уголь как сырье для переработки и избавит землю от теплового и газового загрязнения.

Тепловые насосы не имеют климатических или иных ограничений, особенно геотермальные, использующие тепло скважин: как бы ни было на улице холодно или жарко температура на глубине 18 м будет от +7°C в холода и до +12°C в жару. Теплонасос для производства тепла берет 20-30% энергии электрической сети, а 70-80% — из геотермальных источников. Таким образом, значение тепловых насосов трудно переоценить. Они эффективно работают в любую погоду, вне зависимости от наличия газа, угля, дров, мазута или другого вида топлива, а также служат надежно на протяжении многих лет.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта Государственного задания № 539-2 от 11.01.2019.

Российские планы в этом отношении выглядят значительно скромнее, вполне возможно, это связано с тем, что геотермальная энергетика быстрее развивается в тех странах, где существует государственная поддержка экологических проектов и проектов, направленных на энергетическую независимость, где существуют стабильные, долгосрочные проекты инвестиций.

Недостатками геотермальной энергии являются:

- необходимость использования тепла рядом с местом добычи;
- стоимость сооружения скважин возрастает с увеличением глубины бурения.

С увеличением глубины температура возрастает в соответствии с геотермическим градиентом (примерно 3°C на каждые 100 м). Величина потока тепла, поступающего из земных недр, для разных местностей различается. Для Центральной Европы эта величина составляет 0,05–0,12 Вт/м². Для некоторых районов Сибири она на порядок выше. Ученые объясняют феномен дрейфа магнитного поля земли в сторону Сибири за счет смещения ядра земли к поверхности этого региона, что закономерно увеличит приток геотермальной энергии к поверхности и повысит эффективность использования тепла земли.

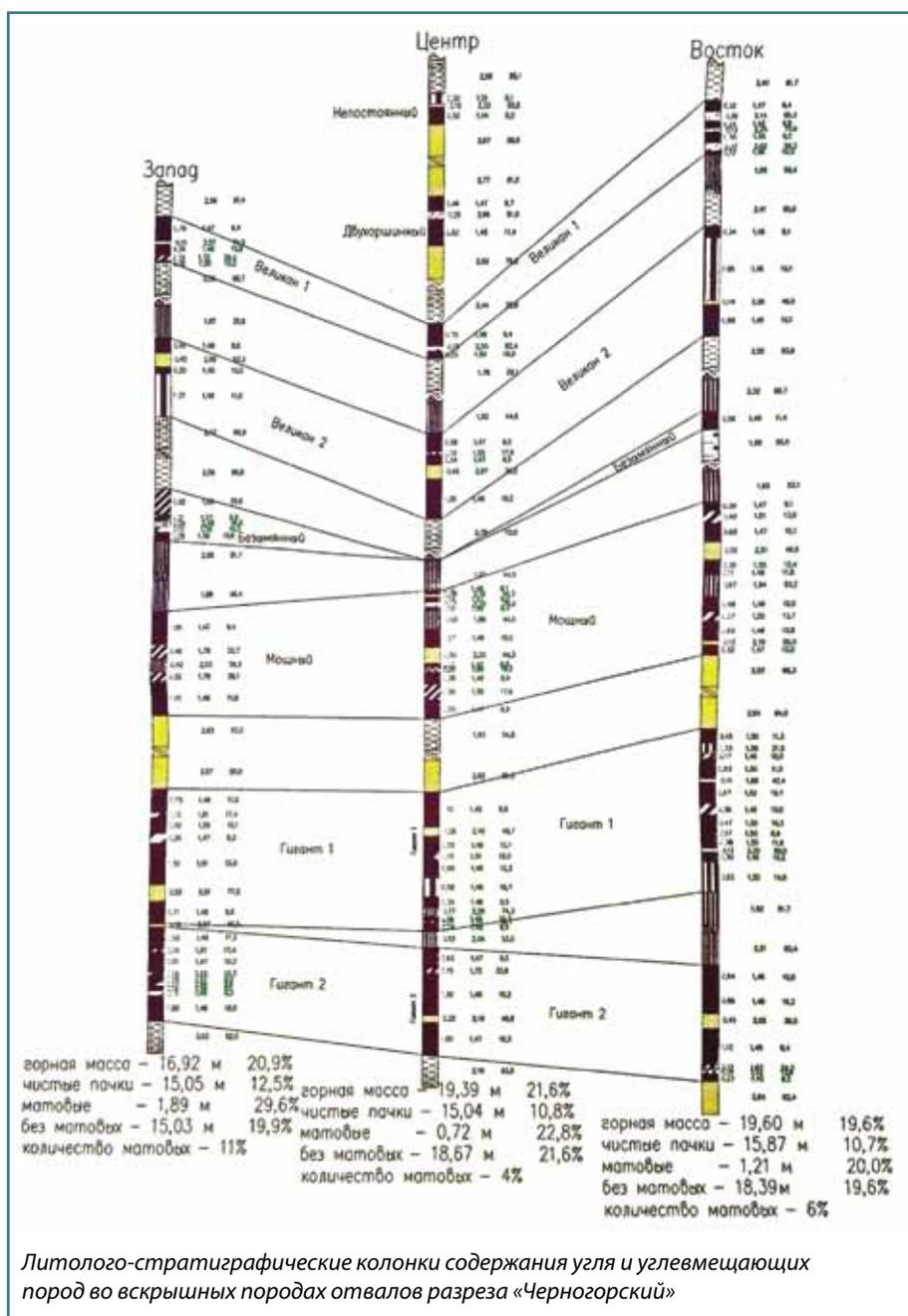
Несмотря на то, что использование тепла земли сегодня требует достаточно больших финансовых затрат при конструировании и характеризуется сложностью монтажа, оно дает значительную экономию средств при дальнейшем использовании. Это отопление имеет очень высокий коэффициент полезного действия и практически не производит никакого влияния на окружающую среду, за счет этого является самым экологичным видом отопления. Его использование абсолютно безопасно, так как отсутствует возможность какой-либо утечки вредных веществ или взрыва. Ведь в процессе участвует только естественная вода. Кроме того, при правильном монтаже отопление на тепле земли не требует какого-то дополнительного сервисного обслуживания практически в течение десятков лет.

Таким образом, использование геотермальных особенностей угледобывающих карьеров дает возможность получать сотни миллионов МВт тепла, используя уже вскрытые угледобычей геотермальные поверхности земли.

Кроме того, одной из особенностей угледобывающих карьеров, влияющей на тепловой режим отвалов горных пород, является наличие

в них углерода в виде вмещающих пород и неизвлекаемых пропластов угля между вскрышными породами. Современные проекты строительства и развития открытых угледобывающих предприятий в России не предусматривают добычу, обогащение и использование нерентабельных прослоев угля во вскрышных породах по причине отсутствия комплекса машин и технологий полного использования твердых углеводородов горной массы вскрышных пород.

На примере угольного месторождения Минусинской котловины в республике Хакасия, рассмотрим баланс неизвлекаемых угольных и углевмещающих пород вскрыши. Учитывая компактность разрабатываемых участков угольного месторождения Минусинской котловины, принимая идентичность геологического и климатического однообразия углеобразования всех участков угольного бассейна, на примере разреза «Черногорский» проведем расчет содержания угля и углевмещающих пород во вскрышных породах отвалов по литолого-стратиграфическим колонкам (см. рисунок).



Литолого-стратиграфические колонки содержания угля и углевмещающих пород во вскрышных породах отвалов разреза «Черногорский»

Непостоянные угольные пласты, слоистые пласты, черные углистые аргиллиты, пропласты угля (2-5 см) во вскрышных породах, матовые высокозольные пласты составляют 9,2 м. При 100 м глубины карьера и 15,04 м извлекаемого угля это, 8,3% горной массы. На Минусинском угольном бассейне средняя масса вскрыши равна 15 т на 1 т добытого угля. Таким образом, в отвалы угледобывающих предприятий Хакасии производительностью 28 млн т угля в год поступают 420 млн т горной массы с 8,3% угдесодержащих компонентов, или 34,9 млн т топлива со средней теплотворной способностью 100 ккал/кг. В окружающую среду будет выброшено 3,5 млрд ккал.

Коэффициент разрыхления кроющих пород достигает 1,6. Это значит, что монолит вскрыши превращен в обломки различного размера, а пространство между ними – 0,6 объема отвала заполнил воздух. Этого достаточно для запуска тлеющего горения углерода в отвальных породах и их нагревания. После выгорания кислорода и заполнения очага продуктами горения процесс окисления заканчивается. Остывшая, очаг за счет суточных и сезонных тепловых изменений и колебаний атмосферного давления воздуха создает условия циркуляции воздуха и продуктов окисления углерода в теле отвала через его пустоты. Это дает возможность поступления кислорода в еще не остывший очаг горения для очередного периода нагревания. Циклы горения и остывания могут продолжаться десятилетиями. Тепло без конвективного теплоносителя равномерно распределяется в породе отвала за счет инфракрасного теплопереноса. Подтверждением служат проведенные исследования Новосибирского института почвоведения и агрохимии СО РАН и ФГБНУ «НИИАП Хакасии» за период 2015-2018 гг. на втором ярусе отвала «Северный» (отсыпан в 1976 г.) разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия». Среднегодовая температура на глубине 50 см отмечена в диапазоне от +16 до +18°C.

