

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

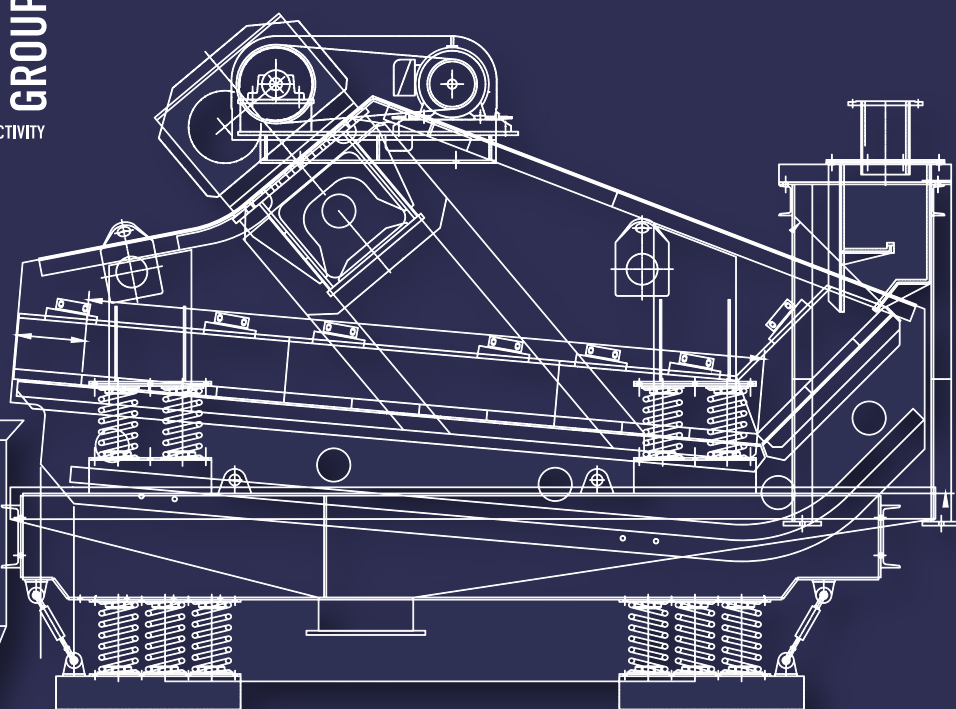
УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

2-2020

TAPP GROUP
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY



РЕКЛАМА

ДИГИДРАЦИЯ

Подробнее на стр. 83

VS

**ОСАДИТЕЛЬНО-
ФИЛЬТРУЮЩАЯ
ЦЕНТРИФУГА**



**ООО «МСС-СИСТЕМС» –
 единственный официальный представитель
 ENVEA SWR engineering в России**

Экологический мониторинг состояния воздуха угольных ТЭС



ПРОБЛЕМА

Угольные ТЭС являются источником загрязнения окружающей среды в результате концентрирования большого количества микроэлементов в выбросах в атмосферу летучей золы ТЭС. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду и население необходимо внедрение непрерывного контроля за содержанием микроэлементов в летучей золе ТЭС.

РЕШЕНИЕ

Измеритель концентрации пыли непрерывного действия ProSens.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- проверенный трибоэлектрический метод;
- измерение концентрации пыли в трубопроводах больших диаметров;
- простой монтаж и ввод в эксплуатацию;
- измерение концентрации пыли во взрывоопасных зонах;
- измерение концентрации пыли при высоких температурах;
- интеграция в систему экологического мониторинга.

МОДИФИКАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Показатели	ProSens 150	ProSens 250	ProSens 500
Температура процесса, °С	150	250	500
Выход 4-20 мА	Да	Да	Да
RS 485	Да	Да	Да
Измерение пылевых выбросов, мг/м ³	Да	Да	Да
Длина стержня сенсора, мм	500, 1000	500, 1000	500, 1000

ООО «МСС-СИСТЕМС»

127055, г. Москва, ул. Бутырский Вал, д.68

• тел./факс: +7 (495) 638-54-07 • e-mail: mail@imkosystems.ru • www.imkosystems.ru

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

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

Иностранные члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ**,

доктор техн. наук, чл.-корр. Польской

академии наук, Польша

Сергей НИКИШИЧЕВ, комп. лицо FIMMM,

канд. экон. наук, Великобритания, Россия,

страны СНГ

Проф. **Любен ТОТЕВ**,

доктор наук, Болгария

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ФЕВРАЛЬ

2-2020 /1127/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Дудин А.А., Вахрушев Е.В., Матвеев А.С., Кириллов И.Б., Лапшин А.В., Дацкевич Н.Ю.

Формирование консолидированного массива анкерной крепью серии АБ

в условиях сильноотрещиноватых пород непосредственной кровли угольного пласта _____ 4

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Рубцов А.А.

Безопасное крепление подземных горных выработок _____ 8

Насонов М.Ю., Лыков Ю.В., До Дык Чонг

Исследование ресурса и долговечности металлических конструкций экскаваторов

после истечения срока эксплуатации _____ 13

Козлов В.В.

Аналитические исследования процесса погрузки угля при фронтальном

перемещении агрегата на забой _____ 18

АО «СУЭК»

Бригада Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана компании «СУЭК-Кузбасс»

установила новый российский рекорд годовой добычи _____ 21

ГЕОМЕХАНИКА

Кузин Е.А., Халкечев К.В.

Математическая модель определения формы устойчивого целика

поликристаллической структуры в углевмещающих породах _____ 22

АО «СУЭК»

Мировой рекорд по экскавации горной массы установлен на разрезе «Восточный»

компании СУЭК _____ 26

БЕЗОПАСНОСТЬ

Черданцев С.В., Филатов Ю.М., Шлапаков П.А.

Режимы диффузионного горения мелкодисперстных пылегазовоздушных смесей

в атмосфере горных выработок _____ 27

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Кулецкий В.Н., Жунда С.В., Довженок А.С.

Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза

в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования _____ 35

АО «СУЭК»

На разрезе «Заречный» компании «СУЭК-Кузбасс» установлен новый мировой рекорд

производительности _____ 41

АО ХК «СДС-Уголь»

Установлен новый рекорд на экскаваторе ЭКГ-18 _____ 42

ЭКОНОМИКА

Галиев Ж.К., Галиева Н.В.

Конкурентоспособность крупных угледобывающих предприятий _____ 43

Новоселов С.В.

Проблема оценки техногенного воздействия на экологию странами – лидерами

по производству и потреблению энергии _____ 48

Степанов О.А.

О перспективах развития надзора в угольной промышленности

в условиях совершенствования законодательства о госконтроле _____ 51

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

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

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,034
(без самоцитирования – 0,696)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,538
(без самоцитирования – 0,378)

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 03.02.2020.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,0 + 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 № 76018

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

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2020

АО ХК «СДС-Уголь»

На шахте «Листвяжная» испытали беспилотный грузовик _____ 53

РЫНОК УГЛЯ

Горбунова М.Л., Ливанова Е.Ю., Морозова Т.С., Куасси Д.Я.

Анализ экспортной деятельности лидеров российской угольной промышленности _____ 55

НЕДРА

Штейнцайг М.Р.

Повышение эффективности использования ресурсной базы

Свободненского месторождения высокобитуминозных бурых углей

за счет создания предприятий малотоннажной углехимии в Амурской области _____ 62

ЭКОЛОГИЯЗеньков И.В., Морин А.С., Бровина Т.А., Кондрашов П.М., Кирюшина Е.В.,
Федоров А.Б., Павлова П.Л., Вокин В.Н., Веретеннова Т.А., Брежнев Р.В.

О создании федерального центра дистанционного мониторинга экологии

горного производства в угледобывающей отрасли _____ 68

Ибатов М.К., Кадыров А.С., Пак И.А., Кадырова И.А., Аскаров Б.Ш.

Результаты экспериментальных исследований работы емкостного оборудования

ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта _____ 73

ВОПРОСЫ КАДРОВ

Юнглодт С.В., Ботвенко Л.А., Холодов П.П.

Повышение профессиональной компетентности руководителей горных работ –

залог безопасного труда _____ 79

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Дегидрационный комплекс AURY или осадительно-фильтрующая центрифуга? _____ 83

ХРОНИКА

Хроника. События. Факты. Новости _____ 84

ЮБИЛЕИ

Качармин Семен Дмитриевич (к 100-летию со дня рождения) _____ 3 с. обл.

Список реклам

AURY	1-я обл.	Выставка Уголь России и Майнинг	4-я обл.
МСС-СИСТЕМС	2-я обл.	НПП Завод МДУ	33
Поздравление юбиляру	3-я обл.		

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,034 (без самоцитирования – 0,696).

Журнал «Уголь» входит

в международные реферативные базы данных и систем цитирования

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

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США).
Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO Publishing
(www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических библиотек
по всему миру. EBSCO имеет партнерские отношения с библиотеками на протяжении
уже более 70 лет, обеспечивая содержание исследований качества, мощные технологи-
гии 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 от-
крытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация нау-
ки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по степе-
ни видимости материалов в Google Scholar.

Подписные индексы:– Каталог Роспечати «Газеты. Журналы» – **71000, 71736, 73422**– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717, 87776, Э87717**– 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

YAKOVLEV D.V., Dr. (Engineering), Prof., Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

Foreign members of the editorial council:

Prof. **Guenther APEL**, Dr.-Ing., Essen, 45307, Germany

Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering), Freiberg, 09596, Germany

Prof. **Jozef DUBINSKI**, Dr. (Engineering), Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, Poland

Sergey NIKISHICHEV, FIMMM, Ph.D. (Economic), Moscow, 125047, Russian Federation

Prof. **Luben TOTEV**, Dr., Sofia, 1700, Bulgaria

Ugol' Journal Edition LLC

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

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

Established in October 1925

FOUNDERS

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

FEBRUARY
2' 2020

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

Dudin A.A., Vachrushev E.V., Matveev A.S., Kirillov I.B., Lapshin A.V., Datskevich N.Yu.

Formation of a consolidated massif with an AB series anchor support in conditions of highly fractured rocks of a direct coal seam roof _____ 4

COAL MINING EQUIPMENT

Rubtsov A.A.

Safety fastening of underground mine workings _____ 8

Nasonov M.Yu., Lykov Yu.V., Do Duc Trong

The study of the resource and durability of metal structures of excavators after the expiration of the service life _____ 13

Kozlov V.V.

Analytical studies of the process of loading coal in the frontal movement of the unit on the face _____ 18

GEOMECHANICS

Kuzin E.A., Khalkechev K.V.

Mathematical model for determining the shape of a stable pillar of a polycrystalline structure in carbon-bearing rocks _____ 22

SAFETY

Cherdantsev S.V., Filatov Yu.M., Shlapakov P.A.

Modes of diffusion combustion of fine dust-gas-air mixtures in the atmosphere of mine workings _____ 27

PRODUCTION SETUP

Kuletsky V.N., Zhunda S.V., Dovgenok A.S.

Organization of ensuring the safety of production processes in a coal mine in the face of an increase in the capacity of mining equipment _____ 35

ECONOMIC OF MINING

Galiev Zh.K., Galieva N.V.

Efficiency of functioning of the large coal-mining enterprises _____ 43

Novoselov S.V.

Problem assessment of technogenic impact by the leading countries in terms of energy production and consumption _____ 48

Stepanov O.A.

On the prospects for the development of supervision in the coal industry in the context of improving legislation on state control _____ 51

COAL MARKET

Gorbunova M.L., Livanova E.Yu., Morozova T.S., Kouassi D.Ya.

Analysis of the export activities of the leaders of the Russian coal industry _____ 55

SUBSOIL USE

Shteincaig M.R.

Improving the efficiency of using the resource base of the Svobodnensky deposit of high bituminous brown coal due to the creation of small-tonnage coal chemistry enterprises in the Amur Region _____ 62

ECOLOGY

Zenkov I.V., Morin A.S., Brovina T.A., Kondrashov P.M., Kiryushina E.V., Fedorov A.B., Pavlova P.L., Vokin V.N., Veretenova T.A., Brezhnev R.V.

About the creation of a federal center for remote monitoring of the ecology of mining in the coal industry _____ 68

Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Pak I.A., Kadyrova I.A., Askarov B.Sh.

The results of experimental studies of the capacitive equipment of ultrasonic cleaning of exhaust gases of vehicles _____ 73

STAFF ISSUES

Yungblyudt S.V., Botvenko L.A., Kholodov P.P.

Improving the professional competence of mining managers is the key to safety _____ 79

COAL PREPARATION

AURY dehydration complex or a precipitation filter centrifuge? _____ 83

CHRONICLE

The chronicle. Events. The facts. News _____ 84

ANNIVERSARIES

Kacharmin Semen Dmitrievich (to a 100-anniversary from birthday) _____ 3 c. 06n.

Формирование консолидированного массива анкерной крепью серии АБ в условиях сильнотрециноватых пород непосредственной кровли угольного пласта

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-4-7>

ДУДИН А.А.

Заместитель директора
по инженерно-исследовательской работе
ООО «РАНК 2»,
650992, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pf.rank2@yandex.ru

ВАХРУШЕВ Е.В.

Начальник проектного отдела
ООО «РАНК 2»,
650992, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pf.rank2@yandex.ru

МАТВЕЕВ А.С.

Начальник отдела геомеханики
и геотехнологии ООО «РАНК 2»,
650992, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pf.rank2@yandex.ru

КИРИЛЛОВ И.Б.

Директор
ООО «Шахта «Осинниковская»,
652810, г. Осинники, Россия

ЛАПШИН А.В.

Главный инженер
ООО «Шахта «Осинниковская»,
652810, г. Осинники, Россия

ДАЦКЕВИЧ Н.Ю.

Заместитель главного инженера по технологии
ООО «Шахта «Осинниковская»,
652810, г. Осинники, Россия

Для цитирования: Формирование консолидированного массива анкерной крепью серии АБ в условиях сильнотрециноватых пород непосредственной кровли угольного пласта / А.А. Дудин, Е.В. Вахрушев, А.С. Матвеев и др. // Уголь. 2020. № 2. С. 4-7. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-4-7.

ВВЕДЕНИЕ

Формы и характер проявлений горного давления в очистных выработках весьма разнообразны (от небольших перемещений и деформаций горных пород и полезного ископаемого до их разрушения и обрушения; от незначительных нагрузок на крепь до полного вывода ее из строя) и зависят от многих факторов, в том числе от глубины разработки, структуры и механических свойств массива горных пород, мощности и угла залегания полезного ископаемого [1]. Большое влияние на проявления горного давления оказывают производственно-технические условия эксплуатации месторождений, характеризующиеся формой, размерами и расположением выработок, технологией ведения добычных работ, способом управления горным давлением, скоростью подвигания забоев, видом крепи и т.д.

ФОРМА ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

В результате остановки на пять календарных дней очистного забоя 4-1-5-6 ООО «Шахта «Осинниковская» были вызваны деформация и разрушение непосредственной кровли пласта Е5 (рис. 1) впереди очистного забоя, с образованием пустот (куполов) над механизированными секциями, задавливанием и наклоном механизированных секций, вывалом груды забоя по всему простиранию от 1,0 до 4,0 м. При движении очистного комбайна происходило высыпание мелкой раздробленной породы. Работы очистного забоя 4-1-5-6 были не безопасными, так как механизированные секции крепи во временном характере не успевали задвигаться за очистным комбайном, и происходило обрушение пород непосредственной кровли пласта Е5.

Для безопасного запуска и предотвращения негативных последствий на начальном этапе работы очистного забоя были разработаны мероприятия: по выпуску и дроблению негабаритов, смолению груды забоя, запениванию купо-

Статья посвящена технологии и опыту применения анкерной крепи серии АБ (модификации АБ03) в сильнотрециноватом массиве кровли угольного пласта в зоне опорного давления от очистного забоя.

Ключевые слова: анкерная крепь, скрепляющий состав, создание несущего слоя, горное давление.

Вентиляционный штрек № 4-1-5-6


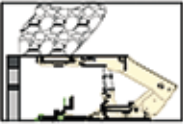

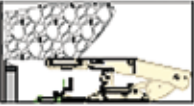

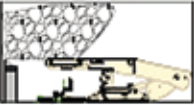

			Ситуация	Ситуация
	136-149 секцию	7 зона		Смоление груди забоя
	126-135 секцию	6 зона	При движение комбайна высыпание мелкой породы (зона нарушения). Купол до 5 м. Забой стоит	Смоление груди забоя
	106-125 секцию	5 зона	Крупноблочное обрушение, негабариты лежат на козырьках. Купол до 2 м, забой ушел до 1,0 м	Выпуск, дробление негабаритов. Смоление груди забоя. Запенивание куполов. Установка анкерной крепи АБ (модификации АБОЗ) в непосредственную кровлю пласта с шагом установки 1,75 м, рис. 2, смоление кровли пласта Е5 впереди очистного забоя
	96-105 секцию	4 зона	Крупноблочное обрушение, негабариты лежат на козырьках. Купол до 2 м, забой ушел до 2,0 м.	Выпуск, дробление негабаритов. Смоление груди забоя. Запенивание куполов. Установка анкерной крепи АБ (модификации АБОЗ) в непосредственную кровлю пласта с шагом установки 1,75 м, рис. 2, смоление кровли пласта Е5 впереди очистного забоя
	55-95 секцию, зона влияния разрезной печи	3 зона	Купола от 3,0 до 20,0 м. Крупноблочное обрушение, задавленные и наклоненные секции. Забой ушел	Выпуск, дробление негабаритов. Подъем и выравнивание лавного конвейера, задвижка лавного конвейера. Задвижка правка. разгорбушивание секций крепи. Смоление груди забоя, запенивание куполов. Установка анкерной крепи АБ (модификации АБОЗ) в непосредственную кровлю пласта с шагом установки 1,75 м, рис. 2, смоление кровли пласта Е5 впереди очистного забоя
	16-54 секцию	2 зона	Сейсмические события (удары). Переход от тяжелых кровель к легким. Мелко раздавленная порода на перед. Купола от 3,0 до 6,0 м. Забой ушел на предел до 4,0 м	Запенивание куполов, смоление груди забоя. Установка анкерной крепи АБ (модификации АБОЗ) в непосредственную кровлю пласта с шагом установки 1,75 м, рис. 2, смоление кровли пласта Е5 впереди очистного забоя
	1-15 секцию	1 зона		Смоление груди забоя
Конвейерный штрек № 4-1-5-6				

Рис. 1. Негативные последствия в лаве № 4-1-5-6

Fig. 1. The negative consequences in the lava 4-1-5-6

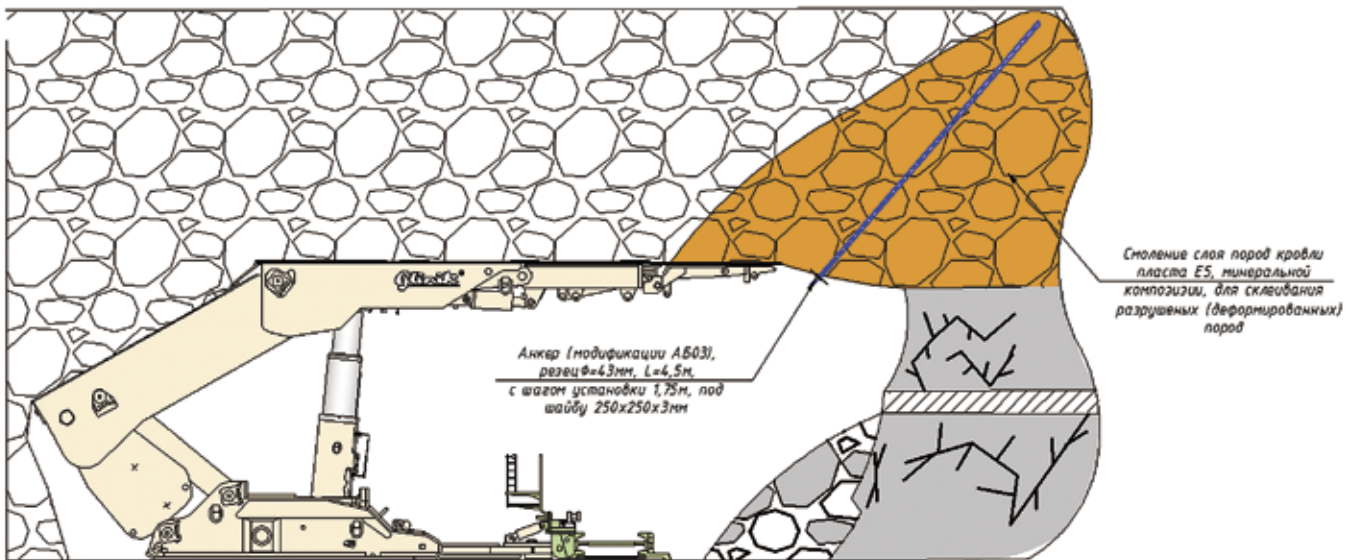


Рис. 2. Технологическая схема установки анкерной крепи АБ (модификации АБ03)
Fig. 2. The technological scheme of installation of anchor support AB (modifications AB03)

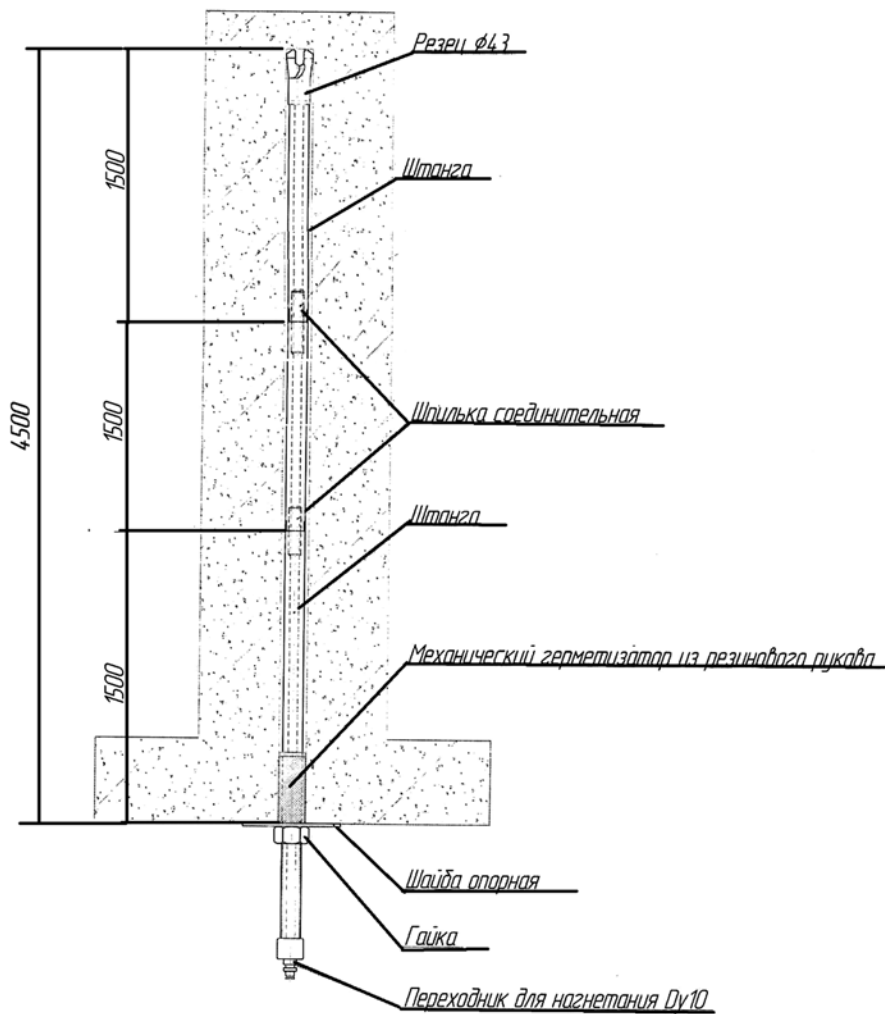


Рис. 3. Конструкция анкера бурового АБ03
Fig. 3. Design of drilling anchor AB03

лов, созданию несущего слоя в непосредственной кровле пласта Е5 впереди очистного забоя при помощи анкерной крепи серии АБ (модификации АБ03) производства компании ООО «РАНК 2».