Таким образом, исследования теплового режима геотермального поступления тепла на глубине 100 м и тепла тлеющих пород вскрышных отвалов угледобычи подтверждают

возможность использования геотермальной и тепловой энергии отвалов на отработанных карьерах добычи угля через теплообменник, изготовленный, например, из труб для морского газопровода, уложенного на подстилающем слое породы добытого угля на глубине 100 и более метров, закрытого сверху внутренним отвалом (заявка на изобретение № 201834825/20). Единовременные затраты на изготовление и укладку теплообменника состоят из стоимости труб монтажа и укладки его на дно карьера.

Согласно проведенным исследованиям, приток тепла к экономайзеру, установленному на глубине 100 м, в установившемся режиме дает 0,36 Вт тепла с одного квадратного метра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученное таким способом тепло дает возможность, например, обогревать зимние теплицы, расположенные на бортах карьера. По мере отработки месторождения будут увеличиваться площади теплообменников и теплиц, что дает возможность трудоустроить освобождающийся персонал при полной отработке месторождения и обеспечить круглогодичную потребность населения региона в овощах и фруктах. Отработанные месторождения угля являются экологически и экономически обоснованным источником тепла для населения регионов, переживших бум угледобычи.

Список литературы

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года // Уголь. 2019. № 3. С. 64-79. doi: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.
2. Панов Б.С., Проскурня Ю.А. Модель самовозгорания породных отвалов угольных шахт Донбасса / Межвузовский научный тематический сборник: «Геология угольных месторождений». Екатеринбург, 2002. С. 274-281.
3. В СУЭК назвали факторы развития угольной отрасли // РИА Новости, 08.04.2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/company/20180408/1518155900.html> (дата обращения: 15.06.2019).

UDC 550.37:536.24:622.271:622.85 © A.T. Lavrinenko, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 95-97

Title

USE OF GEOTHERMAL AND THERMAL ENERGY OF OVERBURDEN DUMPS IN COAL MINING OPEN-PIT MINES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-95-97>

Authors

Lavrinenko A.T.¹

¹Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia" FSBI, Zelenoe village, 655132, Republic of Khakassia, Russian Federation

Authors' Information

Lavrinenko A.T., Senior Researcher, e-mail: aleks233@yandex.ru

Abstract

The paper substantiates the economic and environmental need for the use of geothermal and thermal energy of overburden dumps in coal mining open-pit mines. A method of using thermal energy in coal mines is proposed.

Keywords

Coal industry, Open-pit mines coal mining, Geothermal energy, Heat of overburden dumps.

References

1. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2018 [Russia's coal industry performance for January – December,

2018]. Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, No. 3, pp. 64-79. doi: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.

2. Panov B.S. & Proskurnya Yu.A. *Model' samovozgoraniya porodnykh otvalov ugol'nykh shaht Donbassa* [Model of spontaneous combustion of rock dumps of coal mines of Donbass]. Interuniversity scientific thematic collection: «Geology of coal deposits». Ekaterinburg, 2002, pp. 274-281.

3. V SUEK nazvali faktory razvitiya ugol'noy otrasli [SUEK named factors of development of the coal industry]. *RIA Novosti*, 08.04.2018. Available at: <https://ria.ru/company/20180408/1518155900.html> (accessed 15.06.2019).

Acknowledgments

The studies were carried out with the financial support of the draft State Task No. 539-2 dated January 11, 2019.

Формирование организационно-экономического механизма устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-98-102>

ВОДНЕВА Ольга Ивановна

Директор Департамента международного сотрудничества Russian Capital Investment Group, 119134, г. Москва, Россия, тел.: +7 (495) 926-74-45, e-mail: vodneva@rcig.ru

ПОПОВ Сергей Михайлович

Доктор экон. наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика минерально-сырьевого комплекса» Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе, 117485 г. Москва, Россия, тел.: +7 (916) 858-55-10, e-mail: s.popov@inbox.ru

РОЖКОВ Анатолий Алексеевич

Доктор экон. наук, профессор, директор по науке АО «Росинформуголь», профессор НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Россия, тел.: +7 (499) 230-24-78, e-mail: aarozhkov@mail.ru

Приводятся методические основы формирования стратегий устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний. Дается обоснование выбора критериев оценки устойчивости эффективности и доходности развития компаний. Сформированы типовые направления деятельности угольных компаний, призванные обеспечить устойчивость их работы. Разработана экономико-математическая модель оценки вариантов устойчивого развития экспортно ориентированных компаний на любой наперед заданный интервал времени. Сформирован организационно-экономический механизм обеспечения устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний.

Ключевые слова: организационно-экономический механизм, устойчивое развитие, экспортно ориентированная угольная компания, международная торговля углем, железнодорожная и портовая инфраструктура, пропускные возможности, экономико-математическая модель, мультипликативный эффект.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ тенденций в мировом производстве и потреблении угля, в международной торговле углем по странам и регионам свидетельствует о том, что у России, как у третьего в мире экспортера угольной продукции (после Австралии и Индонезии), существует определенный потенциал для реализации своих экспортных возможностей [1, 2]. Почти пятая часть мирового потребления угля обеспечивается за счет международной торговли, темпы роста которой существенно превышают темпы роста производства угля, и в отличие от него объемы международной торговли снижались только в 2015 г., а уже в 2016 г. за счет стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) возобновился ее рост, который достиг в 2018 г. своего максимального значения (1457 млн т).

При этом динамику международной торговли углем формируют поставки энергетического угля, экспорт которого по сравнению с экспортом коксующихся углей имеет большие темпы роста.

Следует отметить, что прогнозы различных аналитических агентств (МЭА, АЭИ США)* принципиально не отличаются и предусматривают восходящий тренд по спросу на уголь и мировому производству угля на период до 2040 г. [3, 4]. В интересах России и ее экспортно ориентированных угольных компаний максимально использовать этот потенциал дополнительного спроса.

О растущем потенциале экспорта углей из России свидетельствует неуклонный рост ее доли в международной торговле углем – за прошедшие двадцать лет доля российского экспорта увеличилась с 4 до 14%.

В 2018 г. экспорт угля из России составил 210,3 млн т, в том числе 110,9 млн т – в западном, атлантическом направлении и 99,4 млн т – в восточном направлении, в страны АТР.

Прогнозные оценки развития угольных рынков свидетельствуют об их структурном изменении для экспортируемых углей российскими угольными компаниями в пользу стран АТР при замедляющихся темпах роста на западных направлениях (Европа, СНГ, Ближний Восток) (см. рисунок).

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения и успешного решения задач развития экспортно ориентированных угледобывающих предприятий принципиально важно оценить перспективы усиления

* МЭА – Международное энергетическое агентство (WEO-2014); АЭИ США – Агентство энергетической информации Правительства США (АЕО-2019).

ния позиций России на мировых экспортных рынках. Согласно прогнозам оценкам АО «Росинформуголь», устойчивый рост спроса на экспортный российский уголь будет наблюдаться до 2035 г., и доля присутствия России на международном угольном рынке может вырасти с 14% в 2018 г. до 24% к 2035 г. (табл. 1).

Оценка потенциальной ниши России на угольных рынках основных стран-импортеров, проведенная АО «Росинформуголь», свидетельствует о возможностях наращивания поставок российского угля в абсолютное большинство стран, за исключением стран европейского континента (без учета сдерживающих факторов).

Наибольший прирост поставок возможен в Китай – на 30 млн т, в Индию – на 29,5 млн т, в Японию – на 15 млн т, в Южную Корею – на 14,8 млн т. Максимально возможный прирост экспорта российского угля прогнозируется во Вьетнам – с сегодняшнего уровня в 2,6 млн т до 43 млн т.

В страны Европы ожидается снижение экспортных поставок российских углей к 2030 г. с 74 до 50 млн т. Однако это снижение может быть компенсировано за счет роста поставок на Ближний Восток и в страны Африки (прирост по 20 млн т).

Российские угольные компании являются одними из наиболее конкурентоспособных поставщиков как в сегменте высококалорийных, так и при экспорте низкокалорийных углей, а также металлургического угля.

Для решения задач по увеличению объемов экспорта российских экспортно ориентированных угольных компаний имеются необходимые добычные возможности. В соответствии с проектами перспективных планов угольных компаний суммарный объем добычи угля в 2025 г. может составить 545 млн т, а в 2035 г. – 600 млн т.

Рост объемов добычи предполагается в Кузбассе, Хакасии, Республике Саха (Якутия), Тыве, Хабаровском крае. Также учтены проекты развития в Забайкальском крае, Бурятии, Иркутской, Новосибирской и Амурской областях.

Успешное решение задач по увеличению объемов экспорта углей российскими экспортно ориентированными угольными компаниями напрямую связано с решением задач по повышению эффективности доставки добываемых углей к зарубежным потребителям и, прежде всего, в восточном направлении.

Исходя из прогнозируемого роста спроса на угольном рынке АТР и подтвержденных инвестиционных планов развития производства в экспортно-ориентированных угольных компаниях спрогнозированы суммарные объемы экспортных поставок российского угля в восточном направлении (см. табл. 1).

Для реализации целевого сценария развития экспорта российского угля с достижением доли в 24-25% в между-



Источник: АО «Росинформуголь»

Прогнозы международной торговли углем до 2035 г.

народной торговле углем к 2035 г. необходимо снятие тех ограничений по пропускной способности железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона, которые в настоящее время имеются.

Таким образом, для обеспечения растущего спроса на российские угли на зарубежных рынках будет формироваться экспортный потенциал, заключающийся в следующем:

- модернизации действующих мощностей по добыче угля в традиционных угольных регионах и, прежде всего, в Кузбассе;
- создании новых центров угледобычи на востоке страны, освоении перспективных месторождений в Хакасии, в Забайкалье, в Якутии, в Хабаровском крае, на Сахалине;
- формировании программы по увеличению провозной способности действующей инфраструктуры РЖД (и, прежде всего, Восточного полигона);
- разработке проектных решений по созданию новых участков железнодорожной инфраструктуры для сокращения расстояния по доставке углей зарубежным потребителям;
- реализации программы по созданию новых и модернизации имеющихся мощностей по перевалке угля в терминалах морских портов;
- синхронизации планов по развитию железнодорожной и портовой инфраструктуры с учетом развития перевалочных мощностей портов, в том числе Восточного, Ванино, Владивосток, Посьет, а также обеспечения погрузки российского угля в восточном направлении.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЙ

В современной литературе под устойчивым развитием понимается гармоничный, сбалансированный процесс экономических, социальных и экологических изменений, при котором эксплуатация природных ресурсов, направленность инвестиций, ориентация научно-технического

Таблица 1

Прогноз развития экспорта российского угля (целевой сценарий при минимальном объеме международной торговли углем)

Показатели	2020 г.		2025 г.		2030 г.		2035 г.	
	Доля России в международной торговле, %	24	13	23	20	24	23	25
Объемы экспорта, млн т	235		310		350		360	
	94	141	91	219	92	258	93	267
– в том числе железнодорожные перевозки	94	131	91	207	92	243	93	250
Направления перевозок	Запад	Восток	Запад	Восток	Запад	Восток	Запад	Восток

Источник: АО «Росинформуголь» на базе МЭА, ФТС России.

инновационного развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Экономический подход к концепции устойчивого развития основан на теории максимального потока совокупного дохода Хикса–Линдаля, который может быть произведен при условии сохранения совокупного капитала, с помощью которого и производится этот доход [5, 6]. Эта концепция подразумевает оптимальное использование ограниченных ресурсов и применения ресурсосберегающих технологий, в том числе в процессе добычи и переработки сырья.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что устойчивое развитие экспортно ориентированных угольных компаний предполагает процесс постоянных изменений, при котором использование ресурсов, направления вложения инвестиций, научно-техническое развитие, внедрение инноваций и тому подобное, должны быть согласованы друг с другом и направлены на повышение настоящего и будущего потенциала этих компаний, на достижение стратегических целей повышения конкурентоспособности и укрепления позиций компаний на внешнем рынке.

Таким образом, **под устойчивым развитием** экспортно ориентированных угольных компаний следует понимать такое их развитие, при котором их основные производственно-экономические и финансовые результаты деятельности в любой наперед заданный период времени должны быть не хуже тех, которые уже достигнуты в текущем периоде времени и не приводят к снижению экспортного потенциала компании.

ОСНОВЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ДОСТИЖЕНИЕ ПОСТАВЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

В качестве экономических критериев устойчивого развития угольной компании предлагается использовать два показателя, отражающих степень изменения экономической эффективности деятельности компании и объема полученных доходов.

Первый из них – критерий оценки экономической эффективности устойчивого развития угледобывающей компании представляет собой соотношение уровней ее эффективности деятельности в предстоящий и текущий периоды времени:

$$Y_t^{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_0}, \quad (1)$$

где $Y_t^{\text{эф}}$ – критерий оценки уровня эффективности развития угольной компании, доли ед.; \mathcal{E}_t – уровень эффективности деятельности угольной компании в t -й период времени, доли ед.; \mathcal{E}_0 – уровень эффективности деятельности угольной компании в начальный (исходный) период времени, доли ед.

Второй – критерий оценки доходности развития угольной компании, представляет собой соотношение уровней ее доходов от реализации угольной продукции в предстоящий и текущий период времени:

$$Y_t^{\text{дох}} = \frac{D_t}{D_0}, \quad (2)$$

где $Y_t^{\text{дох}}$ – критерий оценки доходности в развитии угольной компании, доли ед.; D_t – уровень доходов угольной

компании в t -й период времени, доли ед.; D_0 – уровень доходов угольной компании в начальный (исходный) период времени, доли ед.

Для поиска наиболее рациональных направлений деятельности, обеспечивающих устойчивое развитие экспортно ориентированных угольных компаний, разработан новый методический подход, базирующийся на:

- выявлении типовых направлений развития угледобывающего производства и углетранспортной инфраструктуры для поставки угля;

- установлении состава и значимости факторов, оказывающих влияние на эффективность каждого из возможных направлений развития такой деятельности;

- экономико-математическом моделировании, позволяющем производить количественную оценку возможных вариантов деятельности экспортно ориентированных угольных компаний, обеспечивающих их устойчивое развитие;

- формировании организационно-экономического механизма обеспечения устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний, позволяющего учитывать все изменения, влияющие на устойчивость их работы и принимать необходимые для этого управленческие решения.

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее значимыми признаками, характеризующими отличительные особенности различных направлений деятельности, обеспечивающих устойчивое развитие экспортно ориентированных угольных компаний, являются:

- «а» – возможность обеспечения прогнозного спроса на внешнем угольном рынке на базе имеющегося потенциала мощностей по добыче и транспортировке угля, включая железнодорожную и портовую инфраструктуру;
- «б» – наличие потенциала (мероприятий), позволяющего обеспечить достижение необходимых объемов и прироста эффективности добычи и поставок угля (табл. 2).

В соответствии с приведенными выше признаками выявлено девять возможных направлений деятельности, обеспечивающих устойчивое развитие экспортно ориентированных угледобывающих компаний ($N_1^0 - N_9^0$) (см. табл. 2):

- *Tun* « N_1^0 » – повышение эффективности имеющихся мощностей по добыче угля;

- *Tun* « N_2^0 » – повышение эффективности имеющихся мощностей железнодорожной и портовой инфраструктуры по обеспечению поставки угля на экспорт;

- *Tun* « N_3^0 » – повышение эффективности имеющихся мощностей по добыче и обеспечению поставки угля на экспорт;

- *Tun* « N_4^0 » – создание новых (модернизация имеющихся) мощностей по добыче угля;

- *Tun* « N_5^0 » – создание новых (модернизация имеющихся) мощностей по обеспечению поставки угля на экспорт;

- *Tun* « N_6^0 » – создание новых (модернизация) мощностей по добыче и обеспечению поставки угля на экспорт;

- *Tun* « N_7^0 » – создание новых угледобывающих мощностей (при прежней логистике и существующей железнодорожной и портовой инфраструктуре);

- *Tun* « N_8^0 » – создание новой логистики (для имеющихся мощностей по добыче);

- *Tun* « N_9^0 » – создание новых мощностей по добыче и поставке угля.

Типизация направлений деятельности, обеспечивающих устойчивое функционирование экспортно ориентированных угольных компаний

Индекс направлений	Признаки, характеризующие направления деятельности для обеспечения устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний									
	«а» – возможность обеспечения прогнозного спроса на рынке угля на базе имеющегося потенциала мощностей						«б» – наличие потенциала (мероприятий), позволяющего обеспечить достижение:			
	«а1» – по добыче угля			«а2» – по поставке			«б1» – необходимых объемов		«б2» – прироста эффективности	
	«а1-1» – полностью	«а1-2» – частично	«а1-3» – нет	«а2-1» – полностью	«а2-2» – частично	«а2-3» – нет	«б1-1» – добычи угля	«б1-2» – поставки угля	«б2-1» – добычи угля	«б2-2» – поставки угля
N ₁	+			+					+	
N ₂	+			+						+
N ₃	+			+					+	+
N ₄		+		+			+			
N ₅	+				+			+		
N ₆		+			+		+	+		
N ₇			+				+			
N ₈	+					+		+		
N ₉			+			+	+	+		

Для получения возможности производить сравнительную оценку различных вариантов деятельности, обеспечивающих устойчивое развитие экспортно ориентированных угольных компаний в качестве инструмента, дающего возможность осуществлять необходимые сопоставления, разработана экономико-математическая модель, в качестве целей функции которой принята максимизация доходов компании в любой наперед заданный период времени:

$$D_T = \sum_r \left(\sum_t [C_{tr}^{yr} - C_m^{yr} - C_{tm}^{tr}] \cdot Q_{tm} - N_{tm}^{tr} k_m^1 - N_m^{доб} k_n^2 \right) \frac{1}{(1+e)^t} \Rightarrow \max, \quad (3)$$

где r – индекс угольного рынка; n – вариант развития экспортно ориентированной угольной компании; t – t -й рассматриваемый год; e – ставка дисконтирования коммерческого банка; D_T – доход экспортно ориентированной компании за рассматриваемый период времени, руб.; C_{tr}^{yr} – цена угля на рынке (спотовая цена на условиях CIF), руб./т; C_m^{yr} – себестоимость добычи угля в экспортно ориентированной угольной компании, руб./т; C_{tm}^{tr} – себестоимость транспортировки угля на угольный рынок, руб./т; Q_{tm} – объем добычи угля в экспортно ориентированной угольной компании, т; N_{tm}^{tr} – объем инвестиций в развитие углетранспортной инфраструктуры, руб.; k_m^1 – коэффициент долевого участия экспортно ориентированной угольной компании в проектах по развитию углетранспортной инфраструктуры, доли ед.; k_n^2 – коэффициент долевого участия экспортно ориентированной угольной компании в проектах по развитию угледобывающих мощностей, доли ед.; $N_m^{доб}$ – объем инвестиций экспортно ориентированной угольной компании в развитие своих производственных мощностей, руб.