Установка анкерной крепи серии АБ (модификации АБ03) длиной 4,5 м осуществлялась с очистного забоя в кровлю пласта Е5 (рис. 2) с шагом установки 1,75 м под опорный элемент шайбу (250×250×8 мм).

УСТАНОВКА АНКЕРА (МОДИФИКАЦИИ АБ03)

Установка анкера выполняется без использования буровых штанг за счет наличия специальной буровой коронки диаметром 43 мм. Нарращивание длины анкера для достижения необходимой глубины происходит за счет стыковочных элементов. Закрепление и герметизация анкера (модификации АБ03) осуществлялись в устье шпура механическим герметизатором из резинового рукава и гайки М30. Далее к хвостовику анкера АБ03 подсоединялось оборудование для последующего нагнетания скрепляющих составов, при этом конструкцией анкера АБ03 предусмотрено, что скрепляющий состав поступает в массив от дна шпура через буровую коронку. Данная конструкция имеет значительное преимущество в условиях сильно трещиноватого массива, так как при использовании стандартных анкеров отсутствует возможность подачи скрепляющего состава на большую глубину, что исключает вероятность формирования единого консолидированного массива разрушенной непосредственной кровли. Нагнетание скрепляющего состава выполнялось поинтервално: 10 с выполнялось нагнетание, после чего давалось 15

с для затвердения скрепляющего состава. Далее нагнетание продолжалось с увеличением времени нагнетания на 5 с до момента видимого переизбытка скрепляющего состава в приконтурном массиве очистного забоя 4-1-5-б. Конструкция анкера АБ03 представлена на (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Крепление сильно трещиноватого (разрушенного) массива анкерной крепью (модификации АБ03) с последующим нагнетанием скрепляющего состава для создания несущего слоя в породах непосредственной кровли угольного пласта предотвращает обрушение пород непосредственной кровли впереди очистного забоя [2, 3].

Компания ООО «РАНК 2» является лидером в предоставлении комплексных услуг по креплению горных выработок, производству и поставке анкерных систем. Специалисты компании постоянно совершенствуют существующие способы крепления выработок на горнодобывающих предприятиях.

Список литературы

1. Цимбаревич П.М. Механика горных пород. М.: Углетехиздат, 1948. 184 с.
2. Опыт применения канатных анкеров в качестве крепи усиления демонтажных камер и выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством и методика расчета их параметров. Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2008. 220 с.
3. ГОСТ 21153.1-75. Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протодьяконову.

Original Paper

UDC 622.272:622.281.74 © A.A. Dudin, E.V. Vachrushev, A.S. Matveev, I.B. Kirillov, A.V. Lapshin, N.Yu. Datskevich, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 4-7
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-4-7>

Title FORMATION OF A CONSOLIDATED MASSIF WITH AN AB SERIES ANCHOR SUPPORT IN CONDITIONS OF HIGHLY FRACTURED ROCKS OF A DIRECT COAL SEAM ROOF

Authors

Dudin A.A.¹, Vachrushev E.V.¹, Matveev A.S.¹, Kirillov I.B.², Lapshin A.V.², Datskevich N.Yu.²

¹“RANK 2” LLC, Kemerovo, 650992, Russian Federation

²“Osinnikovskaya” mine LLC, Osinniki, 652810, Russian Federation

Authors' Information

Dudin A.A., Deputy Director for Engineering Research, e-mail: pf.rank2@yandex.ru

Vachrushev E.V., Head of design department, e-mail: pf.rank2@yandex.ru

Matveev A.S., Head of Geomechanics and Geotechnology department, e-mail: pf.rank2@yandex.ru

Kirillov I.B., Director

Lapshin A.V., Chief Engineer

Datskevich N.Yu., Deputy Chief Technology Engineer

Abstract

The paper is devoted to the technology and experience of using AB series anchor supports (modifications AB03) in a highly cracked coal seam roof mass in the zone of reference pressure from the face.

Keywords

Anchor support, Fastening composition, Creation of a bearing layer, Rock pressure.

References

1. Tsimbarevich P.M. *Mekhanika gornyh porod* [Mechanics of rocks]. Moscow, Ugletekhizdat Publ., 1948, 184 p. (In Russ.).

2. *Opyt primeneniya kanatnykh ankerov v kachestve крепи usileniya demontazhnykh kamer i vyrobotok, podderzhivaemykh na granice s vyrobotannym prostranstvom i metodika rascheta ih parametrov* [Experience of use of cable anchors as a support for reinforcement of dismantling chambers and workings supported on the border with the developed space and method of calculation of their parameters]. Kemerovo, Institute of Coal and Coal Chemistry of the Russian Academy of Sciences Publ., 2008, 220 p. (In Russ.).

3. GOST 21153.1-75. *Porody gornye. Metod opredeleniya koeffitsienta kreposti po Protodyakonovu* [Rocks are mining. Method of determining the strength factor according to Protodyakonov]. (In Russ.).

For citation

Dudin A.A., Vachrushev E.V., Matveev A.S. et al. Formation of a consolidated massif with an AB series anchor support in conditions of highly fractured rocks of a direct coal seam roof. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 4-7. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-2-4-7](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-4-7).

Paper info

Received October 19, 2019

Reviewed November 16, 2019

Accepted December 20, 2019

UNDERGROUND MINING

Безопасное крепление подземных горных выработок

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-8-12>



РУБЦОВ А.А.
Горный инженер
АО «Воркутауголь»,
169908, г. Воркута, Россия,
e-mail: rubtsov-68@mail.ru

Статья посвящена вопросам безопасного крепления подземных горных выработок, проводимых комбайнами избирательного действия нового технического уровня или при помощи других горнопроходческих машин соответствующих конструкций, предназначенных для использования при буровзрывном, гидравлическом способах проведения, с применением металлической рамной крепи. Статья информирует о технологии, позволяющей персоналу постоянно находиться под защитой крепи при проведении подземных горных выработок и креплении их посредством применения сегмента крепи, монтируемого на крепеподъемнике с платформой рамной конструкции, которым оборудован исполнительный орган (стрела) горнопроходческой машины. Постоянное нахождение персонала под защитой крепи достигается за счет непрерывности крепи, обеспечиваемой консолями, являющимися частью сегмента. Крепеподъемник с платформой и консоли являются ключевыми элементами, за счет использования которых появляется возможность производить крепление выработок принципиально новым способом. При этом необходимо использовать горнопроходческие машины нового технического уровня.

Ключевые слова: безопасное крепление, крепеподъемник с платформой, консоли, сегмент крепи, горнопроходческие машины нового технического уровня.

Для цитирования: Рубцов А.А. Безопасное крепление подземных горных выработок // Уголь. 2020. № 2. С. 8-12. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-8-12.

ВВЕДЕНИЕ

Технология предназначена для создания безопасных условий труда при проведении и креплении горизонтальных и наклонных горных выработок в любых горно-геологических условиях, доступных для использования проходческих комбайнов избирательного действия нового технического уровня и других горнопроходческих машин соответствующих конструкций, которые могут использоваться при буровзрывном способе (БВС), гидроспособе проведения выработок с применением металлической рамной крепи. Данная технология предлагается автором статьи на основании его изобретения [1].

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОГО КРЕПЛЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

При рассматриваемой технологии используется крепеподъемник с платформой рамной конструкции. Крепеподъемник устанавливается на исполнительный орган комбайна избирательного действия или на сопоставимую по прочностным характеристикам стрелу другой горнопроходческой машины.

Наиболее подходящей для данной технологии является металлическая арочная крепь [2]. Можно при этом использовать другие виды металлической рамной крепи, но при этом верхняки рам должны быть уменьшенной длины, а ножки (стойки) должны содержать элементы, компенсирующие уменьшение длины верхняка, например соответствующие типы универсальной рамной крепи [3]. Это необходимо для того, чтобы верхняки сегмента, смонтированные на платформе крепеподъемника не цеплялись за ножки (стойки) ранее установленной крепи при установке вновь смонтированного сегмента.

В настоящее время крепление призабойного пространства производится методом поочередного монтажа отдельных элементов крепи непосредственно на том месте, где они должны быть установлены. При этом персонал вынужден находиться в незакрепленном пространстве. Применение временной крепи не в полной мере обеспечивает должную безопасность, требуемую нормативными документами [4].

Отличительной особенностью данной технологии является установка крепи методом монтирования сегмента крепи на платформе 2 крепеподъемника, которым оборудован исполнительный орган горнопроходческой машины (рис. 1). Ключевым элементом сегмента являются консоли 14, крепящиеся на верхняк крепи (рис. 2), из которых

формируется консольная часть крепи, обеспечивающая ее непрерывность. Монтаж сегмента производится в закрепленной части призабойного пространства. Смонтированный сегмент подводится при помощи крепеподъемника к месту установки, после чего крепятся ножки и производятся остальные манипуляции по монтажу крепи. Сегмент крепи до установки ножек играет роль временной крепи.

При производстве работ по данной технологии имеется доступ как к нижней части монтируемого сегмента крепи, так и к его верхней части (до установки его на место), что обеспечивает такие дополнительные возможности по монтажу крепи, которые при ныне существующих технологиях невозможны.

Технология способна обеспечить безопасное ведение горных работ за счет того, что у персонала имеется возможность постоянно находиться под защитой крепи при проведении и креплении выработок, что является требованием нормативных документов. Кроме того, данная технология позволяет повысить производительность труда и качество устанавливаемой крепи.

Основными техническими новинками данной технологии являются:

крепеподъемник, который имеет в своем составе платформу 2, представляющую собой металлическую раму, по несущей способности сопоставимую с козырьками секций добычных комплексов, способную выдерживать как статические нагрузки, так и динамические, возникающие при обрушении горной массы с кровли. Платформа передней частью крепится к каретке 1, которая имеет возможность передвигаться с основной 10 частью стрелы на телескопическую 11 при помощи минимум одного домкрата 8, имеющегося на верхней части стрелы. Вместо каретки может использоваться передвигаемый сегмент 9 основной части стрелы. Для перемещения каретки на стреле имеются направляющие 3, 4, 5, 6. Подъем платформы (изменение ее угла по отношению к стреле) производится домкратами 7, закрепленными одной стороной на каретке, а другой – на платформе. Длина платформы зависит от технологических и технических условий проведения выработки (шага крепи, длины исполнительного органа комбайна). Прорез в платформе (рис. 3) необходим для доступа снизу к монтируемому сегменту крепи с целью крепления стяжек 25 хомутами 27 и для удобства крепления дополнительных устройств в виде быстроразъемных колодок 16, которые могут устанавливаться на платформе и позволяют располагать элементы сегмента крепи на разных уровнях и плоскостях.

Платформа может оборудоваться электромагнитами. Колодки и электромагниты обеспечат надежную фиксацию сегмента крепи, находящегося на платформе до его установки на случай значительного вывала горной массы с кровли;

консоль 14 представляет собой отрезок профиля СВП с приваренным перпендикулярно несущим элементом в виде отрезка достаточно прочного профиля (таврового, двутаврового и прочее). Консоли (в количестве нескольких штук) крепятся при помощи хомутов 15 на ближайший от забоя верхняк 13, являющийся частью монтируемого сегмента крепи, образуя консольную часть крепи, необходимую для обеспечения непрерывности крепи.

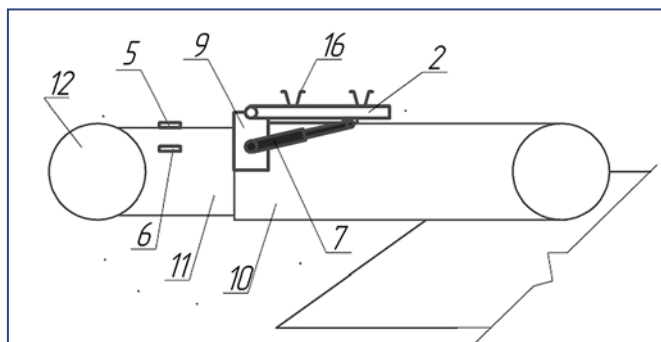


Рис. 1. Исполнительный орган комбайна с крепеподъемником (вид сбоку)

Fig. 1. Executive body of the combine with a hoist (side view)

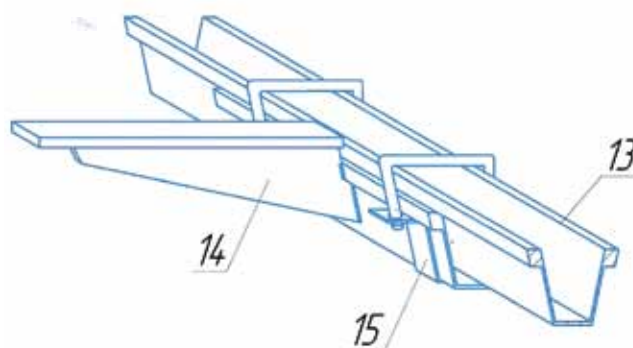


Рис. 2. Консоль, прикрепленная к верхняку

Fig. 2. The console attached to the top

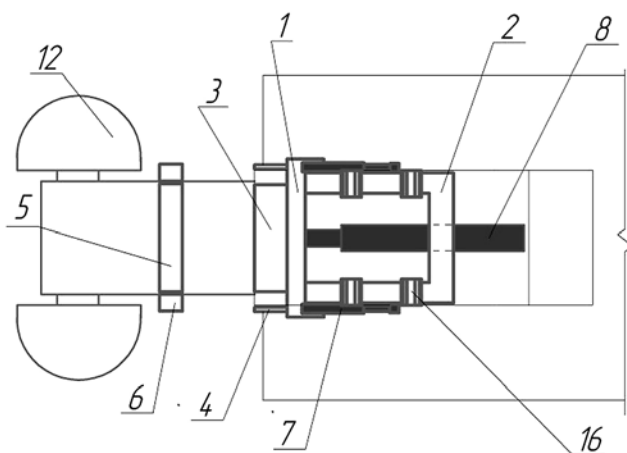


Рис. 3. Исполнительный орган комбайна с крепеподъемником (вид сверху)

Fig. 3. The executive body of the combine with a hoist (top view)

Сегмент крепи (рис. 4) – это конструкция, состоящая из скрепленных верхняков, консольной части крепи и затяжки 24, которая уложена и закреплена поверх данной конструкции. Затяжка может быть любых существующих видов: металлическая (типа ЗМШ), железобетонная (ж/б) и прочие.

Сформированный сегмент, находящийся на платформе крепеподъемника, подводится к месту установки путем перемещения каретки с основной части стрелы на телескопическую и дальнейшим ее выдвиганием под кров-

лю у забоя (рис. 5), таким образом, чтобы дальний от забоя верхняк, составляющий часть сегмента, был подведен под край консольной части ранее установленной крепи, чем и достигается непрерывность крепи.

В состав сегмента может входить один верхняк, тогда, соответственно, консольная часть крепи формируется на нем, и сегмент представляет собой консольную часть крепи с затяжкой на ней. При формировании сегмента возможно, например, применение пакетированного ЗМШ, при котором затяжка может быть смонтирована на сегменте не только поверх него, но и по бокам, на все сечение выработки. Пакетированное ЗМШ – это несколько скрепленных между собой затяжек. При формировании сегмента пакет раскладывается поверх других элементов сегмента. Укладка затяжки, в данном случае, будет занимать намного меньше времени, чем требуется при существующем способе укладки, и качество укладки будет лучше. Таким образом, персонал при установке ножек будет защищен со стороны боков затяжкой. Дополнительно к этому воз-

можно еще обезопасить персонал путем формирования сектора поверх уложенной затяжки, представляющего собой согнутые под углом более 90° затяжки ЗМШ (как наиболее простой вариант), закрепляемой по краям монтируемого сегмента ближе к концам верхняков. Образованный сектор способен минимизировать вероятность осыпания горной массы по бокам в случае ее вывала с кровли после установки сегмента на место. Это техническое решение особенно желательно, если нет возможности монтировать затяжку на сегменте на все сечение выработки (например при использовании железобетонной затяжки). В качестве основания под затяжку на край консольной части укладывают металлический прогон 18 (см. рис. 4) наподобие такого, который применяют при установке анкерной крепи, изогнутый в соответствии с профилем верхняка. Затяжку и элементы, из которых формируется сектор на сегменте, возможно фиксировать металлическими полосами 19, закрепляемыми поверх данных элементов сегмента. На консолях и верхняках, выше мест соединения с ножками, при помощи видоизмененных хомутов 22 либо спецкрюков с планками, формируются замки, предотвращающие как сползание затяжки в боковых направлениях, так и фиксацию указанных прогонов и полос.

Платформа крепеподъемника, имея достаточно простую конструкцию, может быть сменным элементом, иметь разную длину, в зависимости от условий проведения конкретной выработки. Например, при шаге крепи 0,5-0,67 м и использовании сегментов крепи с двумя верхняками, длина платформы может составлять около 1 м или немного больше. В случае длительной приостановки работ по проведению выработки возможна установка временной рамы под край консольной части крепи с ее демонтажом при возобновлении работ по проведению выработки.

Производительность труда можно повысить за счет использования описанного выше сегмента крепи. Кроме того, производительность может повыситься за счет применения горнопроходческой машины нового технического уровня, предназначенной для работ с применением данной технологии.

В настоящее время существуют горнопроходческие комплексы [5], при помощи которых возможно производить крепление выработки при ее проведении без непосредственного участия персонала. Однако подобные механизмы довольно громоздки, что является одним из факторов, ограничивающих область применения подобной техники. Данный фактор, в сочетании с другими особенностями использования подобной техники, ограничивает область ее применения.

Наибольшей эффективности при работе по предлагаемой технологии возможно достичь при автоматизированном варианте управления горнопроходческой машиной. Это отвечает мировым тенденциям усовершенствования горнопроходческой техники, достижению ею новых технических уровней [6]. Однако имеющиеся образцы не способны без дополнительной модернизации выполнять работы по предлагаемой технологии, что и требует создания горнопроходческих машин соответствующих конструкций и возможностей:

– при комбайновом способе – сочетание функций обычного проходческого комбайна избирательного действия [7] и машины по креплению горных выработок, сохра-

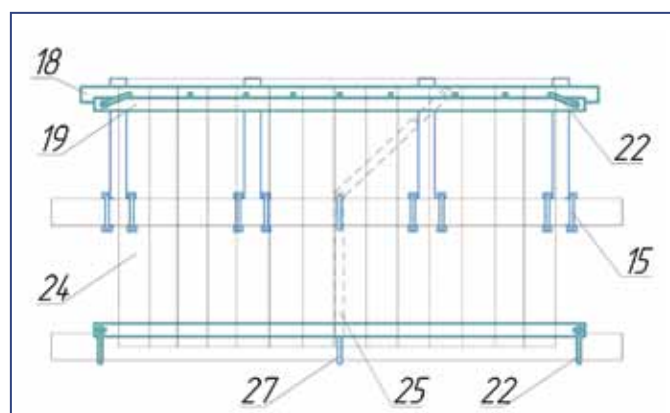


Рис. 4. Сегмент крепи (вид сверху)
Fig. 4. Support segment (top view)

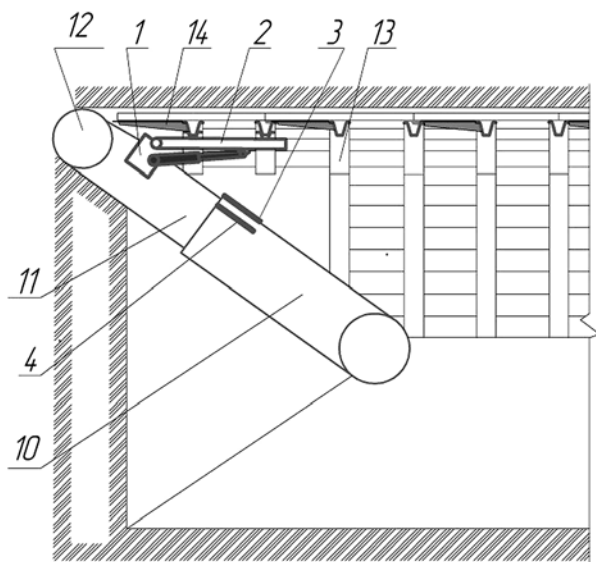


Рис. 5. Исполнительный орган комбайна с крепеподъемником при установке сегмента крепи (вид сбоку)
Fig. 5. The executive body of the harvester with a hoist when installing a lining segment (side view)

няя при этом компактность и мобильность комбайна-прототипа;

- при буровзрывном способе – кроме функции крепления, техника может обладать возможностями погрузочной машины, буровой установки, например модернизированная известная погрузочно-бурильная машина типа ПНБ;

- при гидроспособе – кроме функции крепления, техника может обладать возможностями водометной установки, погрузочной машины, например модернизированная известная горнопроходческая машина с импульсным водометом.

Для обеспечения работы подобной машины в варианте с автоматизированным управлением можно использовать следующие и подобные им технологии:

- автоматизация работы проходческих комбайнов [8];

- автоматическое вождение проходческого комбайна в заданном направлении по лазерному лучу [9].