В качестве ограничений модели вводятся требования:

- по уровню устойчивости, эффективности и доходности развития экспортно ориентированной угольной компании;
- по достаточности инвестиций в развитие инфраструктуры;

- по формированию рыночных (спотовых) цен и объемов спроса на угли, поставляемые экспортно ориентированной компанией.

Таким образом, разработанная экономико-математическая модель с целевой функцией максимизации доходов, которые могут быть получены экспортно ориентированными угледобывающими компаниями при условии обеспечения устойчивости их развития с учетом принятых ограничений и влияющих факторов, позволяет оценить все возможные варианты такого развития.

Для реализации возможностей своевременного внесения изменений в условиях динамичности внешней и внутренней среды для угледобывающих компаний на любой наперед заданный период времени разработан организационно-экономический механизм оценки и принятия решений, обеспечивающих устойчивость развития экспортно ориентированных угольных компаний (УК).

Данный механизм предполагает выполнение следующих действий:

- проведение анализа условий для устойчивого развития экспортно ориентированной угледобывающей компании;
- разработка прогнозов рыночного спроса и цен на добываемые компаниями угли;
- формирование возможных направлений и вариантов их реализации для обеспечения устойчивого развития угледобывающей компании;
- проверка соответствия рассматриваемых вариантов устойчивого развития всем ограничениям экономико-математической модели;
- оценка вариантов устойчивого развития угледобывающей компании с использованием экономико-математической модели;
- выбор рационального варианта устойчивого развития угледобывающей компании;
- разработка рекомендаций по организации устойчивого развития угледобывающей компании;
- реализация рекомендаций по организации устойчивого развития угледобывающей компании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на результатах проведенных исследований, получены следующие основные выводы и рекомендации, позволяющие повысить эффективность работы экспортно ориентированных угольных компаний России.

1. В результате анализа состояния и перспектив развития рынков угля установлено, что в период до 2035 г. будет сохраняться тенденция роста объемов потребления добываемых углей при изменении структуры объемов потребления в направлении АТР.

2. Формирующийся потенциал роста спроса на международных рынках на российские угли предопределяет потребность в рациональном развитии угледобывающих и транспортных мощностей для обеспечения устойчивого развития экспортно ориентированных угольных компаний России.

3. Для своевременного и обоснованного принятия решений по развитию экспортно ориентированных угольных компаний разработан методический инструментарий, включающий критерии оценки устойчивого развития, типовые направления деятельности компаний, обеспечивающие устойчивость их развития, экономико-математическую модель оценки вариантов устойчивого развития компаний.

4. Для регулирования деятельности экспортно ориентированных угольных компаний, обеспечивающих устойчивое их развитие в условиях нестабильности роста спро-

са на зарубежных рынках угля, вариантности возможных решений по увеличению мощности процессов угледобычи и транспортировки угля разработан организационно-экономический механизм, позволяющий оптимизировать такую деятельность с учетом динамичности условий, определяющих возможность для ее реализации.

Список литературы

1. Отчет на оказание услуг по мониторингу текущего состояния мировой угольной промышленности, определенную тенденций развития международного рынка угля и потенциальных возможностей экспорта российского угля. Ч. 1, 2. Гос. контракт № 18/0402.3070392002.244/11/220 от 03.12.2018. М.: АО «Росинформуголь», 2018. 385 с.

2. Потенциал российского угольного экспорта / Материалы круглого стола Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации (сентябрь 2018 г.). М.: АЦ при Правительстве РФ, 2018. 16 с.

3. Новые прогнозы мировой энергетики и место России в ней // Энергетический бюллетень. 2017. № 54 (ноябрь). 29 с.

4. World Energy Outlook 2018. International Energy Agency. 510 p.

5. Хикс Джон Ричард. Стоимость и капитал. М.: Прогресс, 1993. 488 с.

6. Яковлева-Чернышева А.Ю. Теоретические основы управления устойчивым развитием коммерческой организации // Управление и экономика в XXI веке. 2015. № 2. С. 5-11.

COAL MARKET

UDC 658.8:622.33(470):338.984.4:51.001.57 © O.I. Vodneva, S.M. Popov, A.A. Rozhkov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 98-102

Title

FORMATION OF THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF EXPORT-ORIENTED COAL COMPANIES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-98-102>

Authors

Vodneva O.I.¹, Popov S.M.², Rozhkov A.A.^{3,4}

¹Russian Capital Investment Group, Moscow, 119134, Russian Federation

²Ordzhonikidze Russian State geological and prospecting university, Moscow, 117485, Russian Federation

³“Rosinformugol” JSC, Moscow, 119049, Russian Federation

⁴National University of Science and Technology “MISIS” (NUST “MISIS”), Moscow, 119049, Russian Federation

Authors' Information

Vodneva O.I., Director of International cooperation department, tel.: + 7 (495) 926-74-45, e-mail: vodneva@rcig.ru

Popov S.M., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of “Economy of mineral and raw complex” department, tel.: +7 (916) 858-55-10, e-mail: s.popov@inbox.ru

Rozhkov A.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of Science, Professor of “The Public and Municipal Administration in Industrial Regions” department, tel.: +7 (499) 230-24-78, e-mail: aarozhkov@mail.ru

Abstract

The methodological basis for the formation of strategies for the sustainable development of export-oriented coal companies is given. The substantiation of the choice of criteria for assessing the sustainability of efficiency and profitability of the development of companies is given. Formed typical activities of coal companies to ensure the sustainability of their work. An economic-mathematical model has been developed for evaluating options for the sustainable development of export-oriented companies for any predetermined time interval. An organizational and economic mechanism has been formed to ensure the sustainable development of export-oriented coal companies.

Keywords

Organizational and economic mechanism, Sustainable development, Export-oriented coal company, International coal trade, Railway and port infrastructure, Carrying capacity, Economic and mathematical model, Multiplicative effect.

References

1. *Otchet na okazaniye uslug po monitoringu tekushchego sostoyaniya mirovoy ugol'noy promyshlennosti, opredeleniyu tendentsiy razvitiya mezhdunarodnogo rynka uglya i potentsial'nykh vozmozhnostey eksporta rossiyskogo uglya. Ch. 1, 2. Gos. kontrakt N 18/0402.3070392002.244/11/220 ot 03.12.2018 g.* [Report on the provision of services for monitoring the current state of the global coal industry, identifying trends in the development of the international coal market and potential export opportunities for Russian coal. Part 1, 2. State Contract No. 18 / 0402.3070392002.244 / 11/220 dated December 3, 2017]. Moscow, “Rosinformugol” JSC, 2018, 385 p.

2. *Potentsial rossiyskogo ugol'nogo eksporta. Materialy kruglogo stola Analiticheskogo tsentra pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii (sentyabr' 2018 g.)* [Potential of Russian coal exports. Materials of the round table of the Analytical Center under the Government of the Russian Federation (September 2018)]. Moscow, ATS pri Pravitel'stve RF Publ., 2018, 16 p.

3. *Novyye prognozy mirovoy energetiki i mesto Rossii v ney* [New forecasts of world energy and Russia's place in it]. *Energeticheskiy byulleten'* – *Energy Bulletin*, 2017, No. 54 (November), 29 p.

4. World Energy Outlook 2018. International Energy Agency, 510 p.

5. Khiks Dzhon Richard. *Stoimost' i kapital* [Cost and equity]. Moscow, Progress Publ., 1993, 488 p.

6. Yakovleva-Chernysheva A.Yu. *Teoreticheskiye osnovy upravleniya ustoychivym razvitiyem kommerscheskoy organizatsii* [Theoretical foundations of managing sustainable development of a commercial organization]. *Upravleniye i ekonomika v XXI veke – Management and Economics in the 21st Century*, 2015, No. 2, pp. 5-11.

Бойцы кузбасского Трудового отряда СУЭК вернулись победителями из лагеря «Молодой лидер»



Призовыми местами для кузбасской делегации завершилась смена с 14 по 25 мая 2019 г. выездного лагеря «Молодой лидер», организованная Фондом «СУЭК–РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития».

Уже на протяжении нескольких лет на берегу Черного моря в санатории «Авангард» (Сочи) реализуется проект «Молодой лидер». В этом году он объединил 36 активных подростков из сибирских регионов. В состав кузбасской делегации вошли пятеро школьников из Ленинска-Кузнецкого и Киселевска, проявивших инициативу в работе трудовых отрядов СУЭК.