На машине, предназначенной для работы по предлагаемой технологии, необходимо иметь приспособление для механической укладки на платформу крепеподъемника верхняков, как отдельных, так и с установленными консолями. Данная операция может производиться в ручном либо автоматизированном режиме, в зависимости от возможностей систем управления комбайном.

Для лучшей визуализации местоположения коронки 12 исполнительного органа желательнее оборудовать комбайн достаточно мощными осветительными приборами, а консоли – светоотражающим покрытием. Это позволит минимизировать вероятность деформации консолей при обработке забоя в ручном режиме управления комбайном. Кроме того, забой можно оформлять таким образом, чтобы его верхняя часть несколько опережала нижнюю, что позволит сохранять достаточную дистанцию между коронкой стрелы комбайна и консольной частью крепи.

В настоящее время существуют образцы проходческих комбайнов с довольно функциональными системами управления, в том числе российского производства, обладающие элементами «самоконтроля», например комбайн КП-330 [10]. Подобную машину легче адаптировать для работы по предлагаемой технологии. Правда, из-за своих размеров и массы подобный комбайн применим не на всех соответствующих производствах. Для работы по предлагаемой технологии можно адаптировать модели комбайнов более легких классов.

Модернизация выбранного комбайна-прототипа (создание новой горнопроходческой машины) является наиболее сложным этапом реализации предлагаемой технологии.

Дистанционное управление комбайном [11], автоматизация способствуют повышению производительности труда, но для бесперебойной работы в реальных условиях желательнее предусмотреть возможность механического разрушения негабаритов, которые могут быть в отбитой горной массе и перекрывать выход со стола погрузчика. Обычно в таких случаях персоналу приходится приостанавливать работу комбайна и вручную разбивать негабариты. Желательнее иметь на комбайне стол погрузчика с возможностью изменения его ширины за счет подвижных боковых сегментов (подобные столы устанавливаются, например, на комбайне КП-220 [12]). Данное решение позволит максимально надежно оконтуривать призабойное

пространство при отгрузке горной массы, а при креплении выработки, «складывая» подвижные сегменты стола, обеспечивать достаточное пространство для установки ножек (стоек) крепи.

Окончательное решение по выбору способов и средств ведения работ в рамках предлагаемой технологии остается за руководством предприятия (компаниями).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая технология, отдельные элементы которой приведены в данной статье, позволит производить крепление выработок принципиально новым способом, обеспечивающим наиболее полное соответствие производимых работ требованиям «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» («Правила безопасности в угольных шахтах»), действующих на территории России. Очевидно, что и за пределами РФ аналогичные требования будут обеспечиваться наиболее полно. Кроме того, предлагаемая технология в сочетании с другими известными соответствующими технологиями позволит создать передовой способ ведения работ, отвечающий мировым тенденциям автоматизации производства, повышающий производительность труда и качество устанавливаемой крепи, ограничивающий влияние «человеческого фактора» на производственный процесс.

Список литературы

1. Платформа-крепеподъемник. Патент RU 2708130 С1 / А.А. Рубцов. Заявка № 2018132220. Зарег. 10.09.2018. Оpubл. 04.12.2019. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2708130C1_20191204 (дата обращения: 15.01.2020).
2. ГОСТ 31560-2012 Крепи металлические податливые рамные. Крепь арочная. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102754> (дата обращения: 15.01.2020).
3. Универсальная податливая рамная крепь. Патент RU 2083841 С1. / И.В. Бердюгин. Заявка № 94013620/03. Зарег. 19.04.1994. Оpubл. 10.07.1997. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2083841C1_19970710 (дата обращения: 15.01.2020).
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», 2014. Раздел VII «Проведение и крепление горных выработок». С. 25-27.
5. Проходческие комплексы для проведения горизонтальных и наклонных работ: Реферат. Библиофонд (<https://www.bibliofond.ru/>). [Интернет-ресурс]. URL: <https://www.bibliofond.ru/detail.aspx?id=655724> (дата обращения: 15.01.2020).
6. Перспективы создания проходческих комбайнов нового технического уровня. Стройка (<http://stroit.ru/>). [Интернет-ресурс]. URL: <http://stroit.ru/stati/perspektivy-sozdaniya-prohodcheskih-kombaynov-novogo-tehnicheskogo-urovnya/> (дата обращения: 15.01.2020).
7. Шахтное и подземное строительство: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп.: в 2 т. / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик и др. М., Издательство Академии горных наук, 2001. Т. 1. 607 с. URL: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-shahtnoe-i-podzemnoe-stroitelstvo1.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

8. Автоматизации работы проходческих комбайнов. Студопедия.Нет (<https://studopedia.net/>). [Интернет-ресурс]. URL: https://studopedia.net/14_75312_avtomatizatsii-raboti-prohodcheskih-kombaynov.html (дата обращения: 15.01.2020).

9. Автоматическое вождение проходческого комбайна в заданном направлении по лазерному лучу. Студопедия (<https://studopedia.info/>). [Интернет-ресурс]. URL: <https://studopedia.info/2-58599.html> (дата обращения: 15.01.2020).

10. Проходческий комбайн КП330. Копейский машиностроительный завод: (<http://www.kopemash.ru/>). [Интернет-

ресурс]. URL: <http://www.kopemash.ru/products/1/1147.html> (дата обращения: 15.01.2020).

11. Системы управления проходческими комбайнами. ИЛЬМА (<http://ilma-mk.ru/>). [Интернет-ресурс]. URL: <http://ilma-mk.ru/product-category/sistemy-upravleniya-tehnikoj/ upravlenie-prohodcheskimi-kombajnami/> (дата обращения: 15.01.2020).

12. Комбайн проходческий КП220. Копейский машиностроительный завод: (<http://www.kopemash.ru/>). [Интернет-ресурс]. URL: <http://www.kopemash.ru/products/1/683.html> (дата обращения: 15.01.2020).

Original Paper

UDC 622.284:622.26:622.232.83 © A.A. Rubtsov, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 8-12

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-8-12>

Title

SAFETY FASTENING OF UNDERGROUND MINE WORKINGS

Author

Rubtsov A.A.¹

¹ "Vorkutaugol" JSC, Vorkuta, 169908, Russian Federation

Authors' Information

Rubtsov A.A., Mining Engineer, e-mail: rubtsov-68@mail.ru

Abstract

The paper is dedicated to the issues of safe fastening of underground mine workings carried out by selective-action combines of a new technical level or with the help of other mining tunneling machines of appropriate designs, intended for use in drilling and blasting, hydraulic methods, using a metal frame support. The article informs about the technology that allows personnel to be constantly protected by the lining during underground mining and fixing them by using a lining segment mounted on a lift with a frame structure platform, which is equipped with an executive body (boom) of a mining tunneling machine. The constant presence of personnel under the protection of the lining is achieved due to the continuity of the lining provided by the consoles that are part of the segment. Lift with platform and console are the key elements, due to the use of which, it becomes possible to mount workings in a fundamentally new way. It is necessary to use mining machines of a new technical level.

Keywords

Safety fastening, Platform hoist, Consoles, Support segment, Mining machines of a new technical level.

References

1. Rubtsov A.A. *Platforma-krepepod'yemnik* [Lift Platform]. Pat. RU 2708130 C1, Applic. No. 2018132220, claim 10.09.2018, publ. 04.12.2019. Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2708130C1_20191204 (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
2. GOST 31560-2012 *Krepi metallicheskiye podatlivyye ramnyye. Krep' arochnaya. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya* [Support pliable metal frame. Arch support. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200102754> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
3. Berdyugin I.V. *Universal'naya podatlivaya ramnaya krep'* [Universal pliable frame support]. Pat. RU 2083841 C1, Applic. No. 94013620/03, claim 19.04.1994, publ. 10.07.1997. Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2083841C1_19970710 (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
4. *Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh"* [Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety Rules in Coal Mines"], 2014, Section VII "Conducting and securing mine workings", pp. 25-27. (In Russ.).
5. *Prokhodcheskiye komplekсы dlya provedeniya gorizontallykh i naklonnykh rabot*: Referat [Driving complexes for horizontal and inclined work: Abstract]. Bibliofond (<https://www.bibliofond.ru/>). [Internet resource]. Available at:

<https://www.bibliofond.ru/detail.aspx?id=655724> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

6. *Perspektivy sozdaniya prokhodcheskikh kombaynov novogo tekhnicheskogo urovnya* [Prospects for creating roadheaders of a new technical level]. Stroyka (<http://stroit.ru/>). [Internet resource]. Available at: <http://stroit.ru/stati/perspektivy-sozdaniya-prohodcheskikh-kombaynov-novogo-tehnicheskogo-urovnya/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

7. Kartoziya B.A., Fedunets B.I., Shuplik M.N. et al. *Shakhtnoye i podzemnoye stroitel'stvo*: Uchebnik dlya vuzov [Mine and Underground Construction: A Textbook for High Schools]. 2nd ed., rev. and add.: in 2 Vol. Moscow, Izdatel'stvo Akademii gornyykh nauk Publ., 2001, Vol. 1, 607 p. Available at: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-shahtnoe-i-podzemnoe-stroitelstvo1.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

8. *Avtomatizatsii raboty prokhodcheskikh kombaynov* [Automation of roadheaders]. Studopediya.Net (<https://studopedia.net/>). [Internet resource]. Available at: https://studopedia.net/14_75312_avtomatizatsii-raboti-prohodcheskih-kombaynov.html (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

9. *Avtomaticheskoye vozhdeniye prokhodcheskogo kombayna v zadannom napravlenii po lazernomu luchu* [Automatic driving a roadheader in a given direction along the laser beam]. Studopediya (<https://studopedia.info/>). [Internet resource]. Available at: <https://studopedia.info/2-58599.html> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

10. *Prokhodcheskiy kombayn KP330*. [Roadheader KP330]. Kopeyskiy mashinostroitel'nyy zavod (<http://www.kopemash.ru/>). [Internet resource]. Available at: <http://www.kopemash.ru/products/1/1147.html> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

11. *Sistemy upravleniya prokhodcheskimi kombajnami*. [Control systems for roadheaders]. IL'MA (<http://ilma-mk.ru/>). [Internet resource]. Available at: <http://ilma-mk.ru/product-category/sistemy-upravleniya-tehnikoj/upravlenie-prohodcheskimi-kombajnami/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

12. *Kombayn prokhodcheskiy KP220* [Roadheader KP220]. Kopeyskiy mashinostroitel'nyy zavod (<http://www.kopemash.ru/>). [Internet resource]. Available at: <http://www.kopemash.ru/products/1/683.html> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

For citation

Rubtsov A.A. Safety fastening of underground mine workings. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 8-12. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-8-12.

Paper info

Received November 19, 2019

Reviewed December 16, 2019

Accepted December 20, 2019

Исследование ресурса и долговечности металлических конструкций экскаваторов после истечения срока эксплуатации

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-13-17>

НАСОНОВ М.Ю.

Доктор техн. наук, профессор кафедры «Механика»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия

ЛЫКОВ Ю.В.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Машиностроение»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия

ДО ДЫК ЧОНГ

Аспирант кафедры «Машиностроение»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: ductrongiemmm@gmail.com

В настоящее время для постановки вопроса о необходимости списания экскаватора используются два подхода. За основу принимается: календарное время работы экскаватора с момента ввода в эксплуатацию; объем переработанной горной массы, при этом не учитываются реальные условия работы экскаватора. Из практики установлено, что, в основном, все разрушения металлоконструкций экскаваторов связаны с развитием трещин, образующихся из трещиноподобных дефектов сварных швов (непроваров корня шва, газовых пузырей, неметаллических включений и др.) в результате воздействия циклических нагрузок. Дополнительной причиной разрушения металлоконструкций экскаватора является образование холодных микротрещин вдоль ремонтных сварных швов в охрупченных зонах, полученных в процессе охлаждения после заварки. Эти зоны возникают в результате отсутствия отпуска перегретого металла сварного шва, выполненного вручную в полевых условиях, и характеризуются повышенной твердостью, малой пластичностью. При этом в околосварных зонах сварного шва возникают дополнительные растягивающие остаточные напряжения. Такие особенности приводят к значительному уменьшению сопротивления металла хрупкому разрушению и ускорению процесса образования и роста трещин в зонах сварных швов.

Кроме того, в отдельных случаях для замены поврежденных участков используются вставки в металлоконструк-

ции частей элементов из других металлов, что тоже способствует уменьшению трещиностойкости конструкций. Иногда в ремонтных целях используются металлические накладки, швы которых невозможно проверить с помощью ультразвукового контроля, что создает не только концентрацию напряжений, но и исключает возможность во время планового ремонта ликвидировать невидимые трещины.

Ключевые слова: экскаваторы, металлоконструкции, трещины, напряжения, трещиностойкость, усталость металла.

Для цитирования: Насонов М.Ю., Лыков Ю.В., До Дык Чонг Исследование ресурса и долговечности металлических конструкций экскаваторов после истечения срока эксплуатации // Уголь. 2020. № 2. С. 13-17. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-13-17.

ВВЕДЕНИЕ

Накопление повреждений и дефектов в металлоконструкциях исследовалось на различных машиностроительных и строительных объектах [1, 2, 3]. Особенно широко проводились исследования на строительных и производственных кранах, в резервуарах и газгольдерах [4]. Изучались вопросы накопления дефектов при различных температурах и режимах нагружения [5, 6]. Широкие работы проводятся по оценке живучести, малоцикловой и многоцикловой усталости и долговечности машин различного назначения [7, 8, 9, 10, 11]. Большое внимание уделяется оценке надежности машин и механизмов [12, 13, 14]. Для этого используют различные методы неразрушающего контроля, включая акустическую эмиссию [15, 16]. Все эти работы позволяют создавать различные методики прогнозирования поведения объектов и оценки остаточного ресурса [17, 18]. Исследование процессов изготовления металлоконструкций при помощи автоматической сварки и при проведении ремонтных работ по устранению трещин с применением ручной сварки показало, что во втором случае число возникающих дефектов в 20 раз больше, чем в первом [19]. Однако при постановке объектов на ремонт или их списании опубликованных работ значительно меньше. Для этого используются другие подходы.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В связи с актуальностью проблемы продления срока эксплуатации экскаваторов проводились дополнительные исследования названных факторов, при этом велись наблюдения за сварными соединениями стрел шагающих экскаваторов. Рассматривалось состояние сварных швов пяты, фланцев нижнего пояса и прямоугольной балки верхнего пояса, то есть частей стрелы, наиболее ответственных с точки зрения безаварийной ее работы. Наблюдения проводились в забоях со средним диаметром ку-ска $d_{cp} = 0,2-0,6$ м.

При разработке методики оценки остаточного ресурса определялись число дефектов на единицу длины шва, их размеры и расстояние между ними, а также характеристики металла охрупченной зоны. Число дефектов и их размеры в зоне сварного шва определялись с помощью ультразвукового дефектоскопа, прочностные характеристики охрупченного металла – с помощью микротвердомера.

Исследования напряженно-деформированного состояния в зонах сварных швов и исследование остаточных сварочных напряжений проводились при помощи цепочек малобазных тензодатчиков. При этом производилось освобождение областей наклейки тензодатчиков путем вырезки их дисковой фрезой. Из исследований установлено, что процесс накопления повреждений происходит в зависимости от условий работы экскаватора, грансо-става взорванных пород. В случае плохих условий забоя интенсивность накопления повреждений значительно выше. В результате установлено, что в год в среднем происходит заварка опасных швов в 6 случаях, по мере увеличения наработки экскаватора это число возрастает до 9. Таким образом, число охрупченных сварных швов увеличивается с 0 м до 20 м, а число дефектов возрастает с 5 до 20.

Как следует из исследований, в заваренных вручную швах многократно возникают рецидивные трещины, для ликвидации которых производятся повторная выборка и заварка. Причем производится не полная выборка ранее заваренного участка, а лишь частичная, то есть равная длине трещины плюс участок на перевар, благодаря чему происходит дополнительное изменение поля напряжений, и увеличивается концентрация напряжений. Установлено, что каждый шов, выполненный вручную, переваривается 1-2 раза в год, и число переварок возрастает с объемом переработанной горной массы. Это приводит к увеличению числа трещин, образовавшихся в околошовной зоне из-за возникновения там концентрации напряжений выше предела выносливости при одновременном его снижении ввиду охрупчивания и холодного растрескивания. Каждые 50 см охрупченного шва при нагружении с возникновением напряжений на 20% ниже предела выносливости металла в состоянии поставки в среднем дают одну трещину.

В результате проведенных исследований получены зависимости изменения скорости роста трещин от накопления количества дефектов в сварных швах в результате эксплуатации экскаватора (рис 1).

При расчете сварных соединений металлоконструкций экскаватора на многоцикловую усталость используется предел выносливости, полученный в ходе испытаний металла сварного шва, при отсутствии круп-

ных сварных дефектов. Поэтому наличие мелких трещиноподобных дефектов и неоднородность металла шва учитываются автоматически в самой методике расчета, крупные дефекты рассматриваются в механике разрушения. В то же время в существующих методиках по оценке остаточного ресурса конструкций история предварительного нагружения металла учитывается не совсем точно, а в основном при помощи теоретических подсчетов и предположений. Поэтому расчетный остаточный ресурс конструкции может весьма значительно отличаться от фактического.

Для повышения точности оценки остаточного ресурса конструкций, отработавших значительный период, необходимо производить дополнительные эксперименты по определению предела выносливости. Образцы для испытаний имели цилиндрическую форму диаметром 0,01 м. Базой для испытательной установки служил токарный станок, в бабину которого закреплялся образец и нагружался циклической изгибающей нагрузкой с коэффициентом асимметрии $R = -1$. В результате испытаний получались «диаграммы Велера» при различных уровнях начального повреждения металла. По этим диаграммам определялся предел выносливости стали после предварительного циклического нагружения ($\sigma_{-1,пр.нагр}$) с напряжениями выше предела выносливости, полученного на неповрежденном металле (σ_{-1}). При таком нагружении происходят накопление повреждений в металле и снижение предела выносливости (рис. 2).

С целью определения состояния стрелы экскаватора, проработавшей 19 лет и списанной в связи исчерпанием нормативного срока эксплуатации, были проведены исследования по оценке предела выносливости состарившегося металла. Эти исследования проводились на основе образцов, вырезанных из металла конструкции, из различных зон, имевших различный уровень нагружения. При этом было установлено снижение предела выносливости пропорционально уровню эксплуатационного нагружения в пределах 30-50%. Это дает возможность экспериментально определять уровень накопления повреж-

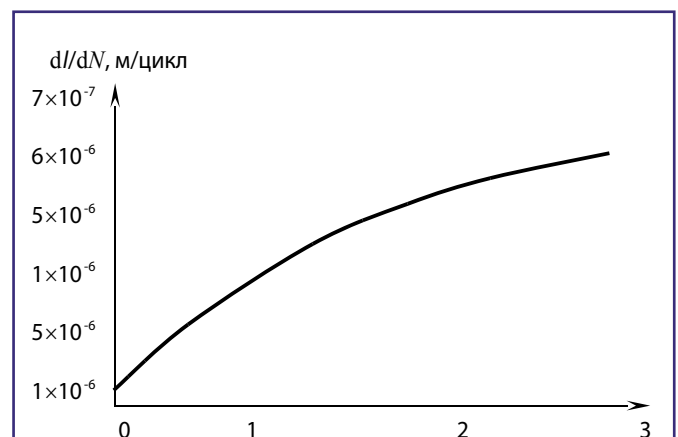


Рис. 1. Зависимость скорости роста трещины размером 0,002 м в зоне фланцевого соединения экскаватора ЭШ-13/50 от числа сварочных дефектов

Fig. 1. Dependence of the crack growth rate of 0.002 m in the area of the flange connection of the ESh-13/50 excavator on the number of welding defects

дений в металлоконструкциях экскаватора и момент списание конструкции.

Из проведенных исследований следует, что при длительном нагружении образцов в границах $1 \cdot 10^4$ - $1 \cdot 10^6$ циклов при напряжениях $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,2$ - $1,6$ происходит снижение предела выносливости в 1,1-1,4 раза.

Возникновение в металлоконструкциях экскаваторов малоциклового усталости и циклических пластических деформаций вне сварных швов возможно только при особых условиях, в случаях повреждения их коррозией или при наличии вмятин, появившихся в результате ударов. Накопление пластических повреждений вне сварных швов в металлоконструкциях занимает незначительное место в процессе уменьшения остаточного ресурса экскаваторов и может не учитываться при оценке надежности конструкции и при рассмотрении вопроса о списании экскаваторов.

Для определения фактической поврежденности работающей конструкции экскаватора без нарушения ее целостности был применен акустически-эмиссионный способ нахождения повреждений. Преимущество способа заключается в возможности одновременного определения числа растущих дефектов во всей металлоконструкции экскаватора. В результате проведенных исследований на 8 экскаваторах, имевших различную наработку, было произведено соотнесение между числом растущих при аварийном нагружении дефектов и снижением предела выносливости (рис. 3).

Обследования на работающих экскаваторах проводились в течение 4 лет с периодичностью раз в год.

Влияние малоциклового усталости при оценке скорости и частоты образования дефектов в сварных швах и в околошовной зоне весьма велико, так как в этих местах сосредотачиваются еще и остаточные сварочные напряжения и может возникать концентрация напряжений из-за смещений швов, наличия подрезов или депланаций, возникших в ходе ремонтных сварочных работ. Размеры и число зон в металлоконструкции, находящихся в состоянии малоциклового нагружения, по мере эксплуатации экскаваторов нарастают, и могут быть соотнесены с моментом экономического обоснования необходимости списания экскаватора или отдельного его элемента. Эти размеры и число зон оцениваются при помощи приборов акустической эмиссии, настроенных на определение уровней напряжения металла объекта. Объем зон, находящихся на стадии упруго-пластического нагружения, может быть оценен относительным параметром $\lambda_{\text{уст}} / \lambda_{\text{общ}}$, показывающим отношение длины сварных швов элемента конструкции, подвергающихся упруго-пластическому деформированию, к общей длине сварных швов элемента (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из практики установлено, что в основном все разрушения металлоконструкций экскаваторов связаны с развитием трещин, образовавшихся из трещиноподобных дефектов сварных швов: непроваров корня шва, газовых пузырей, неметаллических включений и так далее.