Помимо спортивно-оздоровительных и досуговых мероприятий для участников выездного лагеря была продумана особая программа смены, которая включила тренинги и семинары, мастер-классы и деловые игры. В течение 12 дней воспитанием «молодых лидеров» занимались ведущие специалисты-практики АНО «Новые технологии развития».

Обучение проектной деятельности проходило по трем блокам: социальный, социально-предпринимательский и исследовательский (изобретательный) проект.

Своеобразным экзаменом на усвоение материала стала «Ярмарка проектов», на которой ребята должны были презентовать свои работы. Именно здесь ярко заявили о себе ребята из Кемеровской области. В номинации «Социально-предпринимательский проект» первое место взяла **Анастасия Докуко**: «Мое предложение – развитие речи у детей дошкольного и младшего школьного возраста через занятия актерским мастерством. Я очень старалась правильно написать проект, применив всё то, чему нас научили. На защите я, конечно, переживала. Но по результатам голосования оказалось, что я набрала наибольшее количество голосов и получила первое место, – поделилась впечатлениями Анастасия. – В последний день всем было тяжело расставаться и уезжать домой. За эти дни мы все сдружились и стали одной большой семьей. Хочется сказать огромное спасибо компании «СУЭК» за такую замечательную поездку в Сочи!».

Ленинск-кузнецчане **Владимир Борозенец** и **Кирилл Шайгородский** с совместной изобретательской работой заняли еще одно призовое третье место. Ребята с помощью специального защитного чехла смогли решить проблему электромагнитных излучений, исходящих от смартфона. «Золото» в этой же номинации завоевала **Юлия Ти-**



това, разработав модель обуви-трансформера. По ее задумке с помощью приложения на мобильном устройстве пользователь может изменять дизайн обуви и высоту каблука.

«Этот проект я придумала еще на занятиях, а на обдумывание деталей у меня ушло несколько ночей, – рассказала **Юлия Титова**. – Я считаю, что у других ребят были прекрасные идеи, но я показала экспертам не только презентацию, а еще и наглядно продемонстрировала функции моего изобретения, представив разработку прототипа из бумаги».

Участие в лагере позволяет молодым людям не только приобрести новые знания, но и развить навыки и качества, которые присущи настоящим лидерам. То, что «Молодой лидер» дает ребятам уникальные возможности для саморазвития, отмечает и главный специалист Управления образования Киселевского городского округа **Светлана Шити**, сопровождавшая кузбасскую делегацию: «Лагерь «Молодой лидер» – это, безусловно, очень полезный опыт для ребят, да и для меня тоже. Это новые интересные знакомства, новые знания по организации проектной деятельности, которые пригодятся в будущем, и, конечно, развитие лидерских качеств. Спасибо Фонду «СУЭК–РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития» за внимание и поддержку нашей молодежи, за высокий уровень организации, комфортные условия и, конечно, профессиональный подход».

В поселке Шерловая Гора стартовал новый сезон Трудовых отрядов СУЭК



4 июня 2019 г. торжественно открылся новый летний сезон работы трудовых отрядов СУЭК (ТОС) в п. Шерловая Гора Забайкальского края.



территории. Для поселка такие отряды также большая помощь, потому что, когда дети делают что-то своими руками, они это не ломают и делают замечания другим».

В этом году трудовые отряды в Борзинском районе Забайкальского края будут действовать в трех муниципальных учреждениях п. Шерловая Гора: МОУ СОШ № 40, МОУ СОШ № 42 и Государственное учреждение социального обслуживания «Шерловогорский центр помощи детям, оставшимся без попечения родителей «Аквамарин» Забайкальского края. Работа отрядов рассчитана на два сезона.

Суханкина Наталья Петровна, социальный педагог МОУ Харанорская СОШ № 40: *«Трудовые отряды СУЭК у нас проводятся ежегодно, на протяжении вот*

уже шестой год Фонд «СУЭК–РЕГИОНАМ» и АО «Разрез Харанорский», входящий в состав Сибирской угольной энергетической компании, дает возможность подросткам провести лето с пользой для себя и своего поселка.

Этим летом 95 ребят получили возможность реализовать себя в области труда. Юные бойцы трудовых отрядов будут работать на благо своих школ, а также смогут поучаствовать в благоустройстве родного поселка Шерловая Гора. СУЭК позаботилась не только о заработной плате для участников ТОС, но и об их форменной одежде. Новая форма для ребят – футболки с логотипом СУЭК и бейсболки – сразу отличают их от обычных подростков.

Для ребят участие в ТОС – это не только возможность получить первую заработную плату, но и шанс культурно обогатиться, а возможно, и выбрать свою будущую профессию. Для участников будут проводиться экскурсии в АО «Разрез Харанорский», спортивные и культурно-развлекательные мероприятия. Также им будет предоставлена возможность поучаствовать в волонтерском движении, оказать помощь ветеранам войны и труда.

Лебедь Оксана Александровна, директор МОУ Харанорская СОШ № 40: *«Данный проект в нашей школе с 2014 г. Ребята с удовольствием идут работать, некоторые уже не первый год. Это первый их заработок. Для школы такие отряды – это огромная помощь в благоустройстве*

уже шести лет. Подростки работают, занимаются полезным делом, наводят порядок не только на территории школы, но и на территории парка «Шахтер». Мы учим их трудиться на благо общественности, учим ценить окружающую среду. Такие отряды нужны подросткам, в них они учатся работать в команде, заводят новых друзей, и один из приятных бонусов – это, конечно, заработная плата».

Проект компании СУЭК по временному трудоустройству подростков от 14 до 18 лет в шахтерских поселках шестой год действует в Забайкальском крае. Это молодежное движение, охватившее не одну тысячу ребят. Трудовые отряды СУЭК будут открыты в учреждениях Борзинского района Забайкальского края и еще на базе двух школ: МОУ СОШ Дровянинская Улетовского района и МОУ Чарская СОШ № 1 Каларского района.

Васильева Арина, ученица 10 «Б» класса, МОУ Харанорская СОШ № 40: *«Я в этом движении уже третий год. Очень интересно приносить пользу не только себе, но и своим землякам. Приятно видеть свой поселок чистым и ухоженным. Тем более что работа в команде дает возможность сблизиться с ребятами, дает возможность научиться помогать друг другу».*

Всего проект «Трудовые отряды СУЭК» обеспечит занятость во время каникул около 160 старшеклассников шахтерских поселков Забайкальского края.

В Красноярском крае стартовал новый, юбилейный сезон трудовых отрядов СУЭК

С начала июня 2019 г. в Красноярском крае приступили к работе трудовые отряды Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК). Нынешний сезон для одного из наиболее успешных и массовых социальных проектов СУЭК – юбилейный, отрядам исполняется 15 лет.



ленности, и по смысловому наполнению проект в Красноярском крае. «А это значит, что на вас лежит огромная ответственность, на вас равняются все регионы», – обратилась к ребятам куратор проекта **Марина Смирнова**.

В Бородино на состоявшемся слете-открытии сезона ребят поздравили куратор проекта, представитель Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» в Красноярском крае Марина Смирнова, глава города Бородино Александр Веретенников и депутат Государственной Думы РФ Юрий Швыткин. Почетными гостями слета-открытия также стали министр социальной политики Красноярского края Ирина Пастухова, управляющий Бородинским разрезом Николай Лалетин, руководитель Центра занятости населения г. Бородино Сергей Раньшиков.

За трудолюбие, ответственность, активную жизненную позицию, любовь и внимание к малой родине трудотрядовцев поблагодарил депутат Государственной Думы РФ **Юрий Швыткин**. «Важно, что сегодня в Бородино на высоком уровне выстроена работа с молодым поколением, которое заинтересовано в том, чтобы в родном городе было красиво, уютно и комфортно жить. Уверен, что и в этом году трудовые отряды докажут, что на молодежь СУЭК всегда можно положиться!», – отметил **Юрий Швыткин**.

Как рассказала **Марина Смирнова**, трудовые отряды СУЭК сегодня работают во всех регионах присутствия компании – от Мурманска до Владивостока. Молодежное движение СУЭК объединяет свыше 14 тыс. старшеклассников. За 15 лет сделаны сотни добрых дел, благоустраиваются города и села, оказывается помощь ветеранам и детям с ограниченными возможностями здоровья, реализуются экологические проекты. Трудовые отряды СУЭК отмечены двенадцатью наградами, проект признан лучшим в России по вовлечению молодежи в социально-экономическое развитие территорий. Зародился же мощнейший и по чис-

Во время слета для ребят были организованы многочисленные конкурсы, викторины, локации. Также впервые на мероприятии прозвучал Гимн молодежи СУЭК, написанный красноярскими авторами и композиторами специально к 15-летию проекта трудовых отрядов компании.

Кроме Бородино слет-открытие сезона работы трудовых отрядов СУЭК прошел на этой неделе в Назарово, вслед за ними праздничную юбилейную эстафету примут другие шахтерские территории – г. Шарыпово, Рыбинский, Назаровский и Шарыповский районы. Всего численность трудовых отрядов в Красноярском крае превысит 600 человек.



Более тысячи кузбасских школьников станут этим летом бойцами трудового отряда СУЭК

В Кемерово состоялось подписание Соглашения между Департаментом молодежной политики и спорта Администрации Кемеровской области и Фондом «СУЭК – РЕГИОНАМ» о сотрудничестве и совместной деятельности по созданию и финансированию подростковых трудовых отрядов в летний период.