Такого рода дефекты могут быть легко найдены средствами диагностического контроля, а трещины весьма часто могут быть обнаружены даже визуально. В связи с этим разрушения ввиду катастрофического развития трещины

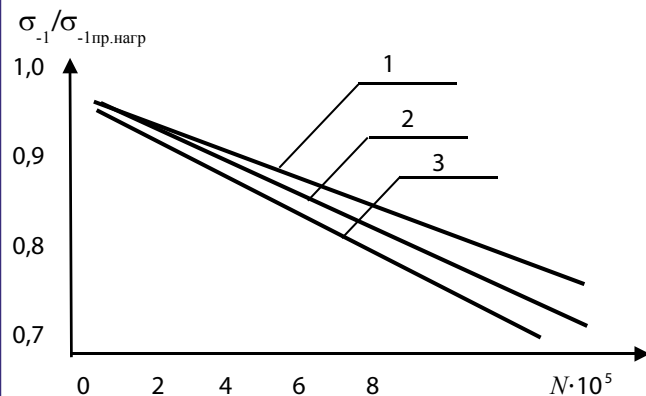


Рис. 2. Изменения относительного предела выносливости стали ВСт3 в зависимости от числа и амплитуды циклов предварительного нагружения: 1 – $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,2$; 2 – $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,4$; 3 – $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,6$

Fig. 2. Changes in the relative fatigue limit of steel VSt3 depending on the number and amplitude of the preload cycles:

$\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,2$; 2 – $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,4$; 3 – $\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}} / \sigma_{-1} = 1,6$

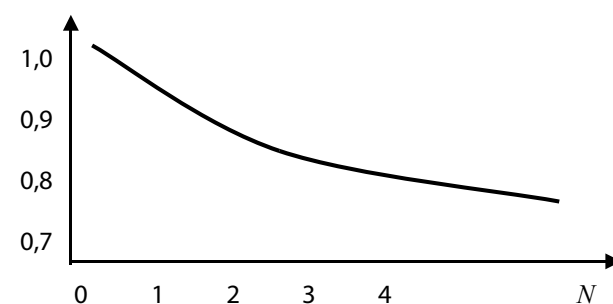


Рис. 3. Зависимость предела выносливости ($\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}}$) стали из нижнего пояса стрелы экскаватора ЭШ-10/70 от числа дефектов, обнаруженных акустической эмиссией

Fig. 3. The dependence of the fatigue limit ($\sigma_{-1 \text{ пр.нагр}}$) of steel from the lower belt of the boom of the excavator ESh-10/70 on the number of defects detected by acoustic emission

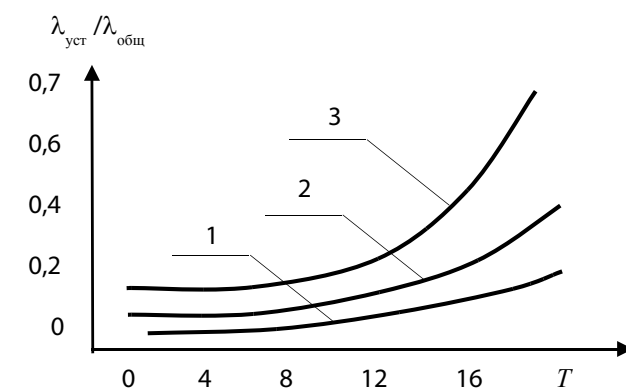


Рис. 4. Зависимость относительной длины сварных швов, находящихся в условиях малоциклового нагружения, от наработки и от условий эксплуатации: 1 – мелкоблочные породы; 2 – среднеблочные породы; 3 – крупноблочные породы

Fig. 4. The dependence of the relative length of the welds under low-cycle loading from operating hours and from operating conditions: 1 – small-block rocks; 2 – medium block rocks; 3 – large-block rocks

могут произойти только при пренебрежении профилактическими ремонтами, периодическими осмотрами и оценкой остаточного ресурса.

Полученные зависимости позволяют определять остаточный ресурс металлоконструкций экскаваторов по истечении нормативного срока эксплуатации и продлевать срок их безопасной работы.

Список литературы

1. Хлыбов А.А. Оценка накопления повреждений в конструкционных металлических материалах акустическими методами для обеспечения безопасной эксплуатации технических объектов: автореф. дисс. д-ра техн. наук. Нижний Новгород, 2011. 33 с.
2. Смирнов В.В. Анализ дефектов и повреждений металлических конструкций зданий металлургических производств / В.В. Смирнов, М.А. Свитцов, А.Ю. Шевелева и др. // *European science*. 2015. С. 1-3.
3. Дефекты металлоконструкции карьерных экскаваторов / А.П. Богданов, А.А. Гайнуллин, А.А. Ефимов и др. // *Universum: технические науки*. 2015. № 11. С. 1-25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/defekty-metallokonstruktsii-kariernyh-ekskaeratorov> (дата обращения: 15.01.2020).
4. Сероштан В.И., Гах Т.В. Процесс образования трещин в металлоконструкциях грузоподъемных кранов // *Известия ТулГУ*. 2016. Вып. 5. С. 213-220.
5. Пелипенко М.П. Влияние перегрузок на срок службы элементов металлических конструкций: дисс. канд. техн. наук. М., 2017. 205 с.
6. Evaluation of Low-Temperature Impact Tension Properties in Structural Materials for Energy Applications Kyung Oh Bae, Hyung-Seop Shin 2017 г. / *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A* 41(12):1153-1161. December 2017.
7. Семенов В.В. Работа стальных элементов и конструкций с трещинами, живучесть инженерных конструкций, имеющих трещины // *Молодежный вестник ИРГТУ*. 2014. С. 3-4.
8. Макаров А.П., Шевченко А.Н., Павлов А.М. Определение критической длины трещины в металлоконструкциях карьерных экскаваторов // *Вестник ИРГТУ*. 2015. № 12. С. 57-63.
9. Определение критической плоскости и оценка усталостной долговечности при различных режимах циклического нагружения / И.С. Никитин, Н.Г. Бураго, А.Д. Никитин, В.Л. Якушев // *Вестник механика*. 2017. № 4. С. 238-252.
10. Сосновцев А.П., Петровская М.В. Малоцикловая усталость сварных швов РВС // *Научные исследования*. 2019. № 1. С. 9-11.
11. Горбовец М.А., Ходинев И.А., Рыжков П.В. Оборудование для проведения испытаний на малоцикловую усталость при «жестком» цикле нагружения // *Труды ВИАМ*. 2018. № 9. С. 51-60.
12. Шутова М.Н., Евтушенко С.И., Гонтаренко И.В. Определение надежности и категории технического состояния поврежденных металлических конструкций на основе численного эксперимента // *Известие Вузов: Северо-кавказский регион*. 2018. № 4. С. 98-104.
13. О повышении надежности металлических конструкций при эксплуатации в условиях низких климатических температур посредством комплексного применения современных методов модифицирования зоны сварного соединения / Ю.Н. Сараев, В.П. Безбородов, С.В. Гладковский, Н.И. Голиков // *Сварочное производство*. 2016. № 9. С. 3-9.
14. Reliability increase of running gears elements of mining traction locomotives using finite-element analysis package / G.M. Skibin, M.N. Shutova, S.I. Evtushenko, I.A. Chutchenko // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2017. Vol. 87. N 2. 022021 p.
15. Агафонов К.В. Способы снижения рисков при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования ракетных и ракетно-космических комплексов в послегарантийный период с применением неразрушающего контроля методом акустической эмиссии // *Современная техника и технология*. 2016. № 4. С. 5-9.
16. Исследование возможностей оценки качества нагруженных металлических конструкций акустическими методами неразрушающего контроля / К.Ю. Войченко, Е.Ю. Ремшев, М.Ю. Силаев, А.Н. Глушко // *Металлообработка*. 2014. № 3. С. 10-15.
17. Лахова Е.Н. Методика прогнозирования работоспособности критически нагруженных объектов машиностроения: автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб., 2012. 18 с.
18. Методика оценки несущей способности и остаточного ресурса элементов конструкций / Ю.В. Антонова, В.В. Гудовиче, А.В. Раенко и др. // *Научный журнал*. 2016. № 2. С. 28-36.
19. Карзов Г.П., Леонов В.П., Тимофеев Б.Т. Сварные сосуды высокого давления. Л.: Машиностроение, 1982. 287 с.

Original Paper

UDC 621.879.0.32.004.69(035) © M.Yu. Nasonov, Yu.V. Lykov, Do Duc Trong, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 13-17
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-13-17>

Title

THE STUDY OF THE RESOURCE AND DURABILITY OF METAL STRUCTURES OF EXCAVATORS AFTER THE EXPIRATION OF THE SERVICE LIFE

Authors

Nasonov M.Yu.¹, Lykov Yu.V.¹, Do Duc Trong¹

¹ "Saint-Petersburg Mining University" (Mining University), the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education (FSBEI HE), Saint-Petersburg, 199106, Russian Federation

COAL MINING EQUIPMENT

Authors' Information

Nasonov M.Yu., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mechanical engineering department
Lykov Yu.V., PhD (Engineering), Assistant Professor of Mechanical engineering department
Do Duc Trong, Postgraduate student of Mechanical engineering department, e-mail: ductrongiem@gmail.com

Abstract

Currently, two approaches are used when considering the need to write off an excavator. These approaches are based on: how long the excavator has been operated since commissioning; the volume of processed rock mass, without considering the real working conditions of the excavator. Practice has shown that, basically, all the destruction of the metal structures of excavators is associated with the development of cracks formed from crack-like defects of welds (incomplete weld root, gas bubbles, non-metallic inclusions, etc.) due to cyclic loading.

An additional reason for the destruction of the excavator's metal structures is the formation of cold microcracks along the repair welds in the embrittled zones obtained in the process of cooling after welding. These zones arise as a result of the absence of tempering of the overheated weld metal, which was made manually in the field, and are characterized by increased hardness and low ductility. At the same time, additional tensile residual stresses arise in the heat-affected zone (HAZ). Such features lead to a significant decrease in metal brittle fracture resistance and accelerate the process of formation and growth of cracks in the zones of welds.

In addition, in some cases, inserts in metal structures of parts of elements from other metals are used to replace damaged areas, which also helps to reduce the crack resistance of structures. Sometimes metal lining is used for repair purposes. However, their seams cannot be checked using ultrasonic control, which creates not only stress concentration, but also eliminates the possibility of eliminating invisible cracks during scheduled repair.

Keywords

Excavators, Metal structures, Cracks, Stresses, Crack resistance, Metal fatigue.

References

1. Khlybov A.A. *Otsenka nakopleniya povrezhdeniy v konstruktsionnykh metallicheskikh materialakh akusticheskimi metodami dlya obespecheniya bezopasnoy ekspluatatsii tekhnicheskikh ob'yektov*: Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk. [Assessment of damage accumulation in structural metal materials by acoustic methods to ensure safe operation of technical objects: Abstract of Dr. eng. sci. diss.]. Nizhny Novgorod, 2011, 33 p. (In Russ.).
2. Smirnov V.V., Svitsov M.A., Sheveleva A.Yu. et al. Analiz defektov i povrezhdeniy metallicheskikh konstruktsiy zdaniy metallurgicheskikh proizvodstv [Analysis of defects and damage to metal structures of buildings of metallurgical industries]. *European science*, 2015, pp. 1-3. (In Russ.).
3. Bogdanov A.P., Gaynullin A.A., Efimov A.A. et al. Defekty metallokonstruktsii kar'yernykh ekskavatorov [Defects in mining excavators]. *Universum: tekhnicheskkiye nauki – Universum: technical science*, 2015, No. 11, pp. 1-25. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/defekty-metallokonstruktsii-kariernykh-ekskavatorov> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
4. Seroshan V.I. & Gaakh T.V. Protsess obrazovaniya treshchin v metallokonstruktsiyakh gruzopod'yemnykh kranov [The process of cracking in the metal structures of hoisting cranes]. *Izvestiya TulGU – News of TulSU*, 2016, Issue 5, pp. 213-220. (In Russ.).
5. Pelipenko M.P. *Vliyaniye peregruzok na srok sluzhby elementov metallicheskikh konstruktsiy*: Diss. kand. tekhn. nauk. [The effect of overloads on the service life of elements of metal structures: Dr. eng. sci. diss.]. Moscow, 2017, 205 p. (In Russ.).
6. Evaluation of Low-Temperature Impact Tension Properties in Structural Materials for Energy Applications Kyung Oh Bae, Hyung-Seop Shin 2017 / Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A 41(12):1153-1161, December 2017.
7. Semenov V.V. Rabota stal'nykh elementov i konstruktsiy s treshchinami, zhivuchest' inzhenernykh konstruktsiy, imeyushchikh treshchiny [The work of steel elements and structures with cracks, the survivability of engineering structures with cracks]. *Molodezhnyy vestnik IrGTU – Youth Bulletin of IrSTU*, 2014, pp. 3-4. (In Russ.).
8. Makarov A.P., Shevchenko A.N. & Pavlov A.M. Opredeleniye kriticheskoy dliny treshchiny v metallokonstruktsiyakh kar'yernykh ekskavatorov [De-

termination of the critical crack length in the metal structures of mining excavators]. *Vestnik IrGTU – Bulletin IrSTU*, 2015, No. 12, pp. 57-63. (In Russ.).

9. Nikitin I.S., Burago N.G., Nikitin A.D. & Yakushev V.L. Opredeleniye kriticheskoy ploskosti i otsenka ustalostnoy dolgovechnosti pri razlichnykh rezhimakh tsiklicheskogo nagruzheniya [Determination of the critical plane and assessment of fatigue life under various modes of cyclic loading]. *Vestnik mekhanika – Bulletin of the mechanic*, 2017, No. 4, pp. 238-252.

10. Sosnovtsev A.P. & Petrovskaya M.V. Malotsiklovaya ustalost' svarynykh shvov RVS [Low cycle fatigue of welds]. *Nauchnyye issledovaniya – Scientific research*, 2019, No. 1, pp. 9-11. (In Russ.).

11. Gorbovets M.A., Khodinev I.A. & Ryzhkov P.V. Oborudovaniye dlya provedeniya ispytaniy na malotsiklovuyu ustalost' pri "zhestkom" tsikle nagruzheniya [Equipment for low-cycle fatigue testing during a "rigid" loading cycle]. *Trudy VIAM – Works of VIAM*, 2018, No. 9, pp. 51-60.

12. Shutova M.N., Evtushenko S.I. & Gontarenko I.V. Opredeleniye nadezhnosti i kategorii tekhnicheskogo sostoyaniya povrezhdenykh metallicheskikh konstruktsiy na osnove chislennogo eksperimenta [Determination of reliability and category of technical condition of damaged metal structures based on a numerical experiment]. *Izvestiye Vuzov: Severokavkazskiy region – University news: North Caucasus region*, 2018, No. 4, pp. 98-104. (In Russ.).

13. Sarayev Yu.N., Bezborodov V.P., Gladkovskiy S.V. & Golikov N.I. O povyshenii nadezhnosti metallicheskikh konstruktsiy pri ekspluatatsii v usloviyakh nizkikh klimaticheskikh temperatur posredstvom kompleksnogo primeneniya sovremennykh metodov modifitsirovaniya zony svarnogo soyedineniya [On improving the reliability of metal structures during operation in low climatic temperatures through the integrated application of modern methods of modifying the weld zone]. *Svarochnoye proizvodstvo – Welding production*, 2016, No. 9, pp. 3-9. (In Russ.).

14. Skibin G.M., Shutova M.N., Evtushenko S.I. & Chutchenko I.A. Reliability increase of running gears elements of mining traction locomotives using finite-element analysis package. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2017, Vol. 87, No. 2, 022021 p.

15. Agafonov K.V. Sposoby snizheniya riskov pri ekspluatatsii pod'yemno-transportnogo oborudovaniya raketnykh i raketno-kosmicheskikh kompleksov v poslegarantiynyy period s primeneniyem nerazrushayushchego kontrolya metodom akusticheskoy emissii [Ways to reduce risks in the operation of hoisting-and-transport equipment of rocket and space-rocket complexes in the post-warranty period using non-destructive testing using the acoustic emission method]. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologiya – Modern equipment and technology*, 2016, No. 4, pp. 5-9. (In Russ.).

16. Voychenko K.Yu., Remshev E.Yu., Silayev M.Yu. & Glushko A.N. Issledovaniye vozmozhnostey otsenki kachestva nagruzhenykh metallicheskikh konstruktsiy akusticheskimi metodami nerazrushayushchego kontrolya [Study of the possibilities of assessing the quality of loaded metal structures by acoustic non-destructive testing methods]. *Metalloobrabotka – Metalworking*, 2014, No. 3, pp. 10-15. (In Russ.).

17. Lakhova E.N. *Metodika prognozirovaniya rabotosposobnosti kriticheskii nagruzhenykh ob'yektov mashinostroyeniya*: Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [The methodology for predicting the performance of critically loaded engineering objects: Abstract of Dr. eng. sci. diss.]. St. Petersburg, 2012, 18 p. (In Russ.).

18. Antonova Yu.V., Gudoviche V.V., Rayenko A.V. et al. Metodika otsenki nesushchey sposobnosti i ostatochnogo resursa elementov konstruktsiy [Methodology for assessing the bearing capacity and residual resource of structural elements]. *Nauchnyy zhurnal – Science Journal*, 2016, No. 2, pp. 28-36. (In Russ.).

19. Karzov G.P., Leonov V.P. & Timofeev B.T. *Svarnya sosudy vysokogo davleniya* [Welded Pressure Vessels]. Leningrad, Mashinostroyeniye Publ., 1982, 287 p. (In Russ.).

For citation

Nasonov M.Yu., Lykov Yu.V. & Do Duc Trong The study of the resource and durability of metal structures of excavators after the expiration of the service life. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 13-17. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-13-17.

Paper info

Received October 10, 2019

Reviewed November 02, 2019

Accepted December 20, 2019

Аналитические исследования процесса погрузки угля при фронтальном перемещении агрегата на забой

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-18-20>**КОЗЛОВ В.В.**

Доктор техн наук,
профессор кафедры ГОТuМ
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: kozmaster@mail.ru

Выбор конструктивных и режимных параметров выемочно-доставочной подсистемы агрегата определяет эффективность их использования. Погрузка угля на лавный конвейер представляет собой сумму грузопотоков, образуемых элементарными участками носка лавного конвейера и имеющих различную площадь, изменяющуюся во времени.

Ключевые слова: погрузка, агрегат, конструктивные, режимные параметры, фронтальное перемещение.

Для цитирования: Козлов В.В. Аналитические исследования процесса погрузки угля при фронтальном перемещении агрегата на забой // Уголь. 2020. № 2. С. 18-20. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-18-20.

ВВЕДЕНИЕ

Решением задачи высокоэффективной разработки угольных пластов является создание фронтальных струговых агрегатов, позволяющих обеспечить высокопроизводительную, поточную добычу угля на пути перехода к технологии безлюдной выемки. При этом оптимизация конструктивных и режимных параметров выемочно-доставочной подсистемы агрегата определяет эффективность их использования. Разработанная методика оптимизации параметров обеспечивается полнотой учета факторов, влияющих на работу выемочно-доставочной подсистемы комплекса.

ИССЛЕДОВАНИЯ

Поперечное сечение лавы за кареткой будет приблизительно иметь вид, изображенный на рис. 1.

Обозначим $OD - R$, $DP - M$. Изменение dS_m площади поперечного сечения слоя угля на машинной дороге при бесконечно малом перемещении базы dz для произвольного момента времени составит:

$$dS_m = [M - (b_c + h + z)tg\alpha]dz, \quad (1)$$

где M – максимальная высота слоя угля на машинной дороге, м; b_c – минимальная ширина машинной дороги – ширина струговой каретки, м; h – толщина снимаемой стружки угля, м; z – величина перемещения базы от положения, соответствующего максимальному расстоянию от забоя до забойного борта конвейера; α – угол естественного откоса угля, радиан.

Объем угля, погружаемого элементарным участком носка конвейера dl за один оборот цепи исполнительного органа, при этом составит:

$$dV_s = \int_0^h dS_m dl = \int_0^h [M - (b_c + h - z)tg\alpha] dl dz = \\ = h \left[M - \frac{1}{2} tg\alpha(2b_c + h) \right] dl. \quad (2)$$

Введем коэффициент λ [1, 2], характеризующий отношение объемов угля, погружаемого струговыми каретками исполнительного органа, к общему объему погружаемого угля:

$$\lambda = \frac{dV_{кар}}{dV_{агр}}, \quad (3)$$

где $dV_{кар}$ – объем угля, погружаемого в данной точке лавы струговыми каретками за один оборот цепи исполнительного

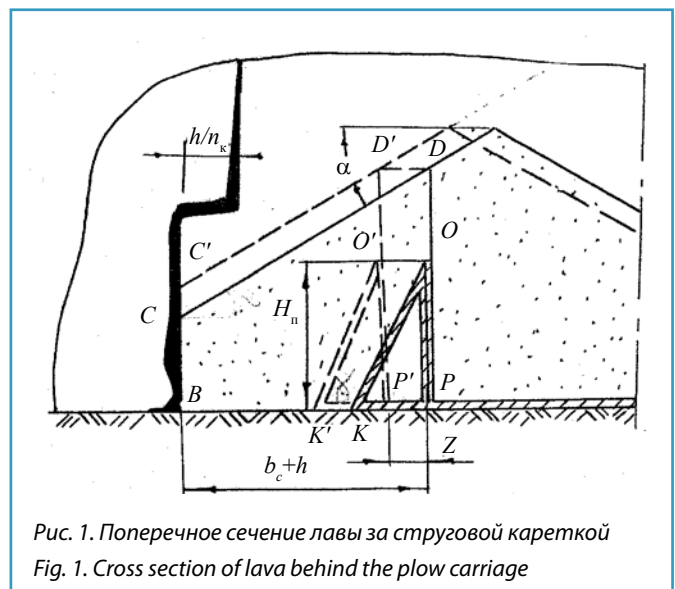


Рис. 1. Поперечное сечение лавы за струговой кареткой
Fig. 1. Cross section of lava behind the plow carriage

ного органа, m^3 ; $dV_{арп}$ – объем угля, добываемого агрегатом на рассматриваемом элементарном участке лавы за один оборот цепи исполнительного органа, m^3 .

В таком случае:

$$dV_{\delta} = (1 - \lambda)dV_{арп}, \quad (4)$$

$$\text{но } dV_{арп} = Hh\varphi rdl, \quad (5)$$

где H – вынимаемая мощность пласта, м; φ – коэффициент разрыхления угля; r – число резцов в линии резания.

Тогда:

$$dV_{\delta} = (1 - \lambda)Hh\varphi rdl. \quad (6)$$

Подставляя формулу (6) в формулу (2), и проводя преобразования, получим:

$$M = \frac{1}{2}(2b_c + h)tg\alpha + (1 - \lambda)H\varphi r. \quad (7)$$

Площадь поперечного сечения слоя угля на машинной дороге S_{CDOKB} согласно рис. 1 составляет [3, 4]:

$$S_{CDOKB} = (b_c + h) \left[M - (b_c + h)tg\alpha \right] + \frac{1}{2}(b_c + h)^2 tg\alpha - \frac{1}{2}H_n^2 ctg\gamma, \quad (8)$$

где H_n – высота погрузки, м; γ – угол погрузки угля базой агрегата, радиан.

С другой стороны:

$$S_{CDOKB} = \lambda Q_x \left(\frac{1}{x_1} - 1 \right) \frac{1}{V_x} + K_5 S_k, \quad (9)$$

где Q_x – производительность струговой каретки, m^3/c ; x_1 – коэффициент просыпаний, $x_1 = \frac{\lambda Q_x}{Q_x + Q_m - Q_3}$; K_5 – коэффициент заполнения машинной дороги материалами, просыпающимися между корпусом струга и забоем (рис. 2); Q_3 – количество угля, просыпающегося в единицу времени корпусом каретки и забоем, корпусом каретки и бортом конвейера; Q_x – производительность струговой каретки; Q_m – количество угля, поднимаемого кареткой с машинной дороги в единицу времени.

Так как:

$$Q_x = \frac{2Q_{арп}}{n_k} = \frac{2S_k V_k}{K_{зн} n_k}, \quad (10)$$

тогда выражение (9) может быть записано в следующем виде:

$$S_{CDOKB} = \frac{2\lambda S_k V_k}{K_{зн} n_k K_3} \left(\frac{1}{x_1} - 1 \right) + K_5 S_k. \quad (11)$$

Приравнивая правые части выражений (8) и (11) и проводя преобразования, получим:

$$M = \frac{1}{2}(b_c + h)tg\alpha + \frac{S_k}{(b_{ck} + h)} \left[\frac{2\lambda}{K_{зн} n_k K_3} \left(\frac{1}{2S} H_n^2 ctg\gamma + K_5 \right) \right]. \quad (12)$$

Коэффициент просыпаний для данной точки лавы можно считать постоянной величиной. Отсюда следует, что при прохождении очередных кареток вслед за кареткой, обрабатывающей нижнюю часть забоя, величина M будет всякий раз несколько возрастать ввиду уменьшения ширины машинной дороги. Для дальнейших выкладок примем максимальное значение M , которое можно получить, подставив в формулу (12) $h = 0$.

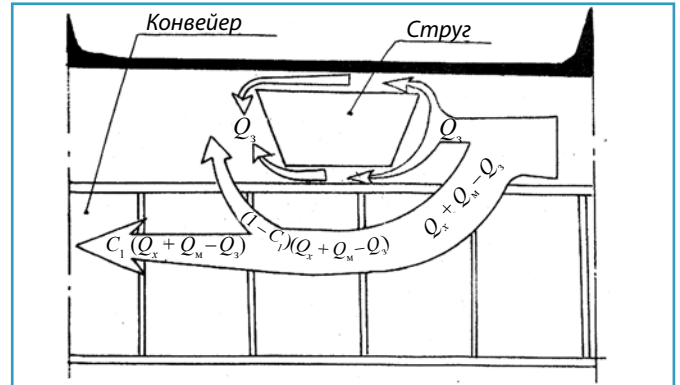


Рис. 2. Схема грузопотока угля при работе стругового исполнительного органа

Fig. 2. Scheme of coal cargo flow during the work of the plow executive body

При этом:

$$M = \frac{1}{2}b_c tg\alpha + \frac{S_k}{b_{ck}} \left[\frac{2\lambda}{K_{зн} n_k K_3} \left(\frac{1}{x_1} - 1 \right) + \frac{H_n^2 ctg\gamma}{2S} + K_5 \right]. \quad (13)$$

Приравнивая правые части выражений (7) и (13), после проведения преобразований получим:

$$x = \frac{2\lambda}{A + B\lambda}, \quad (14)$$

где

$$A = \frac{K_{зн} n_k K_3}{S_k} \times$$

$$\times \left\{ \left[H\varphi r + 0,5(b_c + h)tg\alpha \right] b_c - S \left(\frac{H_n^2 ctg\gamma}{2S_k} + K_5 \right) \right\}, \quad (15)$$

$$B = \frac{1}{S_k} (2S_k - H\varphi r b_c K_{зн} n_k K_3). \quad (16)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные зависимости позволяют определить величину коэффициента просыпаний угля с конвейера, площадь поперечного сечения угля на машинной дороге и величину коэффициента запаса конвейера по производительности $K_{зн}$ для различных наборов режимных и конструктивных параметров выемочно-доставочной подсистемы фронтального стругового агрегата.

Список литературы

1. Секретов М.В., Губанов С.Г. Экспериментальное исследование нагрузок в приводе вертикальной подачи пильной рамы штрипсового станка // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 1. С. 154–161. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-154-161.
2. Козлов В.В., Агафонов В.В. Основные аспекты ведения очистных работ с использованием автоматизированного агрегата Ф-1 / Препринт ГИАБ: Тенденции развития технологии очистных работ в усложняющихся горно-геологических условиях. Отдельные статьи // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (специальный выпуск 6). С. 4-8.

3. Балаклеяский С.П., Козлов В.В. Анализ процесса погрузки угля базой агрегата: Реферат на картах / Сб. ЦНИЭИуголь: Добыча угля подземным способом. М.: ЦНИЭИуголь, 1984. Вып. КЗ.

4. Козлов В.В., Агафонов В.В. Технологические схемы ведения очистных работ, реализующих концепцию «безлюдной

выемки» / Препринт ГИАБ: Тенденции развития технологии очистных работ в усложняющихся горно-геологических условиях. Отдельные статьи // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 4 (специальный выпуск 6). С. 9-13.

Original Paper

UDC 622.232.72:621.869.4 © V.V. Kozlov, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 18-20

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-18-20>

Title

ANALYTICAL STUDIES OF THE PROCESS OF LOADING COAL IN THE FRONTAL MOVEMENT OF THE UNIT ON THE FACE

Author

Kozlov V.V.¹

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

Authors' Information

Kozlov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: kozmaster@mail.ru

Abstract

The choice of design and operating parameters of the Assembly's excavation and delivery subsystem determines the efficiency of their use. Loading coal on the lava conveyor is the sum of cargo flows formed by elementary sections of the toe of the lava conveyor and having a different area, changing over time.

Keywords

Loading, Unit, Design, Operating parameters, Frontal displacement.

References

1. Sekretov M.V. & Gubanov S.G. Experimental research of vertical feed drive loads in saw frame of strip sawing machine. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2019, No. 1, pp. 154-161. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-154-161.
2. Kozlov V.V. & Agafonov V.V. Experimental research of interaction of powered roof support assembly F-1 with roof rocks at different speeds of move stope of length of 50 m / Trends in the development of treatment technology in complex mining and geological conditions. Separate article: MIAB Preprint. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) –*

Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal), 2017, No. 4 (Special Issue 6), pp. 4-8. (In Russ.).

3. Balakleyskiy S.P. & Kozlov V.V. Analiz protsessa pogruzki uglya bazoy agregata: Referat na kartakh [Analysis of the process of loading coal base unit: Abstract on the maps]. Collection TSNIElugol': Underground coal mining. Moscow, TSNIElugol' Publ., 1984. Issue K3. (In Russ.).

4. Kozlov V.V. & Agafonov V.V. The technological scheme of coal mining for removing thin layers without the presence of people in the mine / Trends in the development of treatment technology in complex mining and geological conditions. Separate article: MIAB Preprint. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2017, No. 4 (Special Issue 6), pp. 9-13. (In Russ.).

For citation

Kozlov V.V. Analytical studies of the process of loading coal in the frontal movement of the unit on the face. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 18-20. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-18-20.

Paper info

Received October 13, 2019

Reviewed November 6, 2019

Accepted December 2, 2019

За 17 лет РУ «Новошахтинское» отправило 60 млн тонн угля в адрес потребителей

Разрезууправление «Новошахтинское», входящее в структуру компании «Приморскуголь», достигло значимой отметки поставок местных углей в 60 млн т с 2003 г. С этого периода ООО «Приморскуголь» работает в составе АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) – одного из крупнейших угледобывчиков мира.

Коллектив РУ «Новошахтинское» с достижением поздравил генеральный директор ООО «Приморскуголь» **Александр Заньков**. Руководитель подчеркнул, что такой результат базируется, прежде всего, на опыте и мастерстве всего коллектива предприятия, умеющего технически грамотно построить свою работу, а также максимально эф-



фективно использовать имеющиеся производственные ресурсы.

Отметим, что встраивание в систему современного акционерного общества «СУЭК», сделавшего ставку на развитие

всего комплекса угледобычи, стало мощным ресурсом и драйвером обновления производственного комплекса ООО «Приморскуголь».

Так, в 2019 г. инвестиции СУЭК в приморское угледобывающее предприятие составили порядка 800 млн руб. В производственном процессе добычи угля ООО «Приморскуголь» сегодня использует самые современные гидравлические экскаваторы, мощные 130-тонные автомобили БелАЗ и другую высокопроизводительную технику.

Бригада Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана компании «СУЭК-Кузбасс» установила новый российский рекорд годовой добычи

24 декабря 2019 г. бригада Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс» установила новый рекорд российской угольной отрасли по добыче угля за год. С начала 2019 года этот коллектив выдал на-гора 6 млн 344 тыс. 400 т угля. Препжний рекорд бригады Героя Кузбасса Евгения Косьмина шахты имени В.Д. Ялевского, также входящей в состав компании «СУЭК-Кузбасс», улучшен более чем на 670 тыс. т.

2019 год бригада Игоря Малахова начала с окончания отработки лавы № 812 на участке «Магистральный» шахты имени А.Д. Рубана, выдав на-гора за 2,5 мес. более 810 тыс. т. В середине апреля на шахте была введена в эксплуатацию новая лава № 814 с вынимаемой мощностью пласта 4,7 м и запасами угля 5,5 млн т. 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. В общей сложности в оснащение этого забоя СУЭК вложила 1,4 млрд руб.

Высокая производительность всей технологической цепочки и профессионализм горняков предприятия позволили поднять среднемесячный уровень добычи с 600 тыс. до 800 тыс. т угля. А по итогам ноября бригада Игоря Малахова добыла 1 млн 11 тыс. т угля. Таким образом, этот очистной коллектив стал третьим в истории Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК) и всей



угольной отрасли России, сумевшим за календарный месяц добыть более одного миллиона тонн угля.

Итоговая цифра годовой добычи установлена с окончанием отработки бригадой лавы № 814, и она составила 6 млн 344 тыс. т. Об установлении нового российского рекорда горняки доложили на промплощадке предприятия в ходе специального телемоста с руководством СУЭК. Поздравляя коллектив с новой профессиональной победой, генеральный директор АО «СУЭК» **Владимир Рашевский** подчеркнул: «Хочу отметить выдающийся инженерный талант, который позволил прийти к этому результату, огромные организационные усилия и, конечно, безмерный профессионализм, трудолюбие, ответственность, проявленные коллективом «СУЭК-Кузбасс», коллективом шахты им. Рубана, участка «Магистральный». Дорогие друзья, вы уверенно весь этот год шли к новому рекорду. Хочу отметить, что такое важнейшее достижение вашего коллектива позволяет нам смотреть в будущее, ставить перед собой новые задачи, быть уверенными в успешном развитии нашего предприятия».

Сами же горняки бригады-рекордсменки считают, что дух здорового соперничества всегда был присущ шахтерским коллективам. Ничего фантастического в своих результатах они не видят. Все реально, все при желании возможно. И нынешняя рекордная планка с учетом уровня оснащённости забоев современной высокопроизводительной техникой пределом не является.



Математическая модель определения формы устойчивого целика поликристаллической структуры в углевмещающих породах

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-22-25>

КУЗИН Е.А.

Начальник Управления по контролю и надзору за объектами метрополитена Комитета государственного строительного надзора г. Москвы, 121059, г. Москва, Россия, e-mail: eakuzin@mail.ru.

ХАЛКЕЧЕВ К.В.

Доктор физ.-мат. наук, доктор техн. наук, профессор кафедры «Математика» НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Россия, e-mail: h_kemal@mail.ru

С целью получения устойчивой формы целика разработана математическая модель на основе содержательной модели, определяющим параметром которой является поле напряжений в целике, индуцированное внешним полем и собственным весом. При прочих равных условиях целик будет более устойчив, если в нем напряжения всюду будут одинаковыми. В противном случае внутреннее напряжение в поддерживающем целике будет меняться скачком. На основе данной содержательной модели построена математическая модель. Она сводится к дифференциальному уравнению кривой, определяющей устойчивую форму целика. Решение его дает уравнение искомой кривой, а его соответствующее преобразование – уравнение поверхности устойчивого целика. Из анализа этих уравнений установлено, что управляющими параметрами формы устойчивых целиков являются: горное давление на верхний конец целика, площадь поперечного сечения целика на стыке с кровлей и удельный вес геоматериала, составляющий целик. Определены требования к структуре геоматериала. Структура геоматериала должна быть такой, чтобы можно было определить эффективные упругие свойства и средний удельный вес. Форма кривой может быть реализована в рамках существующих технологий.

Ключевые слова: математическая модель, целик, форма целика, поле напряжений, горное давление, устойчивость, эффективные упругие свойства, средний удельный вес.

Для цитирования: Кузин Е.А., Халкечев К.В. Математическая модель определения формы устойчивого целика поликристаллической структуры в углевмещающих породах // Уголь. 2020. № 2. С. 22-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.

ВВЕДЕНИЕ

На пластовых месторождениях наибольшее распространение имеют камерно-столбовые системы разработки с поддерживающими целиками, которые и являются причиной оправданных или неоправданных потерь полезных ископаемых. При этом, если оставляемые целики излишне больших размеров, это ведет к неоправданным потерям запасов полезных ископаемых в недрах, в то время как при недостаточном размере целиков их разрушение может привести к аварийной ситуации – к динамическим проявлениям горного давления, т. е. обрушению обнажений, горным ударам и т.д. Принято считать, что величина потерь при прочих равных условиях зависит от глубины разработки, с увеличением которой приходится увеличивать размеры междукамерных целиков. Это связано с ошибочным предположением о росте горного давления с глубиной. Таким образом, неверно выбранные устойчивые размеры целиков приводят либо к потерям руды, либо к снижению уровня безопасности за счет возможного непредсказуемого обрушения обнажений и/или целиков. Поэтому исследованию несущей способности и связанному с нею расчету оптимальных размеров целиков было посвящено большое количество научных трудов. Охватить их полностью не представляется возможным, в этом нет особой необходимости, поскольку они описывают несущую способность в рамках одного приближения – геоматериалы предполагаются изотропными. К данному исследованию имеют отношение работы [1, 2, 3, 4, 5, 6].

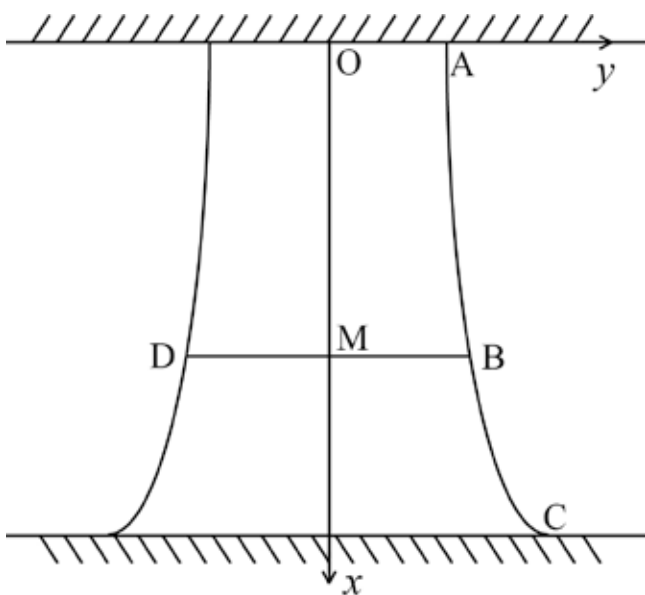
Существующие работы в данном направлении при такой интенсивности горных работ уже не отвечают требуемой точности. Это связано с недостатками данных работ. Экспериментальные исследования не учитывают масштабный эффект. При теоретических исследованиях разрабатываемые математические модели не учитывают структурные особенности, а если и принимают во внимание, то не придают значения форме. Также неправомерно предпо-

лагается внешнее поле напряжений равным весу налегающей толщи над рассматриваемым целиком. Отсюда, как следствие, неправильно выбираются устойчивые размеры целиков. К тому же неверно выбранная форма целика при подземной разработке месторождений полезных ископаемых сводит на нет все существующие расчетные схемы размеров целиков.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Построим для начала содержательную модель, которая позволит на ее основе построить математическую модель. Рассмотрим целик поликристаллической структуры с круглым поперечным сечением, на который действует внешнее поле напряжений, определяемое по длине трещин у верхней приторцевой части целика [7]. Определяющим параметром является поле напряжений в целике, индуцированное внешним полем и собственным весом. При прочих равных условиях целик будет более устойчив, если в нем напряжения всюду будут одинаковыми. В противном случае внутреннее напряжение в поддерживающем целике будет меняться скачком. Таким образом, для определения формы устойчивого целика необходимо выполнение следующего условия, чтобы напряжение, обусловленное внешним напряжением и его собственным весом, приходящимся на единицу площади горизонтального сечения, было одинаково. На основе данной содержательной модели построим математическую модель.

Поставим в соответствие неоднородному на структурном уровне поддерживающему целику с упругими свойствами макроскопически однородный целик с круглым поперечным сечением, эффективными упругими свойствами и удельным весом γ ; радиус верхнего конца обозначим через r . Эффективные упругие свойства легко определимы в рамках математических моделей, разработанных в работах [8, 9, 10]. Внешнее поле напряжений σ_0 (горное давление) предполагается известным, которое может быть рассчитано согласно работам [7, 11, 12]. Пусть сечение данного целика вертикальной плоскостью, проходящей через ее ось симметрии, имеет вид, изображенный на рисунке.



Сечение исследуемого целика
Fig. Cross section of the studied rock mas

Введем декартовую систему координат xoy , проведем сечение целика горизонтальной плоскостью, проходящей через произвольную точку $B(x,y)$ кривой AC , уравнение которой и определяет искомую форму. Определим напряжение от собственного веса верхней части целика на единицу площади полученного горизонтального сечения BD . Для этого найдем объем и вес этой части. Объем определим как объем тела V , образованного вращением криволинейной трапеции $OABM$ вокруг оси OY ,

$$V = \pi \int_0^x y^2 dx, \tag{1}$$

а вес будет равен $P_2 = \gamma V$. Отношение $P_1 + P_2$ к площади сечения BD , равное $S = \pi y^2$ и дает определяемое напряжение, где $P_1 = \sigma_0 S$. Напряжение у верхнего торца целика будет равно $\frac{P_1}{\pi r^2}$ где $r = OA$. Отсюда

$$\frac{P_1 + P_2}{S} = \frac{P_1}{\pi r^2} \text{ или } P_1 + P_2 = \frac{P_1 S}{\pi r^2} \text{ и, наконец,}$$

$$P_1 + \pi \gamma \int_0^x y^2 dx = \frac{P_1}{r^2} y^2. \tag{2}$$

Продифференцировав выражение (2), получим дифференциальное уравнение кривой AB :

$$\pi \gamma y^2 dx = \frac{2P_1}{r^2} y dy. \tag{3}$$

Решение уравнения (3) в виде

$$x = \frac{2P_1}{\pi \gamma r^2} \ln \frac{y}{r} \tag{4}$$

является уравнением кривой AC . Полную характеристику формы целика как трехмерного тела получим, определив поверхность, образованную вращением кривой AC вокруг оси ox . Уравнение этой поверхности имеет вид:

$$x = \frac{2P_1}{\pi \gamma r^2} \ln \frac{\sqrt{y^2 + z^2}}{r}. \tag{5}$$

Такая форма позволяет во всех точках получить равное напряжение и тем самым повысить устойчивость целиков без неоправданных потерь полезных ископаемых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученное решение (4) дифференциального уравнения (3), определяющего форму устойчивого целика, и на его основе уравнение соответствующей поверхности позволяют сделать следующие выводы.

1. Управляющими параметрами формы устойчивых целиков, являются: горное давление на верхний конец целика, площадь поперечного сечения целика на стыке с кровлей и удельный вес геоматериала, составляющего целик.
2. Структура геоматериала должна быть такой, чтобы были условия для определения эффективных упругих свойств и среднего удельного веса, без которых невозможно получить равного макроскопического напряжения в каждой точке целика, необходимого условия устойчивости.
3. Подходящая форма кривой (4) позволит при камерно-столбовой системе разработки с поддерживающими целиками техническую реализацию существующими средствами добычи полезных ископаемых.

Список литературы

1. Numerical analysis of underground space and pillar design in metalliferous mine / T. Malli, M.E. Yetkin, M.K. Ozfirat, B. Kahraman // *Journal of African Earth Sciences*. 2017. Vol. 134. P. 365-372.
2. Rafiei Renani H., Martin C.D. Modeling the progressive failure of hard rock pillars // *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2018. Vol. 74. P. 71-81.
3. Deliveris A.V., Benardos A. Evaluating performance of lignite pillars with 2D approximation techniques and 3D numerical analyses // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2017. Vol. 27. P. 929-936.
4. Mark C., Agioutantis Z. Analysis of coal pillar stability (ACPS): A new generation of pillar design software // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29. P. 87-91.
5. Frith R., Reed G. Coal pillar design when considered a reinforcement problem rather than a suspension problem // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2018. Vol. 28. P. 11-19.
6. Тюпин В.Н. Установление динамически устойчивых размеров обнажений трещиноватого напряженного горного массива при камерных вариантах систем разработки // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2016. Т. 22. № 6. С. 31-39.
7. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Разработка автоматизированной системы определения внешнего поля напряжений, действующего на породный массив // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017. № 11. С. 220-226.
8. Халкечев Р.К., Халкечев К.В. Математическое моделирование неоднородного упругого поля напряжений породного массива кристаллической блочной структуры // *Горный журнал*. 2016. № 3. С. 200-205.
9. 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.
10. Халкечев Р.К. Применение теории мультифрактального моделирования процессов деформирования и разрушения породных массивов с целью краткосрочного прогнозирования внезапных выбросов угля и газа // *Уголь*. 2019. № 7. С. 48-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-48-50.
11. Халкечев Р.К. Нечеткая математическая модель изменения концентрации трещин в минерале под действием внешней нагрузки // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019. № 6. С. 97-105.
12. Халкечев Р.К. Экспертная система разработка математических моделей геомеханических процессов в породных массивах // *Горный журнал*. 2016. № 7. С. 96-98.