В этом году к пяти территориям, на которых традиционно работают бойцы трудового отряда СУЭК – гг. Ленинск-Кузнецкий, Киселевск, Полысаево, а также Прокопьевский и Ленинск-Кузнецкий районы – добавился Беловский район. Общее количество трудоустроенных подростков в возрасте от 14 до 18 лет превысит тысячу человек.

Основной фронт работы трудотрядовцев – благоустройство и озеленение городов и поселков, адресная помощь ветеранам труда и пожилым людям, помощь по ремонту учебных заведений, участие в экологических и благотворительных акциях.

*«Трудовой отряд СУЭК в Кузбассе – это замечательный пример эффективного государственно-частного сотрудничества в реализации социальных проектов», – отмечает начальник Департамента молодежной политики и спорта Администрации Кемеровской области **Антон Пятковский**. – Пятый год подряд консолидируя ресурсы Администрации Кемеровской области, муниципалитетов и Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ», удастся создать максимальное количество рабочих мест для*



подростков в летний период с достойной оплатой труда».

«В организации работы трудотрядов для нас важна также профориентационная составляющая, – говорит заместитель генерального директора – директор

*по связям и коммуникациям АО «СУЭК-Кузбасс» **Петр Пинтусов**. – Ребята больше узнают о компании, о шахтерском труде. Бессменным лидером трудотрядовского движения является знаменитый бригадир-рекордсмен, Герой труда России, ныне депутат Госдумы Владимир Мельник».*

Для приехавших в Кемерово более ста пятидесяти представителей всех шести территориальных трудотрядов была организована игра «Форт Боярд». Для того чтобы собрать все ключи и получить сокровища форта, ребятам нужно было проявить максимум остроумия, смекалки, ловкости и командной сплоченности.

На праздничной церемонии открытия летней сессии кузбасских студенческих строительных отрядов трудотрядовцам также были вручены символические трудовые путевки. Поздравляя всех собравшихся, заместитель губернатора Кемеровской области **Елена Пахомова** сказала: «Сегодня вместе с нами в трудовое лето вступают ребята трудового отряда СУЭК. Это наша надежная смена! Через несколько лет они тоже сядут за студенческие парты, станут бойцами уже студотрядов и продолжат замечательное дело – работать на благо нашего родного Кузбасса!».



В Приморском крае стартовал летний сезон трудовых отрядов СУЭК

3 июня 2019 г. торжественно открылся новый сезон работы трудовых отрядов СУЭК (ТОС) в п. Новошахтинский Приморского края.

Глава Новошахтинского городского поселения Александр Удовиченко вручил всем участникам ТОС трудовые путевки и пожелал больших успехов в работе.

В течение июня-июля 2019 г. состоятся смены трудовых отрядов СУЭК для 100 юных жителей поселков Новошахтинский и Липовцы – территорий присутствия АО «Сибирская угольная энергетическая компания» в Приморье. Трудовая смена липовецких школьников открылась 10 июня.

Ребята в возрасте от 14 до 17 лет в период летних каникул будут заниматься благоустройством родных поселков. В п. Новошахтинский стараниями трудотрядовцев СУЭК будут облагорожены парковая зона, а также сквер «Трудовая слава». В п. Липовцы отряд школьников займется благоустройством территории, прилегающей к Дому культуры, в районе школы и церкви поселка. Трудоустройство детей на время летних каникул стало воз-



можным благодаря совместной работе Фонда «СУЭК–РЕГИОНАМ», администраций Новошахтинского и Липовецкого городских поселений, центров занятости населения Михайловского и Октябрьского районов.

Проект «Трудовые отряды СУЭК» реализуется на территории Приморского края с 2013 г. Его цель – привлечь подростков к реализации социально значимых проектов по благоустройству, формирование трудовых навыков у молодежи в целях профилактики безнадзорности и правонарушений в подростковой среде. Приоритет отдается детям работников предприятий СУЭК, расположенных в крае, а также детям из малообеспеченных семей.

Проект «Трудовые отряды СУЭК» начал работу в Красноярском крае в 2005 г. СУЭК обеспечивает на время летних каникул временную занятость и финансирование труда школьников на важных для городской и районной инфраструктур объектах. Проект получил широкое признание и неоднократно признавался лучшим социальным проектом России.

Экологический марафон Зубочистка получил Гран-при Всероссийского конкурса «Создавая будущее»

В Санкт-Петербурге в июне 2019 г. прошла церемония награждения победителей VI Всероссийского конкурса лучших практик работодателей в социогуманитарной сфере «Создавая будущее». АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) стало победителем конкурса в нескольких номинациях, в том числе получила Гран-при в номинации «Корпоративный туризм» за проект Зубочистка.

Учредителями и организаторами этой акции, впервые состоявшейся в Год экологии в России, выступили Областной департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области, Фонд «СУЭК – РЕГИОНАМ», МУП «Поднебесные Зубья», Администрация г. Междуреченска. Участники экомарафона – делегации работающей молодежи из десяти крупных компаний и организаций, входящих в состав Совета работающей молодежи Кузбасса. В прошлом году к ним присоединилась и группа бойцов кузбасского трудового отряда СУЭК.

Более сотни молодых людей на своеобразном субботнике проходят по различным маршрутам района Поднебесные зубья, собирая мусор, оставленный нерадивыми туристами. Длина одного из таких маршрутов составляет более 20 км. Одновременно с уборкой мусора участники экомарафона получают возможность насладиться удивительной по своей красоте природой здешних мест, совершить восхождение на пик Поднебесный.



В рамках экомарафона проводятся также различные тренинги, направленные на развитие коммуникативных и ораторских способностей, лидерских качеств, обмен опытом работы советов молодежи.

«Инициатива проведения Зубочистки принадлежит компании «СУЭК-Кузбасс». Мы поддержали ее, и сегодня экомарафон стал уже одним из признанных брендов молодежного движения Кузбасса, – говорит начальник Департамента молодежной политики и спорта Кемеровской области **Антон Пятовский**. – Данный проект вполне вписывается и в тренд, с которым сегодня живет регион – «Чистый уголь – зеленый Кузбасс». Большинство участников Зубочистки – молодые специалисты, будущие руководители производств. Они должны видеть эту первозданную красоту Кузбасса и стараться ее сохранить».

Конкурс «Создавая будущее» направлен на анализ и обобщение корпоративных практик по развитию персонала, направленных на формирование нового типа лидерства; проектов и программ, направленных на продвижение здорового образа жизни, массового спорта и здоровьесберегающих технологий; проектов и программ, направленных на комплексное развитие сотрудников и формирование активной жизненной позиции. Организатор – Ассоциация граждан и организаций по содействию развитию корпоративного образования «МАКО» при поддержке Общественной палаты РФ.

Открытые горные работы и управление логистикой в угледобывающей отрасли Индонезии

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-108-109>

ЗЕНЬКОВ Игорь Владимирович

Доктор техн. наук, Заслуженный эколог РФ, профессор Сибирского федерального университета, профессор ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», 660049, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

В статье представлен краткий обзор состояния добычи угля открытым способом на восточном побережье Индонезии. По космоснимкам высокого разрешения определены основные параметры логистических цепей при транспортировке угля от экскаваторных забоев до выхода сухогрузов в открытый океан.

Ключевые слова: восточное побережье Индонезии, открытые горные работы, системы разработки, экскаваторно-автомобильные комплексы, управление логистикой, речные и морские погрузочные терминалы.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы Индонезия уверенно входит в десятку стран по объему добычи угля открытым способом. За последние 20 лет в Индонезии продолжилось увеличение объема добычи угля, начавшейся в начале 1980-х годов. Площадь разрабатываемых участков угольных месторождений за 35 лет увеличилась в тысячи раз. В настоящее время весь объем добычи угля на уровне 400 млн т географически сконцентрирован в полосе, протянувшейся вдоль восточного побережья о. Калимантан. Полоса протяженностью 1000 км с севера на юг и шириной 12-100 км имеет два пережатия (см. рисунок).



Расположение участков разрабатываемых угольных месторождений в Индонезии на снимке из космоса, 2018 г.

ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ В ИНДОНЕЗИИ

На исследуемой территории выделено три сектора: северный, центральный и южный, в границах которых сконцентрирована добыча угля. Границы выделенных секторов обведены линиями желтого цвета (см. рисунок).

Северный сектор расположен на острове между 4° 08' северной широты и 1° 58' северной широты. Весь добытый уголь транспортируют автосамосвалами с добычных уступов в береговую зону рек, русла которых вытянуты в широтном направлении. Уголь с прибрежных складов загружают в сухогрузы класса «река – море» грузоподъемностью 20000-25000 т. Расстояние транспортировки угля по рекам до выхода в открытый океан не более 80 км. В этом секторе на реках на одновременной погрузке могут находиться 20 сухогрузов. Время загрузки одного корабля составляет 8-10 ч. В границах сектора работают 17 угольных разрезов и 16 речных терминалов. Центральный сектор находится между 0° 53' северной широты и 1° 17' южной широты.