Original Paper

UDC 622.838.5:517.11.001.57 © E.A. Kuzin, K.V. Khalkechev, 2020
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 22-25
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-22-25>

Title

MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE SHAPE OF A STABLE PILLAR OF A POLYCRYSTALLINE STRUCTURE IN CARBON-BEARING ROCKS

Authors

Kuzin E.A.¹, Khalkechev K.V.²

¹ Committee of state construction supervision of Moscow, Moscow, 121059, Russian Federation

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

Authors' Information

Kuzin E.A., Head of the Administration for control and supervision of metro facilities, e-mail: eakuzin@mail.ru

Khalkechev K.V., Doctor of Physico-mathematical Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mathematics department, e-mail: h_kemal@mail.ru

Abstract

In order to obtain a stable pillar shape, a mathematical model is developed, based on the content model. The following key points are related to the content model. The determining parameter is the stress field in pillar, induced by an external field and its own weight. All things being equal, the pillar will be more stable if the stresses in it are the same everywhere. Otherwise, the internal stress field in the supporting pillar will change abruptly. Based on this content model, a mathematical model is constructed. It comes to the differential equation of the curve that defines the stable shape of the pillar. Solving it gives the equation of the desired curve, and its corresponding transformation – the equation of the surface of a stable pillar. An analysis of these equations showed that the controlling parameters of the shape of the stable pillars are: rock pressure at the upper end of the pillar, the cross-sectional area of the pillar at the junction with the roof, and the specific gravity of the geomaterial constituting the pillar. The requirements for the structure of the geomaterial are determined. The structure of the geomaterial should be such that effective elastic properties and average specific gravity

can be determined. The shape of the curve can be implemented within the framework of existing technologies.

Keywords

Mathematical model, Pillar, Shape of the pillar, Stress field, Rock pressure, Stability, Effective elastic properties, Average specific gravity.

References

1. Malli T., Yetkin M.E., Ozfirat M.K. & Kahraman B. Numerical analysis of underground space and pillar design in metalliferous mine. *Journal of African Earth Sciences*, 2017, Vol. 134, pp. 365-372.
2. Rafiei Renani H. & Martin C.D. Modeling the progressive failure of hard rock pillars. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2018, Vol. 74, pp. 71-81.
3. Deliveris A.V. & Benardos A. Evaluating performance of lignite pillars with 2D approximation techniques and 3D numerical analyses. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2017, Vol. 27, pp. 929-936.
4. Mark C. & Agioutantis Z. Analysis of coal pillar stability (ACPS): A new generation of pillar design software. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2019, Vol. 29, pp. 87-91.
5. Frith R. & Reed G. Coal pillar design when considered a reinforcement problem rather than a suspension problem. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2018, Vol. 28, pp. 11-19.
6. Tyupin V.N. Ustanovlenie dinamicheski ustoychiviy razmerov obnazheniy treshchinovatogo napryazhennogo gornogo massiva pri kamernykh variantah

system razrabotki [Establishment of dynamically steady sizes of exposures of the jointed intense massif at chamber options of systems of development]. *Vestnik Zabayskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of Transbaikal State University*, 2016, Vol. 22, No. 6, pp. 31-39. (In Russ.).

7. Khalkechev R.K. & Khalkechev K.V. Razrabotka avtomatizirovannoy sistemy opredeleniya vneshnego polya napryazheniy, deystvuyushchego na porodnyi massiv [Development of automated system to determine actual external stress field applied to rock mass]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2017, No. 11, pp. 220-226. (In Russ.).

8. 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]. *Gornyy Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 3, pp. 200-205. (In Russ.).

9. 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]. *Gornyy Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 6, pp. 64-66. (In Russ.).

10. Khalkechev R.K. Primeneniye teorii mul'tifraktal'nogo modelirovaniya processov deformirovaniya i razrusheniya porodnykh massivov s celyu kratkosrochnogo prognozirovaniya vnezapnykh vybrosov uglja i gaza [Multifractal

modeling theory application of rock mass deformation and destruction processes with the aim of short-term forecasting sudden coal and gas outbursts]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 7, pp. 48-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-48-50.

11. Khalkechev R.K. Nechetkaya matematicheskaya model' izmeneniya koncentracii treshchin v minerale pod deystviem vneshney nagruzki [Fuzzy mathematical model of crack density variation in mineral under external loading]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2019, No. 6, pp. 97-105. (In Russ.).

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

For citation

Kuzin E.A. & Khalkechev K.V. Mathematical model for determining the shape of a stable pillar of a polycrystalline structure in carbon-bearing rocks. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 22-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.

Paper info

Received November 1, 2019
Reviewed December 9, 2019
Accepted December 20, 2019

СУЭК первой в отрасли получила комплексное экологическое разрешение (КЭР)

Шахта имени С.М. Кирова, входящая в состав АО «СУЭК-Кузбасс», первой в угольной отрасли, а также одной из первых в России получила комплексное экологическое разрешение (КЭР).



О важности улучшения экологической ситуации в стране сказал 15 января 2020 г. в своем послании Федеральному собранию Российской Федерации Президент России В.В. Путин. Он отметил, что никаких переносов сроков перехода предприятий на новые экологические стандарты больше не будет. Президент призвал бизнес «помнить о своей социальной и экологической ответственности», а государство в целом – быстрее переходить от планов к действиям. Отдельно Президент России выделил выдачу в 2019 г. первых 16 КЭР.

В число этих предприятий вошла и шахта имени С.М. Кирова. Подтверждающий документ выдан 25 декабря 2019 г. Межрегиональным управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Он касается деятельности предприятия как на территории г. Ленинска-Кузнецкого, так и Ленинск-Кузнецкого района.

В соответствии с действующим законодательством РФ данный документ является единым обязательным разрешительным документом для юридических лиц, осуществляющих хозяйственную деятельность на объектах I категории. Он утверждает все нормативы воздействия на окружающую среду, и заменяет собой три предыдущих основополагающих разрешительных документа: разрешение на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, разрешение на сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и документ об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. При этом в КЭР специально оговорено, что негативное воздействие

предприятием на окружающую среду не должно превышать установленные технологические показатели наилучших доступных технологий.

Шахта имени С.М. Кирова традиционно является одним из лидеров угольной отрасли по внедрению инновационных технологий в области экологии. На предприятии уже более десяти лет успешно реализуется уникальный проект по утилизации метана. Реконструкция обогатительной фабрики, построенной еще в середине прошлого века, позволила перевести технологический процесс на полностью замкнутый водно-шламовый цикл. А в конце 2019 года в опытно-промышленную эксплуатацию введены после реконструкции самые современные очистные сооружения модульного типа производительной мощностью 800 м³/ч. Применяется многоступенчатая технология очистки – механическая очистка, плюс флотация, фильтрация и УФ-обеззараживание ENVIROCHEMIE. Достигнутый уровень очистки позволит повторно использовать очищенную воду для технологических нужд предприятия. Общая стоимость реализованного проекта составляет более 800 млрд руб. А суммарные затраты СУЭК на природоохранные мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду в Кузбассе за 2019-2021 гг. приближаются к 4,5 млрд руб.

В послании Федеральному собранию Президент России подчеркнул, что в 2020 г. еще 80 из 300 крупнейших предприятий должны получить комплексные экологические разрешения и перейти на наилучшие доступные технологии.

Планируется, что в это число также войдут два угледобывающих предприятия компании «СУЭК-Кузбасс» – шахты «Комсомолец» (г. Ленинск-Кузнецкий) и имени В.Д. Ялевского (Прокопьевский район).



Мировой рекорд по экскавации горной массы установлен на разрезе «Восточный» компании СУЭК

На разрезе «Восточный», входящем в состав Сибирской угольной энергетической компании, установлен мировой рекорд годовой производительности в объеме 5 млн 10 тыс. куб. м горной породы. Рекорд выполнен на экскаваторе Komatsu PC-1250 с вместимостью ковша 6,7 куб. м.

Бригада экскаватора под руководством начальника участка **Евгения Пелевина** побила свой же рекорд 2018 г. Тогда горняки достигли отметки 4 млн 334 тыс. куб. м и поставили перед собой новую цель, которую успешно достигли по итогам 2019 года.

Рекорд зафиксирован официальным подтверждением от производителя техники. В честь значимого достижения экипаж поздравил первый заместитель генерального директора ООО «Разрез Восточный» **Александр Чернов**.

«Мы лучшие! Мы можем! Благодаря таким вот рекордам мы можем показать, что организация работы занимает не последнее место в производственном процессе. С 2016 г. эта же машина почти с таким же составом бригады и тем же количеством БелАЗов отгружала по 300 тыс. куб. м.



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

*А в 2019 г. мы уже вышли на показатель более чем 400 тыс. куб. м. Мы учимся, набираемся опыта, грамотно используем свои знания. И вот результат!», – сказал **Александр Чернов**.*

Бригадир **Виталий Гантимуров**, машинисты **Михаил Суржицкий, Николай Кузнецов, Павел Быков, Иван Тароев** и начальник участка **Евгений Пелевин** получили грамоты и премии от руководства.

*«Этот высокий производственный результат достигнут благодаря ответственному и грамотному отношению к своему труду всех специалистов, задействованных в подготовке, выемке и транспортировке горной массы», – поздравил коллектив заместитель генерального директора – директор по производственным операциям АО «СУЭК» **Владимир Артемьев**.*

Режимы диффузионного горения мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в атмосфере горных выработок

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-27-32>

В результате работы очистных и проходческих комбайнов на угольных шахтах неизбежно образуются пылегазовоздушные смеси, склонные к химическому реагированию, что может привести к процессам дефлаграции (горения) или детонации, носящим катастрофический характер. В данной работе исследуется процесс горения в горных выработках мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в диффузионной области. Сформулирована краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка, в котором учтена не только молекулярная диффузия, но и конвективный массоперенос. Установлено, что в зависимости от параметров пылегазовоздушной смеси теоретически возможны три режима ее горения в диффузионной области. Однако в реальных условиях существует только единственный режим, при котором концентрация реагирующего газа в зоне горения изменяется экспоненциально. Получена формула, определяющая длину зоны горения, и построены графики ее изменения в зависимости от ряда параметров пылегазовоздушных смесей.

Ключевые слова: горные выработки, пылегазовоздушные смеси, диффузионная область горения, уравнение диффузии, коэффициент массообмена, число Шервуда, диффузионное число Прандтля.

Для цитирования: Черданцев С.В., Филатов Ю.М., Шлапаков П.А. Режимы диффузионного горения мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в атмосфере горных выработок // Уголь. 2020. № 2. С. 27-32. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-27-32.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе очистных и проходческих работ на угольных шахтах неизбежно образуется угольная пыль, которая, взаимодействуя с газовой атмосферой горных выработок, формирует пылегазовоздушные смеси (ПГВС), способные к возгоранию и горению. В свою очередь, процесс горения ПГВС при определенных условиях может приобрести детонационный характер с последующим взрывом, который в условиях угольных шахт носит катастрофический характер.

Известно, что процесс горения ПГВС способен протекать в кинетической, диффузионной и промежуточной



ЧЕРДАНЦЕВ С.В.

Доктор техн. наук,
главный научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: svch01@yandex.ru



ФИЛАТОВ Ю.М.

Канд. техн. наук,
генеральный директор
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: belovo-f@mail.ru



ШЛАПАКОВ П.А.

Канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shlapak1978@mail.ru

областях [1, 2]. Горение мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в кинетической области в атмосфере горных выработок обсуждалось в статьях [3, 4]. В кинетической области рассмотрены процессы горения гелеобразного конденсированного вещества [5] и горения капли н-гептана [6].

В работе [7] теоретически и экспериментально обсуждены процессы горения в кинетической области и детонации газозвушных и пылегазовоздушных смесей при различной концентрации пыли и разном стехиометрическом соотношении, а в работе [8] выявлена склонность угольной пыли в кинетической области образовывать взрывчатую смесь в атмосфере горных выработок. Процессы горения грубодисперсных пылегазовоздушных смесей в кинетической области рассмотрены в работе [9].

В данной статье обсуждается вопрос горения мелкодисперсных пылегазовоздушных смесей в диффузионной области. В ходе постановки и решения данной задачи мы учли, что поскольку размер мелкодисперсных частиц составляет менее 10^{-5} м, а размеры горной выработки, занятой ПГВС, гораздо больше расстояний между угольными частицами, то пылегазовоздушную смесь будем рассматривать как однородную среду.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Первой стадией процесса горения является подвод окислителя к реагирующей ПГВС, осуществляемый посредством молекулярной диффузии и конвективного массопереноса, описываемых уравнением [1, 10]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \nabla^2 c - \vec{v} \cdot \nabla c + q, \quad (1)$$

где концентрация c реагирующего газа, является искомой функцией координат x, y, z и времени t ; D – коэффициент диффузии; \vec{v} – вектор скорости пылегазовоздушного потока в горной выработке, вследствие чего происходит массоперенос реагирующего газа конвекцией; q – количество тепла, выделяющегося на единице реакционной поверхности за единицу времени, которое определяется по формуле:

$$q = QW, \quad (2)$$

где Q – тепловой эффект горения угля, а W – скорость протекания реакции.

Полагая первый порядок химической реакции ПГВС, скорость протекания реакции определим по формуле [10]:

$$W = kc_s, \quad (3)$$

где c_s – концентрация окислителя на поверхности угольной частицы, k – константа скорости реакции, зависимость которой от абсолютной скорости T выражается законом Аррениуса [1, 2]:

$$k = k_0 e^{-E/RT},$$

где $R = 8,314$ Дж/(моль×К) – газовая постоянная; E – энергия активации, которой должна обладать молекула, чтобы прореагировать; k_0 – предэкспоненциальный множитель.

Будем полагать, что реакция протекает в стационарном режиме, поэтому ее скорость пропорциональна количеству реагирующего вещества, доставляемому в зону реакции диффузией, что может быть выражено равенством [10]:

$$W = \beta(c - c_s), \quad (4)$$

где β – коэффициент массообмена.

Сопоставляя равенства (3) и (4), находим:

$$c_s = \frac{\beta c}{k + \beta}, \quad (5)$$

и, подставив (5) в формулу (3), найдем скорость реакции:

$$W = \frac{k\beta}{k + \beta} c. \quad (6)$$

Из формулы (6) видно, что скорость процесса реагирования зависит от протекания двух стадий: кинетической, характеризующейся коэффициентом k , и диффузионной, определяемой коэффициентом β . Известно [1], что скорость всего процесса определяется самой медленной его стадией. Поэтому, если скорость химического взаимодействия молекул значительно больше скорости диффузии ($k \gg \beta$), то процесс протекает в диффузионной области. Наоборот, когда химическое взаимодействие происходит медленно, а диффузия быстро ($k \ll \beta$), то реакция протекает в кинетической области. В других случаях химическое реагирование протекает в переходной области.

Поскольку тепловой эффект Q горения угля известен [2], то, подставляя в равенство (2) формулу (6), получим формулу для определения величины q :

$$q = Q \frac{k\beta}{k + \beta} c. \quad (7)$$

Если процесс химического реагирования пылегазовоздушной смеси протекает в кинетической области, то скорость его протекания определим по формуле (7), учитывая, что в ней $k \ll \beta$, и поэтому:

$$q = Qkc. \quad (8)$$

Если процесс протекает в диффузионной области ($\beta \ll k$), то формула (7) приобретает следующий вид:

$$q = Q\beta c. \quad (9)$$

Поскольку в статье мы обсуждаем вопрос горения ПГВС в диффузионной области, то далее будем использовать формулу (9). Как и в работах [3, 4], горную выработку будем считать одномерной областью, характеризующейся осью x , направленной вдоль оси выработки.

Отметим также, что процесс горения ПГВС достаточно быстро стабилизируется, и поэтому поля концентраций и температур перемещаются с некоторой практически постоянной скоростью [1, 2]. Чем ближе к начальной концентрации c_0 мы будем учитывать концентрацию процесса c , тем с большей уверенностью можно считать процесс горения квазистационарным, не зависящим от времени, протекающим в диффузионной области ($\beta \ll k$).

Учитывая сказанное и подставляя формулу (9) в уравнение (1), получаем обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка:

$$D \frac{d^2 c}{dx^2} - v \frac{dc}{dx} + Q\beta c = 0. \quad (10)$$

где v – модуль вектора скорости \vec{v} .

Разделив уравнение (10) на коэффициент диффузии D , приведем его к виду:

$$\frac{d^2 c}{dx^2} - \frac{v}{D} \frac{dc}{dx} + \frac{Q\beta}{D} c = 0. \quad (11)$$

Далее перейдем к безразмерной концентрации \bar{c} и безразмерной \bar{x} координате, определив их по формулам:

$$\bar{c} = \frac{c}{c_{\max}}, \quad \bar{x} = \frac{x}{L}, \quad (12)$$

где c_{\max} – максимальная концентрация реагирующего газа; L – длина зоны горения в диффузионной области. Из первой формулы видно, что искомая величина \bar{c} и аргумент \bar{x} принадлежат соответственно отрезкам $\bar{c} \in [\bar{c}_0; 1]$, $\bar{x} \in [0; 1]$, где $\bar{c}_0 = c/c_{\max}$.

После этого из формул (12) найдем соотношения:

$$c = c_{\max} \bar{c}, \quad \frac{dc}{dx} = c_{\max} \frac{d\bar{c}}{d\bar{x}}, \quad \frac{d^2c}{dx^2} = c_{\max} \frac{d^2\bar{c}}{d\bar{x}^2},$$

$$\frac{d\bar{c}}{d\bar{x}} = \frac{d\bar{c}}{d\bar{x}} \frac{d\bar{x}}{dx} = \frac{1}{L} \frac{d\bar{c}}{d\bar{x}},$$

$$\frac{d^2\bar{c}}{d\bar{x}^2} = \frac{d}{d\bar{x}} \left(\frac{d\bar{c}}{d\bar{x}} \right) = \frac{d}{d\bar{x}} \left(\frac{1}{L} \frac{d\bar{c}}{d\bar{x}} \right) \frac{d\bar{x}}{dx} = \frac{1}{L^2} \frac{d^2\bar{c}}{d\bar{x}^2},$$

в силу которых уравнение (11) приводится к виду:

$$\frac{d^2\bar{c}}{d\bar{x}^2} - 2\theta \frac{d\bar{c}}{d\bar{x}} + \omega \bar{c} = 0, \quad (13)$$

где

$$\theta = \frac{\nu L}{2D}, \quad \omega = \frac{Q\beta L^2}{D}. \quad (14)$$

Добавив к уравнению (13) граничные условия:

$$\bar{c}|_{\bar{x}=0} = \bar{c}_0, \quad \bar{c}|_{\bar{x}=1} = 1, \quad (15)$$

мы получим краевую задачу, которая формулируется следующим образом: найти функцию \bar{c} , описывающую концентрацию реагирующего газа на отрезке $\bar{c} \in [\bar{c}_0; 1]$, внутри которого искомая функция удовлетворяет уравнению (13), а на концах отрезка удовлетворяет граничным условиям (15).

ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Поскольку дифференциальное уравнение (13) однородное, а его коэффициенты являются постоянными величинами, то общее решение уравнения можно найти в квадратурах [11], в силу чего решение сформулированной краевой задачи можно получить в аналитическом виде.

Общее решение уравнения (13) зависит от соотношения между значениями величин θ и ω , в связи с чем возможны следующие варианты решения [11]:

если $\theta^2 - \omega > 0$, то

$$\bar{c} = A_1 e^{(\theta + \sqrt{\theta^2 - \omega})\bar{x}} + A_2 e^{(\theta - \sqrt{\theta^2 - \omega})\bar{x}}, \quad (16)$$

если $\theta^2 - \omega = 0$, то

$$\bar{c} = (A_1 + \bar{x}A_2) e^{\theta \bar{x}}, \quad (17)$$

если $\theta^2 - \omega < 0$, то

$$\bar{c} = e^{\theta \bar{x}} \left[A_1 \cos(\sqrt{\omega - \theta^2} \cdot \bar{x}) + A_2 \sin(\sqrt{\omega - \theta^2} \cdot \bar{x}) \right]. \quad (18)$$

Для выполнения вычислительных процедур и анализа процесса горения при различных соотношениях θ и ω необходимо знать значения параметров D, c, Q, β , характеризующих пылегазовоздушную смесь и ее скорость ν . Если первые три параметра ПГВС являются табличными, то коэффициент массоотдачи β таковым не является, поскольку зависит от ряда параметров смеси и условий ее течения.

Как правило, коэффициент β определяют с использованием теории подобия, на базе которой получено обобщенное уравнение конвективной теплоотдачи при движении газового потока в каналах [12, 13].

$$Sh = 0,21 Re^{0,8} \cdot Pr_d^{0,43}, \quad (19)$$

связывающее число Шервуда Sh , Рейнольдса Re и диффузионное число Прандтля Pr_d .

Поскольку в горных выработках числа Рейнольдса и Прандтля составляют [14]: $Re = 1000-1500$, $Pr_d = 0,1-0,75$, а число Шервуда определяется по формуле [12, 13]: $Sh = \beta d/D$, где d – приведенный диаметр горной выработки, то искомую величину коэффициента массообмена можно определить по формуле:

$$\beta = 0,21 Re^{0,8} \cdot Pr_d^{0,43} \cdot \frac{D}{d}. \quad (20)$$

В качестве исходных параметров для выполнения вычислительных процедур приняли исходные параметры смеси из [2, 14, 15]: $Q = 10$ МДж/(кг×К); $c_0 = 0,002$ кг/м³; $c_{\max} = 0,23$ кг/м³; $D = 1,15 \times 10^{-6}$ м²/с; $Re = 1000$, $Pr_d = 0,25$, а скорость воздушного потока и приведенный диаметр выработки примем соответственно $\nu = 7,5$ м/с, $d = 2,25$ м.

По формулам (20) и (14) вычисляем $\beta = 1,485 \times 10^{-5}$ м/с, $\theta = 3,261 \times 10^6 L$, $\omega = 1,292 \times 10^8 L^2$ и находим разность $\theta^2 - \omega = 6,103 \times 10^{11} L^2 > 0$, в силу чего общим решением уравнения (13) является функция, определяемая по формуле (16).