В этом секторе уголь транспортируют по рекам до выхода в океан на расстояние до 300 км. Кроме этого, на морском побережье обустроены четыре морских терминала, на которых под одновременной загрузкой могут находиться пять балкеров грузоподъемностью 150000-180000 т каждый. На морские угольные склады уголь транспортируют автомобильным транспортом на расстояние до 12 км. С одного крупного разреза уголь подают по конвейеру протяженностью 15,5 км с поверхностного прикарьерного склада через промежуточный склад на корабль. В этом секторе кроме морских балкеров на речных перегрузочных складах одновременно под погрузку можно установить 51 сухогруз класса «река – море». В этом секторе работают 39 угольных разрезов и 32 морских и речных терминала.

Южный сектор находится между 1° 42' южной широты и 4° 01' южной широты. В этом секторе уголь транспортируют по рекам до выхода в океан на расстояние до 170 км. Кроме этого, на морском побережье обустроено шесть морских терминалов, на которых под одновременной загрузкой могут находиться шесть крупнотоннажных балкеров. На прибрежные морские угольные склады уголь транспортируют автомобильным транспортом на расстояние не более 30 км, а на речные склады – до 80 км. В этом секторе кроме морских балкеров одновременно под погрузку на речных перегрузочных складах может быть установлено 24 сухогруза класса «река – море». В этом секторе работают 36 угольных разрезов и 18 морских и речных терминалов.

Отметим общее для всех исследуемых секторов. Системы разработки – одно- или двухбортовые – в зависимо-

сти от горно-геологического строения угольных месторождений. На вскрышных работах задействованы мощные экскаваторно-автомобильные комплексы – гидравлические экскаваторы с вместимостью ковша 18-24 м³ и автосамосвалы грузоподъемностью 200-260 т. Только на одном разрезе может находиться в работе на экскавации и транспортировке вскрышных пород 14-15 экскаваторов и 80 автосамосвалов. На добыче угля используют аналогичные комплексы, состоящие из экскаваторов с вместимостью ковша 10-12 м³ и автосамосвалов грузоподъемностью 90-130 т. Дальность транспортировки вскрыши на отвалы не превышает 1-2 км, а угля на поверхностные расходные склады – 2-3 км. Последние также выполняют роль усреднительных складов. В отдельных случаях расстояние транспортировки угля до речных терминалов может достигать 80 км. Экваториальный климат делает реки полноводными. При этом ширина речных русел в зоне интенсивного судоходства составляет, как правило, более 250 м. В каждом секторе имеет место высокий уровень развития речной логистики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в Индонезии состояние открытых горных работ и развитость инфраструктурных логистических объектов в увязке с сухопутной и речной транспортной составляющей позволяют сделать вывод о высокой степени механизации труда на угольных разрезах, на которых суммарно можно добывать ежегодно не менее 400 млн т. Масштабным поставкам угля на экспорт способствует развитость речной сети с выходом в океан, по которой перевозится не менее 80% добытого угля.

UDC 622.271(910) © I.V. Zenkov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •
Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 7, pp. 108-109

Title
**SURFACE MINING AND LOGISTICS MANAGEMENT
IN THE INDONESIAN COAL INDUSTRY**

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-108-109>

Author

Zenkov I.V.^{1,2}

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

Authors' Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Merited Ecologist of the Russian Federation, Professor, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Abstract

The article provides a brief overview of the state of open pit mining on the east coast of Indonesia. The high-resolution satellite imagery identifies the main parameters of the logistics chains when transporting coal from excavator faces to the exit of dry cargo ships into the open ocean.

Keywords

East Coast Indonesia, Surface mining, Development systems, Excavator-car complexes, Logistics management, River and sea loading terminals.

В Хакасии стартовал очередной сезон трудовых отрядов СУЭК

Летом 2019 г. 258 подростков в Республике Хакасия будут работать на благо своих городов и сел в трудовых отрядах СУЭК.

Сибирская угольная энергетическая компания уже шестой год подряд финансирует летнюю трудовую занятость несовершеннолетних граждан региона на территориях своего присутствия в Хакасии: г. Черногорск, Алтайский, Бейский, Усть-Абаканский районы. СУЭК берет на себя расходы по оплате труда, рабочей формы и др.

Партнерами СУЭК в реализации этого проекта являются администрации муниципальных образований и службы занятости.

«Желающих работать в трудовом отряде СУЭК всегда много, - рассказывает и.о. генерального директора ООО «СУЭК-Хакасия» **Владимир Азев.** – Количество заявлений превышает число рабочих мест, что свидетельствует о привлекательности того труда, которым заняты подростки. Ребята делают много полезной для своих населенных пунктов работы: благоустраивают объекты образования и культуры, заботятся о мемориалах, помогают пожилым людям, убирают мусор в местах массового отдыха на водоемах, обеспечивая комфорт и безопасность для сотен земляков. Компа-



ния СУЭК стремится прививать молодежи чувство ответственности за свою малую родину и за всю Россию, и в этом плане работа в трудовом отряде, безусловно, важный этап и формирования активной жизненной позиции у подростков».

На днях с участием партнеров проекта и бойцов трудовых отрядов из всех муниципалитетов Хакасии состоялось торжественное открытие нового сезона работы. Здесь ребята дали клятву достойно трудиться, а также узнали, что новинкой трудового сезона 2019 г. является возможность для подростков из первых рук получить информацию о деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) нашей страны. В июле 2019 г. трудовые отряды примут участие в Молодежном производственном совещании, где смогут озвучить свои вопросы по ключевым темам развития ТЭК: повышение энергоэффективности, внедрение инноваций и природоохранных технологий. По итогам совещания сотрудники компании «СУЭК-Хакасия» отберут лучшие вопросы и отправят в Минэнерго России. Авторы интересных вопросов будут приглашены на международный форум «Российская энергетическая неделя», который пройдет в Москве.

Зарубежная панорама

ОТ РЕДАКЦИИ

Вниманию читателей предлагаются краткие «Зарубежные новости»

ОТ АО «РОСИНФОРМУГОЛЬ»



<http://www.rosugol.ru>

Более полная и оперативная информация по различным вопросам состояния и перспектив развития мировой угольной промышленности, а также по международному сотрудничеству в отрасли представлена в выпусках «Зарубежные новости», подготовленных АО «Росинформуголь» и выходящих ежемесячно на отраслевом портале «Российский уголь» (www.rosugol.ru).

Информационные обзоры новостей в мировой угольной отрасли выходят периодически, не реже одного раза в месяц. Подписка производится через электронную систему заказа услуг.

По желанию пользователя возможно получение выпусков по электронной почте.

По интересующим вас вопросам обращаться по тел.: +7(499)681-39-64, e-mail: market@rosugol.ru – отдел маркетинга и реализации услуг.



В ДОНЕЦКЕ НА ШАХТЕ им. СКОЧИНСКОГО ВВЕЛИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВУЮ ЛАВУ

25 апреля 2019 г. на шахте им. Скочинского ввели в эксплуатацию новую лаву, которая позволит предприятию добывать в день около 1,5 тысяч тонн угля на протяжении шести лет. Об этом заявили в пресс-службе министерства угля и энергетики ДНР.

«На шахте им. Скочинского всегда только высококачественный уголь, который особо востребован в Республике, он обеспечивает прочность связки угольщиков, обогатителей, коксохимиков и металлургов ДНР. Наш уголь – это первое звено в этой цепи, он дает работу, рабочие места в этих отраслях», - отметил министр угля и энергетики ДНР Алексей Василенко.

Новая лава является третьим действующим забоем шахты с начала года. Это дало возможность для открытия свободных вакансий для работы на предприятии ГП «ДУЭК». Вместе с тем работа на новой лаве будет проходить в достаточно сложных горно-геологических условиях. Лава находится на глубине 1300 м под землей, где, в перспективе, ежедневно шахтерам предстоит добывать от 4750 до 5000 т угля.

Источник: <https://www.donetsk.kp.ru/>

РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ НАЧАЛ ВЫВОЗИТЬСЯ ЧЕРЕЗ ФИНЛЯндиЮ

Российский уголь начал вывозиться через Финляндию, маршрут может обеспечить экспорт около 2,5 млн т в год. Такой же объем вскоре будет способен обслужить Калининград, а уголь в Турцию железнодорожники предлагают отправлять через Грузию.

Если ранее, в 2017 г., через Финляндию было перевезено всего 200 тыс. т угля, то в 2018 г. уже около 700 тыс. т, а на 2019 г. потребность составляет 2,5 млн т. Отмечается, что финское направление пробуют многие российские грузоотправители, а портовая инфраструктура страны готовится к тому, чтобы «осуществлять высокоэкологичную перевалку этих грузов».

Железные дороги двух стран активно взаимодействуют, и уже в 2019 г. планируется запустить систему, когда через электронную торговую площадку (ЭТП ГП) ОАО РЖД можно будет загружать российские вагоны в Финляндии, чтобы они не возвращались порожняком.



Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения

Максимович Н.Г., Пьянков С.В.

Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения: монография.

Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2018. 288 с.
ISBN 978-5-7944-3181-0



В конце 2018 г. при поддержке РФФИ (проект № 18-15-00054) вышла в свет новая монография заслуженного эколога РФ *Николая Максимовича* и профессора *Сергея Пьянкова*, в которой изложена концепция, позволяющая изменить существующий в настоящее время подход к решению экологических проблем Кизеловского угольного бассейна (КУБ) (Пермский край) и улучшить ситуацию.