Чтобы найти частное решение уравнения (13), необходимо определить постоянные интегрирования A_1, A_2 . Для этого подставим в формулу граничные условия (15). В результате мы получим систему двух алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \bar{c}_0 = A_1 + A_2, \\ 1 = A_1 e^{(\theta + \sqrt{\theta^2 - \omega})L} + A_2 e^{(\theta - \sqrt{\theta^2 - \omega})L}. \end{cases} \quad (21)$$

Обратим внимание, что $\theta + \sqrt{\theta^2 - \omega} = 6,522 \cdot 10^6 L$ является достаточно большой величиной, а величина $e^{\theta + \sqrt{\theta^2 - \omega}} \rightarrow \infty$, и поэтому из формулы (16) вытекает, что относительная концентрация $\bar{c} \rightarrow \infty$, что противоречит условиям задачи. Чтобы исключить это противоречие, примем $A_1 = 0$, а из первого уравнения системы (21) находим $A_2 = \bar{c}_0$, и, следовательно, частное решение уравнения (13), описывающее процесс горения в диффузионной области, представляется следующей функцией:

$$\bar{c} = \bar{c}_0 e^{(\theta - \sqrt{\theta^2 - \omega})\bar{x}}. \quad (22)$$

В силу второго граничного условия (15) перепишем формулу (22):

$$1 = \bar{c}_0 e^{\theta - \sqrt{\theta^2 - \omega}},$$

а затем, прологарифмировав ее и выполнив преобразования с учетом формул (14), придем к квадратному уравнению:

$$L^2 - \frac{\nu L}{Q\beta} \ln \frac{c_{\max}}{c_0} + D \left(\ln \frac{c_{\max}}{c_0} \right)^2 = 0,$$

корни которого суть:

$$L_{1,2} = \left[\frac{\nu}{2Q\beta} \pm \sqrt{\left(\frac{\nu}{2Q\beta} \right)^2 - D} \right] \ln \frac{c_{\max}}{c_0}. \quad (23)$$

Подставляя в формулу (23) исходные данные, определяем два значения: $L_1 = 0,239$ м, $L_2 = 1,081 \times 10^{-4}$ м и принимаем первое из них. Зная длину L , вычисляем

$$\theta = 7,812 \cdot 10^5, \quad \omega = 7,414 \cdot 10^6. \quad (24)$$

и строим зависимость (рис. 1) искомой функции \bar{c} , определяемой по формуле (22).

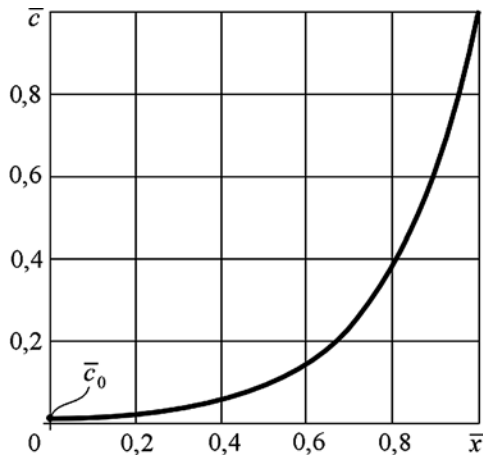


Рис. 1. Зависимость концентрации реагирующего газа \bar{c} от координаты \bar{x} .
Fig. 1. Dependence of the reacting gas concentration \bar{c} on the coordinate \bar{x} .

Особенность зависимости состоит в том, что при относительно небольших изменениях исходных параметров смеси график практически не меняется, поскольку величина $\vartheta = \theta - \sqrt{\theta^2 - \omega}$ (25)

также почти не изменяется. Чтобы убедиться в этом, сравним значение $\vartheta = 4,743$, вычисленное с учетом параметров θ , ω , найденных в формуле (24), со значением ϑ_1 , вычисленным при следующих параметрах смеси: $Q = 15$ МДж/(кг·К); $D = 2,15 \times 10^{-6}$ м²/с; $Re = 1134$, $Pr_d = 0,35$, $v = 8,5$ м/с, а приведенный диаметр выработки \bar{d} и концентрация реагирующего газа c_0, c_{max} остаются прежними.

Вначале по формуле (20) вычисляем коэффициент массообмена $\beta_1 = 3,549 \times 10^{-5}$ м/с, затем по формуле (23) определяем длину $L_1 = 0,075$ м, после чего по формулам (14) находим $\theta_1 = 1,485 \times 10^5$, $\omega_1 = 1,397 \times 10^6$ и, наконец, по формуле (25) вычисляем $\vartheta_1 = 4,705$. Сравнивая значения ϑ и ϑ_1 , замечаем, что они отличаются друг от друга всего на 0,8 %.

Таким образом, зависимость, показанная на рис. 1, является универсальной, поскольку она пригодна для исследования процесса горения в диффузионной области мелкодисперсной пылегазовоздушной смеси при различных ее параметрах.

На рис. 2, 3 представлены зависимости длины зоны горения в зависимости от ряда ее параметров.

Из анализа графиков установлено, что с увеличением скорости пылегазовоздушной смеси увеличивается и длина зоны горения L , причем график функции $L(v)$ представляет собой практически прямую линию.

Наоборот, с увеличением коэффициента диффузии D длина зоны горения уменьшается. График функции $L(D)$ также является прямой линией, но с отрицательным угловым коэффициентом.

Что касается функций $L(Q)$, $L(\beta)$, то они всюду нелинейно убывают на рассматриваемых интервалах, причем графики обеих функций представляют собой вогнутые кривые, не имеющие экстремальных точек.

Далее рассмотрим другие режимы протекания процесса горения в диффузионной области согласно формулам (17), (18).

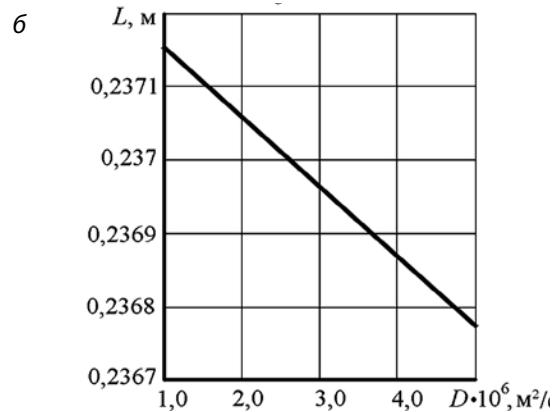
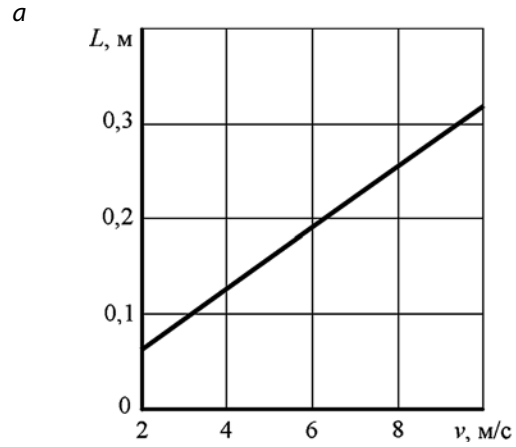


Рис. 2. Зависимость длины зоны горения пылегазовоздушных смесей от скорости воздушного потока (а) и от коэффициента диффузии (б)
Fig. 2. Dependence of the combustion zone length of dust-gas mixtures on the air flow velocity (a) and diffusion coefficient (b)

Так, если имеет место условие $\theta^2 - \omega = 0$, то, в силу формул (14), оно приобретает следующий вид:

$$\frac{v^2}{4D} - Q\beta = 0, \tag{26}$$

откуда мы определяем скорость

$$v = \sqrt{4DQ\beta},$$

которая в условиях исходных данных составляет всего $v = 0,026$ м/с, и, следовательно, число Рейнольдса составит только $Re = 3,467$. При этих значениях коэффициент массообмена $\beta = 1,599 \times 10^{-7}$ м/с, длина зоны горения $L = 0,077$ м, а вычисленная по первой формуле (14) величина $\theta = 868,432$. Следовательно, в формуле (17) экспонента $e^{868,432\bar{x}}$ имеет место только в очень малой окрестности точки $x = 0$. При $x \rightarrow 1$ величина $e^{868,432\bar{x}} \rightarrow \infty$. Следовательно, процесс горения ПГВС, при условии $\theta^2 - \omega = 0$ невозможен, даже если скорость v движения ПГВС мала.

Рассмотрим частный случай, когда скорость пылегазовоздушной смеси $v = 0$. Тогда, как следует из первой формулы (14), величина $\theta = 0$, и формула (17) существенно упрощается:

$$\bar{c} = A_1 + \bar{x}A_2.$$

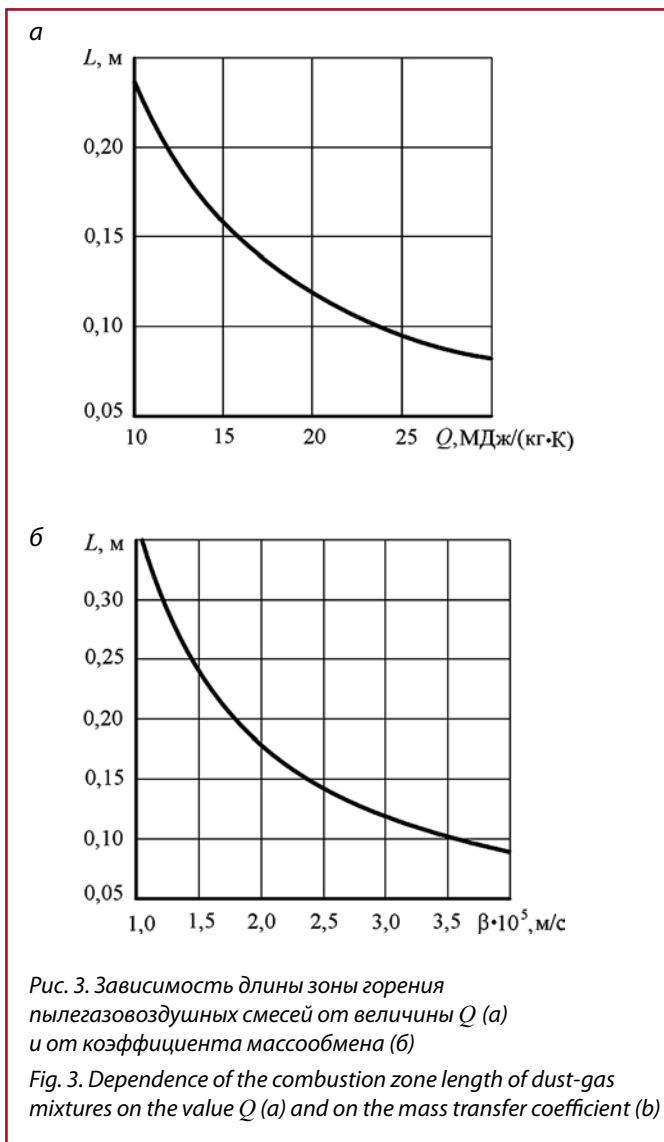


Рис. 3. Зависимость длины зоны горения пылегазовоздушных смесей от величины Q (а) и от коэффициента массообмена (б)
 Fig. 3. Dependence of the combustion zone length of dust-gas mixtures on the value Q (a) and on the mass transfer coefficient (b)

Подставляя сюда граничные условия (15), получаем:

$$A_1 = \bar{c}_0, A_2 = 1 - \bar{c}_0,$$

следовательно, искомая функция представляется в виде:

$$\bar{c} = \bar{c}_0 + (1 - \bar{c}_0)\bar{x}. \tag{27}$$

На наш взгляд, формула (27) тривиальна, и для исследования процессов горения ПГВС в реальных условиях горных выработок она, по существу, не пригодна. Во-первых, невозможно определить длину зоны горения L . Во-вторых, формула (27) не содержит никаких параметров ПГВС, характеризующих процесс горения.

Далее обсудим условие $\theta^2 - \omega < 0$ и связанную с ним формулу (18). Отметим, что даже при сравнительно малой скорости экспоненциальный показатель $e^{\omega \bar{x}} \rightarrow \infty$ на интервале $\bar{x} = [0; 1]$, поэтому искомая функция \bar{c} также стремится к бесконечности, что противоречит реальному протеканию процесса горения ПГВС. Поэтому рассмотрим случай, когда ПГВС находится в покое, т.е. $v = 0$. В этом случае $\theta = 0$, и поэтому уравнение (18) приводится к виду:

$$\bar{c} = A_1 \cos(\sqrt{\omega} \cdot \bar{x}) + A_2 \sin(\sqrt{\omega} \cdot \bar{x}). \tag{28}$$

Поскольку скорость $v = 0$, то число Рейнольдса по определению $Re = 0$, в силу чего из формулы (20) следует, что коэффициент массообмена $\beta = 0$, и поэтому параметр ω ,

как следует из второй формулы (14), также $\omega = 0$. Но тогда формула (28) приобретает вид $\bar{c} = A_1$, который следует исключить из рассмотрения ввиду тривиальности.

Таким образом, из всех рассмотренных случаев соотношения между параметрами θ и ω имеет место только соотношение $\theta^2 - \omega > 0$, которому соответствует формула (22), описывающая процесс горения ПГВС в диффузионной области единственным образом.

Выводы

1. Сформулирована краевая задача, описывающая процесс горения мелкодисперсной пылегазовоздушной смеси в диффузионной области.

2. Найдено решение краевой задачи, график которого пригоден для исследования процесса горения в диффузионной области ПГВС при различных ее параметрах.

3. Получена формула, определяющая длину зоны горения смеси в диффузионной области и построены графики зависимости длины зоны горения от ряда параметров смеси. В результате анализа графиков выявлено:

- с увеличением скорости ПГВС увеличивается длина зоны горения, а с увеличением коэффициента диффузии длина зоны горения, наоборот, уменьшается. При этом обе указанные зависимости линейные;

- с увеличением теплового эффекта Q и коэффициента массообмена β длина зоны горения L нелинейно уменьшается, причем графики функций $L(Q)$ и $L(\beta)$ представляют собой вогнутые кривые, не имеющие экстремальных точек.

4. Установлено, что процесс горения ПГВС в диффузионной области имеет место только в том случае, если концентрация реагирующего газа в зоне горения изменяется экспоненциально.

Список литературы

1. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.
2. Канторович Б.В. Основы теории горения и газификации твердого топлива. М.: Книга по требованию, 2013. 601 с.
3. Анализ процесса горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей в горных выработках / С.В. Черданцев, Ли Хи Ун, Ю.М. Филатов, П.А. Шлапаков // Безопасность труда в промышленности. 2017. № 11. С. 10-15.
4. Combustion of fine dispersed dust-gas-air mixtures in underground workings / S.V. Cherdantsev, L.H. Un, Yu.M. Filatov et al. // Journal of Mining Science, 2018. Vol. 54. Issue 2. P. 339-346.
5. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Initiation of Combustion of a Gel-Like Condensed Substance by a Local Source of Limited Power // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2017. Vol. 90. Issue 1. P. 206-216.
6. Frolov S.M., Basevich V.Y., Medvedev S.N. Modeling of low-temperature oxidation and combustion of droplets // Doklady Physical Chemistry. 2016. Vol. 470. N 2. P. 150-153.
7. What is burning in coal mines: methane or coal dust? / A.A. Vasilev, A.V. Pinaev, A.A. Trubisyn et al. // Combustion, Explosion, and Shock Waves. 2017, Vol. 53. Issue 1. P. 8-14.
8. Amelchugov S.P., Bykov V.I., Tsybenova S.B. Spontaneous Combustion of Brown-Coal Dust. Experiment, Determination of Kinetic Parameters, and Numerical Modeling // Combustion, Explosion and Shock Waves. 2002. Vol. 38. Issue 3. P. 295-300.

9. Анализ процесса выгорания грубодисперсных пылегазовоздушных смесей, движущихся в воздушных потоках горных выработок / С.В. Черданцев, Ли Хи Ун, Ю.М. Филатов, П.А. Шлапаков // Химическая физика и мезоскопия. 2017. № 4. С. 513-523.

10. Лыков А.В. Теплообмен. М.: Энергия, 1978. 480 с.

11. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974. 331 с.

12. Кутателадзе С.С. Анализ подобия и физические модели. Новосибирск: Наука, 1986. 296 с.

13. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепло-массоперенос. М.: Металлургия, 1995. 400 с.

14. Абрамов Ф.А. Рудничная аэрогазодинамика. М.: Недра, 1972. 356 с.

15. Линденау Н.И., Маевская В.М., Крылов В.Ф. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров в угольных шахтах. М.: Недра, 1977. 320 с.

SAFETY

Original Paper

UDC 622.272:516.02 © S.V. Cherdantsev, Yu.M. Filatov, P.A. Shlapakov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 27-32
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-27-32>

Title MODES OF DIFFUSION COMBUSTION OF FINE DUST-GAS-AIR MIXTURES IN THE ATMOSPHERE OF MINE WORKINGS

Authors

Cherdantsev S.V.¹, Filatov Yu.M.¹, Shlapakov P.A.¹

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

Authors' Information

Cherdantsev S.V., Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher,
e-mail: svch01@yandex.ru

Filatov Yu.M., PhD (Engineering), General Director,
e-mail: belovo-f@mail.ru

Shlapakov P.A., PhD (Engineering), Laboratory Head,
e-mail: shlapak1978@mail.ru

Abstract

In the result of treatment and tunneling machines for coal mines inevitably formed dust-Laden flue gas mixture, prone to chemical reaction, which can lead to the processes of deflagration (burning) or detonation, bearing in mine conditions catastrophic. In this work, we study the combustion process in mines the fine dust-Laden flue gas mixtures in the diffusion region. A boundary value problem for a second-order differential equation, which takes into account not only molecular diffusion, but also convective mass transfer, is formulated. It is shown that depending on parameters of dust-Laden flue gas mixture is theoretically possible three modes of combustion in the diffusion region. However, in real conditions there is only a single mode, in which the concentration of reactant gas in the combustion zone varies exponentially. The formula is obtained, which determines the length of the combustion zone, and the graphs change depending on the number of parameters of dust-Laden flue gas mixtures.

Keywords

Mining, Dust-Laden flue gas mixture, Diffusion combustion region, Diffusion equation, The coefficient of mass transfer, Sherwood number, Diffusion Prandtl number.

References

1. Frank-Kamenetsky D.A. *Diffuziya i teploperedacha v himicheskoy kinetike* [Diffusion and heat transfer in chemical kinetics]. Moscow, Nauka Publ., 1987, 502 p. (In Russ.).
2. Kantorovich B.V. *Osnovy teorii goreniya i gazifikacii tverdogo topliva* [Fundamentals of theory of combustion and gasification of solid fuels]. Moscow, Book at the request Publ., 2013, 601 p. (In Russ.).
3. Cherdantsev S.V., Lee Hee Un, Filatov Yu.M. & Shlapakov P.A. Analiz processa goreniya mikrogeterogennykh pylegazovozdushnykh smesey v gornyykh vyrabotkakh [Analysis of the combustion process microheterogeneous dust-Laden flue gas mixtures in mines]. *Bezopastnost' Truda v Promyshlennosti – Occupational Safety in Industry*, 2017, No 11, pp. 10–15. (In Russ.).
4. Cherdantsev S.V., Li Hi Un, Filatov Yu.M., Botvenko D.V., Shlapakov P.A. & Kolykhalov V.V. Combustion of Fine Dispersed Dust-Gas-Air Mixtures in Underground Workings. *Journal of Mining Science*, March 2018, Vol. 54, Issue 2, pp. 339-346.

5. Glushkov D.O., Kuznetsov G. V. & Strizhak P.A. Initiation of Combustion of a Gel-Like Condensed Substance by a Local Source of Limited Power. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, January 2017, Vol. 90, Issue 1, pp. 206-216.

6. Frolov S.M., Basevich V.Y. & Medvedev S.N. Modeling of low-temperature oxidation and combustion of droplets. *Doklady Physical Chemistry*, 2016, Vol. 470, No. 2, pp. 150-153.

7. Vasilev A.A., Pinaev A.V., Trubisyn A.A., Crachev A.Y., Trotsyuk A.V., Fomin P.A. & Trilis A.V. What is burning in coal mines: methane or coal dust? *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 2017, Vol. 53, Issue 1, pp. 8-14.

8. Amelchugov S.P., Bykov V.I., Tsybenova S.B. Spontaneous Combustion of Brown-Coal Dust. Experiment, Determination of Kinetic Parameters, and Numerical Modeling. *Combustion, Explosion and Shock Waves*, 2002, Vol. 38, Issue 3, pp. 295-300.

9. Cherdantsev S.V., Li Hee Un, Filatov Yu.M. & Shlapakov P.A. Analiz processa vygoraniya grubodispersnykh pylegazovozdushnykh smesey, dvizhushchihsya v vozdushnykh potokakh gornyykh vyrabotok [Procedure analysis of burning out the poor dispersion dust-gas-air mixtures moving in mine opening airflows]. *Himicheskaya fizika i mezoskopiya – Chemical physics and mesoscopy*, 2017, No. 4, pp. 513-523. (In Russ.).

10. Lykov A.V. *Teplomassoobmen* [Heat and mass transfer]. Moscow, Energy Publ., 1978, 480 p. (In Russ.).

11. Pontryagin L.S. *Obyknovennyye differentsial'nyye uravneniya* [Ordinary differential equations]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 331 p. (In Russ.).

12. Kutateladze S.S. *Analiz podobiya i fizicheskie modeli* [Similarity analysis and physical models]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986, 296 p. (In Russ.).

13. Telegin A.S., Shvydkiy V.S. & Yaroshenko Yu.G. *Teplo-massoperenos* [Heat and Mass Transfer]. Moscow, Metallurgy, 1995, 400 p. (In Russ.).

14. Abramov F.A. *Rudnichnaya aerogazodinamika* [Miner aerogas dynamics]. Moscow, Nedra Publ., 1972, 356 p. (In Russ.).

15. Lindenau N.I., Mayevskaya V.M. & Krylov V.F. Proiskhozhdenie, profilaktika i tushenie endogennykh pozharov v ugol'nykh shahtah [Origin, prevention and suppression of endogenous fires in coal mines]. Moscow, Nedra Publ., 1977, 320 p. (In Russ.).

For citation

Cherdantsev S.V., Filatov Yu.M. & Shlapakov P.A. Modes of diffusion combustion of fine dust-gas-air mixtures in the atmosphere of mine workings. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 27-32. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-27-32.

Paper info

Received November 5, 2019

Reviewed December 4, 2019

Accepted December 20, 2019

На шахте «Комсомолец» компании «СУЭК-Кузбасс» по итогам года установлено несколько производственных рекордов

Шахта «Комсомолец» компании «СУЭК-Кузбасс» завершила 2019 год новым производственным рекордом предприятия – на-гора выдано 3 млн 052 тыс. т. Это лучший результат за всю 86-летнюю историю шахты.