Ликвидированный в начале XXI века КУБ фактически является зоной экологического бедствия. Добыча угля здесь велась с 1796 г. в основном подземным способом. В горных выработках природные воды взаимодействовали с богатыми сульфидной серой горными породами и преобразовывались в кислые. Водоприитоки в шахты достигали 2000 м³/ч, чему способствовала высокая закарстованность территории. За год в поверхностные водотоки, практически без очистки, сбрасывалось более 100 млн куб. м кислых (рН 1-3) сточных вод.

В настоящее время насчитывается 19 изливов кислых шахтных вод, содержание железа в которых может достигать до 16 тыс. предельно допустимых концентраций (ПДК), марганца – до двух тысяч ПДК, алюминия – до тысячи ПДК, некоторых тяжелых металлов – 10 и более ПДК. Объемы изливов достигают 62 млн куб. м в год, в первую очередь оказывая негативное воздействие на близлежащие реки и родники.

В монографии рассмотрено влияние геохимических особенностей угленосной толщи на экологическую обстановку, охарактеризованы причины формирования кислых шахтных вод и стоков с отвалов, дана комплексная оценка состояния трех речных бассейнов (рек Яйвы, Косьвы и Чусовой) с использованием ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли, приводится характеристика химического состава вод и донных отложений на основе данных за многолетний период.

Разрабатываемые последние 20 лет мероприятия на территории КУБа не были реализованы ввиду высокой стоимости и низкой экологической эффективности. Авторы монографии на основе детального анализа складываю-

щейся экологической обстановки предложили концепцию комплексного подхода к уменьшению негативного воздействия шахт ликвидированного угольного бассейна на окружающую среду.

При написании книги авторы использовали «Геоэкологическую геоинформационную систему Кизеловского угольного бассейна», разработанную в Пермском университете и Естественнонаучном институте при поддержке гранта РФФИ и Русского географического общества. Эта система позволяет осуществить регулярный мониторинг и оперативно оценивать экологическую обстановку. На её основе возможно разрабатывать и обосновывать природоохранные мероприятия и принимать управленческие решения.

Ученые предлагают сконцентрироваться на уменьшении объемов излившихся на поверхность шахтных вод и их очистке с помощью отходов содового производства, на очистке стоков с отвалов и восстановлении экосистем загрязненных рек. В целом предлагаются принципиально новые подходы, часть которых уже прошла опытно-промышленные испытания и защищена патентами.

Основные положения исследований были изложены и одобрены на совещании у заместителя министра энергетики Российской Федерации А.Б. Яновского (26.11.2018).

Книга предназначена для экологов, работников природоохранных организаций, гидрологов, геологов, геохимиков, проектировщиков, геоинформатиков, а также для преподавателей и студентов.

В.И. КЛИШИН

Директор Института угля
Федерального исследовательского
Центра угля и углехимии Сибирского отделения РАН

О.Ю. МЕЩЕРЯКОВА

Старший научный сотрудник
Естественнонаучного института ФГБОУ ВО
«Пермский государственный национальный
исследовательский университет»

По вопросам приобретения монографии обращаться
по тел.: +7 (342) 2-396-289, e-mail:olgam.psu@gmail.com



ГУСЕВ Сергей Михайлович

(18.12.1951 – 10.06.2019)

10 июня 2019 г. ушел из жизни горный инженер, кандидат техн. наук, высококвалифицированный специалист-аналитик угольной промышленности, бывший директор по информационным ресурсам и член Совета директоров АО «Росинформуголь» – Сергей Михайлович Гусев.

Сергей Михайлович родился в г. Петрозаводске Карельской АССР. Окончил в 1974 г. Московский горный институт (МГИ) по специальности «Технология и комплексная механизация открытой разработки месторождений полезных ископаемых», а затем аспирантуру этого института.

После успешной защиты кандидатской диссертации в 1976-1980 гг. он трудился младшим научным сотрудником МГИ, затем старшим научным сотрудником Всесоюзного научно-исследовательского института комплексных топливно-энергетических проблем при Госплане СССР. В период 1986-1990 гг. Гусев С.М. работал старшим научным сотрудником, затем заведующим лабораторией балансов угольной продукции института ЦНИЭИуголь.

В 1990-1992 гг. Сергей Михайлович трудился заместителем начальника подотдела Сводного отдела экономики ТЭК и балансов Министерства экономики Российской Федерации.

В 1993 г. он перешел на работу в Государственное предприятие «Российская угольная компания» (Росуголь) на должность заместителя начальника отдела, затем, с 1995 г., работал начальником отдела Управления перспективного развития и реструктуризации компании «Росуголь».

Начиная с 1999 г. и почти 20 лет Сергей Михайлович проработал в ЗАО (затем АО) «Росинформуголь» заместителем начальника информационно-аналитического отдела, затем начальником отдела и директором по ин-

формационным ресурсам. Он являлся руководителем и непосредственным исполнителем ряда основополагающих научно-исследовательских и информационно-аналитических работ, выполняемых по заказу Минэнерго России: «Разработка долгосрочной программы развития угольной промышленности на период до 2030 года» (2010); «Исследования и анализ производственной и финансовой деятельности шахт Анжеро-Судженского городского округа и Прокопьевско-Киселевского района Кемеровской области и разработка прогноза социально-экономического развития производственно-региональных комплексов» (2012); «Разработка научно обоснованных предложений по стратегическим направлениям технологического развития и импортозамещения в угольной промышленности» (2017) и др., являлся соавтором многих нормативно-правовых документов, связанных с реструктуризацией и перспективой развития угольной промышленности России, награжден многими отраслевыми наградами.

Сергей Михайлович был незаурядной личностью – не только талантливым горным инженером-аналитиком, но и увлеченным автолюбителем. Его отличали трудолюбие, честность, высокая порядочность и принципиальность, редкостная скромность.

Светлая память о замечательном человеке Сергее Михайловиче Гусеве навсегда сохранится в наших сердцах.

Друзья и коллеги по работе в угольной промышленности СССР, России и АО «Росинформуголь», редакционная коллегия и редакция журнала «Уголь» глубоко скорбят по случаю ухода из жизни Сергея Михайловича Гусева и выражают глубокие соболезнования его родным и близким.

Социальный проект СУЭК – лучший в России

В Москве прошло объявление итогов ежегодной программы «Лучшие социальные проекты России». В рамках торжественной церемонии награждения объявлено, что АО «СУЭК» стало победителем программы в номинации «Поддержка одаренных детей и молодежи» за проект «Шахматы – шахтерским регионам».

Программа развития шахмат направлена на приобщение к шахматам детей, создание условий для развития этого вида спорта в стране, и расширение доступа к нему имеет колоссальный потенциал. Компания внедряет обучение шахматам в общеобразовательных школах, организует шахматные турниры для детей и взрослых, проводит шах-



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

матные фестивали с участием гроссмейстеров. Общеобразовательные школы, внедряющие шахматы в систему обучения, получают оборудование и методическую литературу, для них проводятся мастер-классы, привлекаются опытные

тренеры. В 16 образовательных учреждениях территорий присутствия СУЭК в 2018 г. открыты шахматные классы, проектом охвачено более 3,5 тыс. школьников.

«Лучшие социальные проекты России» призваны выявить лучшие проекты в сфере благотворительности и меценатства, реализованные на территории нашей страны. Организатор программы – фонд «Социальные проекты», основной деятельностью которого являются организация и проведение общественно значимых мероприятий.



Мастер-классы

Мастер-классы предложат возможности для проведения учебно-практических презентаций по передовым методам и технологиям, применяемым в горнодобывающей отрасли

Конференция

Двухдневная конференция, затрагивающая ключевые тенденции в области госрегулирования недропользования, модернизации производства, развития геолого-поисковых исследований и привлечения финансирования в проекты

Выставка

В период с 9 по 10 октября 2019 года в рамках форума состоится отраслевая выставка инновационных решений и инвестиционных проектов в горнорудной индустрии

Конкурсы

В рамках форума состоится 2-й конкурс-акселератор горных проектов МайнВенчур и 3-й конкурс инновационных решений и технологий МайнТек

РОССИЯ

ООО «Горнопромышленный форум МАЙНЕКС»
Россия, 115419, г. Москва, ул. Шаболовка, д. 34, строение 5, помещение II, комната 3
ru@minexforum.com

+7 495 128 35 77

КАЗАХСТАН

ТОО «Горный Форум»
Республика Казахстан, 01000, г. Нур-Султан, район Байконур, ул. Акжол, д. 24/2, 2 этаж, кабинет №4
kz@minexforum.com

+7 717 269 68 36

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Advantix Ltd
35A Green Lane, Northwood
Middlesex, HA6 2PX,
United Kingdom
uk@minexforum.com

+44 192 382 28 61



MiningWorld
Russia

MiningWorld

24-я Международная выставка
машин и оборудования
для добычи, обогащения
и транспортировки
полезных ископаемых

21–23 апреля 2020
Москва, Крокус Экспо

Подробнее о выставке
miningworld.ru



**ДОБЫВАЯ
УСПЕХ**



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750 08 28