Прежнее достижение превышено на 600 тыс. т. Исторически сложившиеся особенности предприятия требуют особой сложности в работе всех звеньев технологической цепочки, в том числе единственной на шахте очистной бригады **Кирилла Куксова**. И по итогам минувшего года она также установила производственный рекорд, добыв 2 млн 704 тыс. т угля. В том числе почти 400 тыс. т – сверхплано-во. Умело используя имеющееся оборудование – очистной комбайн SL-300 (Германия), 151 секция крепи Tagor и Glinik (Польша) и лавный конвейер SH PF-4/1032 (Германия), этот коллектив сумел достичь среднемесячной производительности на пласту «Толмачевский» более 300 тыс. т угля.

Еще один рекорд шахты «Комсомолец» принадлежит проходчикам. Впервые сразу две подготовительные бригады, применяя самый распространенный отечественный комбайн КП-21, преодолели за год рубеж по проходке более 4 км горных выработок каждая. На счету брига-

ды **Сергея Подрезова** – 4042 м, а у бригады **Дмитрия Котика** – 4149 м. В целом, за минувший год четыре подготовительных коллектива шахты прошли 13258 м, в 1,5 раза превысив плановое задание.

Достижения горняков предприятия в 2019 г. отмечены на самых разных уровнях. Участок № 4, где трудится бригада **Кирилла Куксова**, стал в компании «СУЭК-Кузбасс» победителем конкурса «Лучший в области охраны труда». Шахта признана лучшей в категории «Подземная группа» среди всех угледобывающих предприятий СУЭК. Директор **Василий Сметанин** на областных торжествах в честь профессионального праздника награжден памятным кубком победителя конкурса «Лучший директор» 2019 года. И на декабрьском заседании профессионального клуба «Добычник» **Кирилл Куксов** избран коллегами президентом клуба.

Компания вкладывает значительные средства в развитие самой старой действующей шахты г. Ленинска-Кузнецкого, введенной в эксплуатацию еще в 1933 г. Только за последние два года объем инвестиций на шахте «Комсомолец» превысил 5,3 млрд руб.

ЕВРАЗ приобрел новое оборудование для добычи угля

20 января 2020 г. Механизированный очистной комплекс Glinik поступил на шахту «Осинниковская» Распадской угольной компании ЕВРАЗа. На предприятие уже доставили все секции крепи, лавный конвейер, перегружатель, маслостанции. До марта ожидают новый очистной комбайн и энергопоезд.

Совместно с производителем угольщики создали продукт по индивидуальному проекту: усовершенствовали конструкцию секций крепи и отрегулировали их высоту в соответствии с горно-геологическими условиями предприятия. Для этого работники шахты посетили завод-изготовитель в Польше.

Добычной комплекс запустят в работу в лаве 4-1-5-7. К ее разработке приступят в апреле 2020 г. Горняки планируют использовать оборудование в четырех следующих лавах пласта «Елбанский-5».

Ожидается, что техническое перевооружение увеличит производительность предприятия. По предварительным оценкам, горняки смогут ежемесячно добывать около 170 тыс. т угля. Сегодня они выдают на-гора порядка 130 тыс. т угля в месяц.

Шахта «Осинниковская» добывает один из востребованных металлургами коксующихся углей марки «Ж». После переработки на обогатительных фабриках «Кузнецкая» и «Абашевская» в виде концентрата он отгружается на металлургические комбинаты ЕВРАЗа и сторонним потребителям.

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

Более 400 тыс. руб. передали сотрудники разреза «Тугнуйский» в детские дома Бурятии и Забайкалья

В период с 1 по 31 августа 2019 года на предприятии АО «Разрез Тугнуйский», входящем в состав СУЭК, была проведена Трудовая вахта. Смена, победившая в производственных соревнованиях, пожертвовала выигранные средства детским домам.

Сумма была распределена равными долями между тремя учреждениями. Всего было приобретено оборудование на сумму 436 930 руб., а это шесть телевизоров, восемь проекторов и восемь экранов в учебные классы, три ноутбука, два МФУ-сканера и музыкальное оборудование. Оставшаяся сумма 79 070 руб. направлена в Усть-Алташу, в школу-интернат для приобретения техники в компьютерный класс.

На попечении у разреза три детских дома Республики Бурятия и Забайкальского края, среди которых «Петровск-Забайкальский центр помощи детям, оставшимся без попечения родителей «Единство». Директор **Наталья Склярова** рассказывает: «Дружба с АО «Разрез Тугнуйский» началась с 2015 г. Благодаря финансовой поддержке разреза и лично Валерия Николаевича Кулецкого нам удалось побывать на многих спортивных и творческих мероприятиях краевого и российского уровней, тридцать детей съездили на Краевую спортивную летнюю смену. Мы смогли побывать в Москве на фестивале «Будущее России», где наша воспитанница Колодезникова Таня читала свое письмо Президенту Рос-



сии В.В. Путину. Благодаря финансовой поддержке мы смогли подготовиться и участвовать в двух проектах на НТВ «Ты – Супер!» (вокал и танцы), и теперь наши Виталий Колодезников, Зоя Чиж-

кова и Анна Чижкова продолжают свою сольную карьеру. Ваш подарок для нас бесценен. Спасибо огромное от взрослых и детей!».

Подаренный разрезом спортивный инвентарь позволил повысить уровень физической подготовки мальчиков. Дети делают большие успехи, они – призеры районных, городских, краевых матчей по футболу, смогли выступить и на зональных соревнованиях в г. Владивостоке, представлять там Забайкальский край.

Важным событием в жизни центра явилось открытие нового музея «Вернисаж», часть стендов которого изготовлены при финансовой поддержке разреза. Самым любимым для детей событием явилось создание вокально-инструментального ансамбля, где задействованы подростки.

Благодаря помощи предприятия, дети имеют возможность развиваться в разных направлениях и понять, чем им действительно нравится заниматься. Сотрудники тугнуйских предприятий СУЭК уже не первый год принимают решение передать средства, полученные за победу в производственных соревнованиях, в детские дома. Это стало доброй новогодней традицией.



Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-35-40>

В статье представлен методический подход и инструментарий по организации обеспечения безопасности производства на угольных разрезах в условиях нарастания мощности горнотранспортного оборудования и интенсивности его использования. В основе подхода – повышение качества трудовых процессов персонала. Описаны элементы трудового процесса, состояние которых определяет его качество: наличие и состояние профессионализма персонала; оборудование; рабочий процесс и условия, в которых он функционирует. Выделено 4 уровня качества трудового процесса. На высоком уровне процесс осуществляется ритмично в границах требуемых параметров безопасности (Б) и эффективности (Э) производства. На среднем – осуществляется ритмично с допустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства. На низком – неритмично со значительными отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует высокая вероятность травмирования персонала и потери работоспособности оборудования. На неприемлемом – неритмично, с недопустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует явная угроза тяжелого и смертельного травмирования персонала и потери работоспособности оборудования. Для перевода трудовых процессов на необходимый уровень их качества разработаны критерии и показатели, схема, алгоритм и методика, предложена система мониторинга состояния трудовых процессов.

Ключевые слова: трудовой процесс, качество и элементы трудового процесса, риск и вероятность травмирования персонала, опасная производственная ситуация, методика повышения качества трудового процесса, визуализация.

Для цитирования: Кулецкий В.Н., Жунда С.В., Довженок А.С. Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования // Уголь. 2020. № 2. С. 35-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-35-40.



КУЛЕЦКИЙ В.Н.

Канд. техн. наук,
генеральный директор
АО «Разрез Тугнуйский»,
671353, п. Саган-Нур,
Республика Бурятия, Россия



ЖУНДА С.В.

Заместитель генерального
директора по ПК, ПБ, ОТ и экологии
АО «Разрез Тугнуйский»,
671353, п. Саган-Нур,
Республика Бурятия, Россия,
e-mail: zhundasv@suek.ru



ДОВЖЕНОК А.С.

Доктор техн. наук,
главный научный сотрудник
Челябинского филиала ИГД УрО РАН,
г. Челябинск, Россия
e-mail: dovzhenok@bk.ru

ВВЕДЕНИЕ

Цена негативного события в угольной отрасли России в социальном и экономическом аспектах высока, что обусловило повышенное внимание к этому вопросу со сторо-

ны государства и бизнеса. С 1993 по 2017 г. смертельный травматизм в угольной отрасли снижен более чем в 19 раз, при этом на угольных разрезах – более чем в 7 раз. Более низкие темпы снижения травматизма на угольных раз-

Характеристики состояний элементов трудового процесса

Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	Характеристика 4
Персонал – относительно выполнения им трудовой функции			
Информирование работником руководителя о состоянии элементов трудового процесса и ОПС	Квалификация работника	Отношение работника к безопасности и эффективности производства	Взаимоотношения и взаимодействие внутри коллектива и со смежниками
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Оборудование			
Срок эксплуатации	Техническое состояние	Квалификация и постоянство обслуживающего персонала	Освоенность в производстве
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Рабочий процесс			
Стандартизованность процесса	Наличие техники большой единичной мощности	Подготовленность процессов	Контроль за осуществлением процесса
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1
Условия труда			
Размещение рабочего места	Подготовленность условий	Наличие средств защиты работника от воздействия опасных факторов	Контроль условий труда
4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1

Примечания:

– шкала для оценки категории состояния элемента по его характеристике:

1 – неприемлемая категория; 2 – низкая; 3 – средняя; 4 – высокая

резах обусловили то, что в угольной отрасли доля смертельного травматизма, приходящаяся на разрезы, возросла с 10 до 24%.

Осмысление выявленной тенденции, анализ травматизма на предприятиях СУЭК, а также необходимость практического решения задачи устранения условий, при которых возможны тяжелые, смертельные и групповые травмы на разрезе «Тугнуйский», потребовали проведения соответствующих исследований. Было выявлено, что существенное техническое перевооружение, которое осуществляется на большинстве угольных разрезах России, обусловило за последние десять лет рост средней вместимости ковша экскаваторов в 1,1-3 раза, грузоподъемности автосамосвалов – в 1,5-2,4 раза и их производительности – соответственно в 1,9-6,4 раза и в 1,9-7,2 раза.

Следствием этого стал рост интенсивности трудовых процессов на экскавации в 1,2-2,9 раза, на автотранспортировании – в 1,3-3,4 раза. Увеличение интенсивности процессов без соответствующего повышения уровня их организации повышает вероятность возникновения негативных событий, а применение мощного и крупногабаритного оборудования повышает возможную тяжесть этих событий. В ходе исследований было выявлено, что уровень качества трудовых процессов определяет уровень риска травмирования персонала. Планомерное повышение качества трудовых процессов позволяет снизить риск негативных событий.

Полученные результаты легли в основу кандидатской диссертации С.В. Жунды на тему «Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования», которая была защищена 28 июня 2019 г. в Институте горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ИГД УрО РАН).

Подготовка и защита диссертации осуществлены под научным руководством доктора техн. наук А.С. Довженка. Официальными оппонентами на защите выступили: доктор техн. наук, профессор, чл.-корр. НАН РК, первый вице-президент НАГН Казахстана С.Ж. Галиев; канд. техн. наук, доцент кафедры «Безопасность и экология горного производства» Горного института НИТУ «МИСиС» О.В. Воробьева.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Целью работы является разработка методического обеспечения организации производства угольного разреза в условиях нарастания технических рисков для повышения безопасности труда на основе улучшения качества трудовых процессов.

Трудовой процесс рассмотрен как совокупность действий и взаимодействия персонала при создании продуктов или услуг, необходимых для осуществления производственного процесса. В качестве критерия качества трудового процесса предложена степень соответствия состояния его элементов: персонала, оборудования, рабочих процессов и условий их осуществления, а также параметров безопасности целевому уровню. Обоснованы 4 характеристики и выделены 4 уровня состояния каждого из элементов (табл. 1) [1, 2].

Характеристики состояния элементов трудового процесса могут выступать в качестве критериев оценки их состояния и процесса в целом. Состояние каждого элемента трудового процесса оценивается по сочетанию всех его характеристик.

Показатель качества трудового процесса ($K_{КТП}$) рассчитывается по формуле:

$$K_{КТП} = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 K_{C_i}} = \frac{\sqrt[4]{K_{C_{П1}} \cdot K_{C_{О6}} \cdot K_{C_{П2}} \cdot K_{C_{Ус}}}}{256}, \quad (3)$$

где $K_{КТП}$ – коэффициент качества трудового процесса; $K_{СП}, K_{СОБ}, K_{СПР}, K_{СУС}$ – коэффициенты состояния персонала, оборудования, процессов и условий соответственно; 256 – максимально возможное значение баллов по состоянию каждого из элементов трудового процесса.

Выделены 4 уровня качества трудовых процессов: «высокий» (А), «средний» (В), «низкий» (С), «неприемлемый» (D) (табл. 2) и определены численные диапазоны значений коэффициента $K_{КТП}$.

На основании фактических данных установлена количественная связь состояния элементов трудового процесса с уровнем риска травмирования персонала и вероятностью события (рис. 1) [3].

Индикатором состояния трудовых процессов является опасная производственная ситуация (ОПС) – ситуация, в которой существует реальная угроза жизни и здоровью работников, а также вероятность экономических потерь, обусловленных отклонениями в протекании трудовых процессов. Опасные производственные ситуации, которые, как правило, появляются из непроизводительных производственных ситуаций, обусловлены сбоями в функционировании процессов [4, 5].

Выявление и устранение ОПС позволяют контролировать риск травмирования в трудовых процессах. Для устойчивого снижения риска необходимо принимать и реализовывать рациональные управленческие решения по повышению качества процессов. Поэтому необходимым элементом деятельности руководителей является формирование системы мониторинга состояния трудовых про-

цессов и ОПС. Наличие такой системы позволяет налаживать эффективное взаимодействие между руководителями служб технической, производственной и ПК, ПБ, ОТ и экологии, а также начальниками структурных подразделений и операционным персоналом, которое обеспечивает согласованный поэтапный перевод трудовых процессов на требуемый уровень безопасности и эффективности производства (рис. 2) [6, 7].

Повышение качества трудового процесса является одной из задач в системе обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза. Отдельными, не системными мерами, как показывает практика, эту задачу не решить. Необходимо персоналу всех уровней управления предприятием освоить планирование, организацию и контроль работы по принципу: через обеспечение безопасности к повышению эффективности процессов и всего производства на основе стандартизации [5, 8].

Для организации деятельности по поэтапному переводу трудовых процессов на требуемый уровень их качества разработана соответствующая методика (рис. 3), которая базируется на установленной зависимости риска травмирования персонала от качества трудовых процессов [4, 5, 9]. Использование данной зависимости позволяет определять риск травмирования персонала при фактическом качестве трудового процесса, прогнозировать риск при его повышении и определять необходимое состояние элементов и процесса в целом [10].

На первом этапе персонал предприятия получает навыки распознавания опасных производственных ситуа-

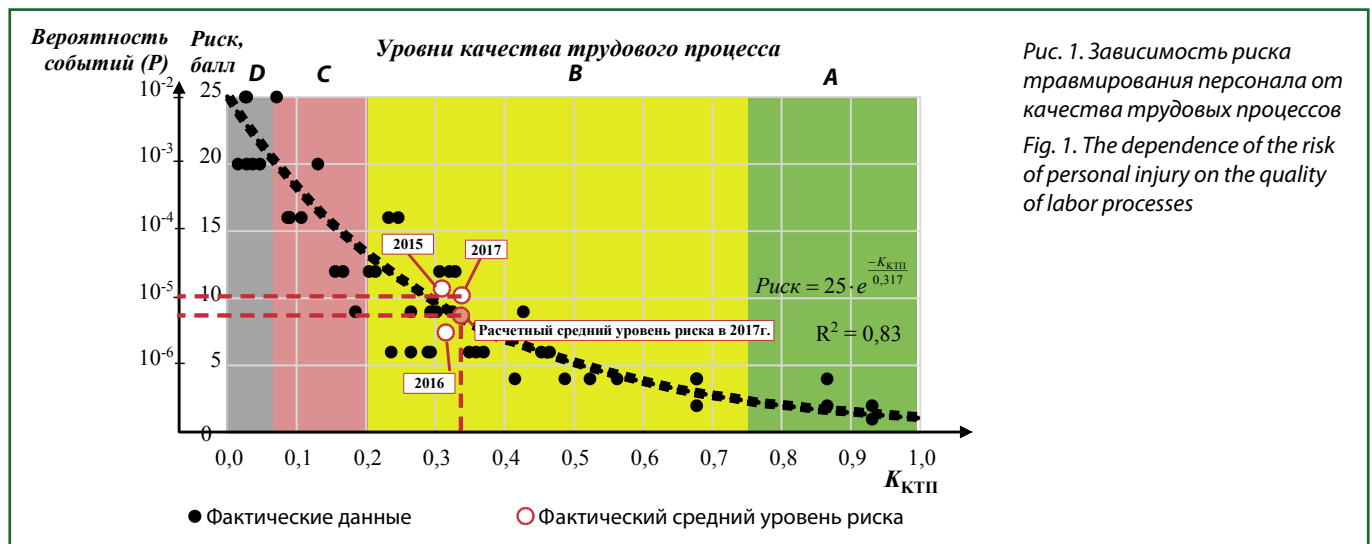


Таблица 2

Уровни качества трудового процесса

Уровень качества	Характеристика	$K_{КТП}$
Высокий (А)	Процесс осуществляется ритмично в границах требуемых параметров безопасности (Б) и эффективности (Э) производства	$>0,75$
Средний (В)	Процесс осуществляется ритмично с допустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства	$0,75 - 0,21$
Низкий (С)	Процесс осуществляется неритмично со значительными отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует высокая вероятность травмирования персонала и потери работоспособности оборудования	$0,21 - 0,06$
Неприемлемый (D)	Процесс осуществляется неритмично с недопустимыми отклонениями от требуемых параметров Б и Э производства, при которых существует явная угроза тяжелого и смертельного травмирования персонала и потери работоспособности оборудования	$<0,06$

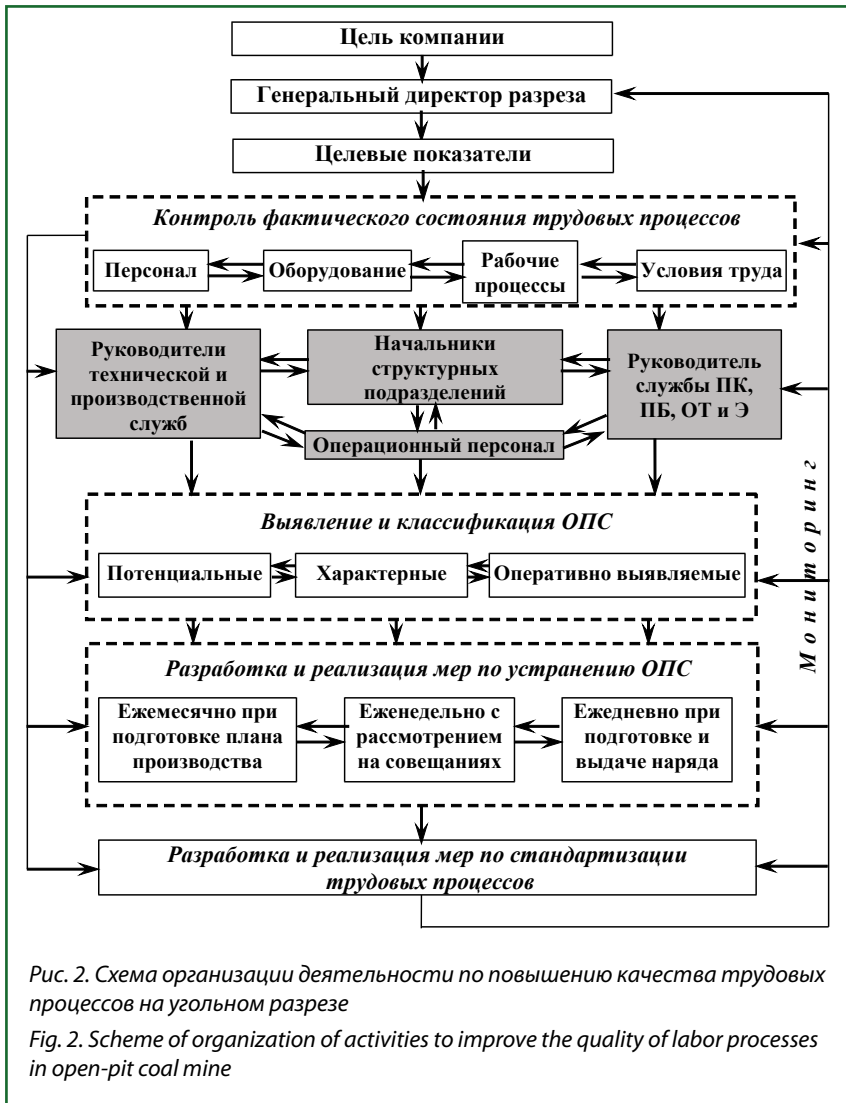


Рис. 2. Схема организации деятельности по повышению качества трудовых процессов на угольном разрезе

Fig. 2. Scheme of organization of activities to improve the quality of labor processes in open-pit coal mine

ций как совокупности факторов, обуславливающих риск травмирования. Для оценки результативности работы по выявлению и устранению ОПС необходим учет состояния и динамики основных показателей, таких как количество ОПС и риск травмирования персонала, коэффициенты устраняемости и повторяемости ситуаций, средний срок существования ОПС. В совокупности применение этих показателей позволяет контролировать эффективность освоения персоналом работы по повышению качества процессов.

На втором этапе необходимо налаживание системы, которая позволяет руководителям заблаговременно выявлять и устранять ОПС, а также принимать меры по их недопущению. На этом этапе ОПС классифицируются на потенциальные, характерные, оперативно выявляемые. Потенциальные выявляются при месячном планировании производства. Учет и анализ характерных ОПС позволяют выявлять общие для производственных участков причины возникновения ОПС. Оперативно выявляемые ОПС учитываются при сменно-суточном планировании производства, что позволяет провести корректирующие воздействия на организацию исполнения планов в сменах. Для этого в сменных заданиях в визуализированной форме обозначаются все опасные факторы и меры по недопущению их реализации в негативные события.

На третьем этапе руководителями и специалистами предприятия и структурных подразделений осуществляется формирование системы повышения качества трудовых процессов на основе системы мониторинга и удержания его на требуемом уровне посредством разработки и освоения стандартов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработанный методический подход к организации обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования включает:

- критерии и показатели качества трудового процесса угольного разреза;
- оценку основных элементов и уровней качества трудового процесса угольного разреза;
- зависимость качества трудового процесса от риска травмирования персонала;
- методику повышения качества трудовых процессов угольного разреза в условиях увеличения единичной мощности горнотранспортного оборудования, интенсивности осуществления производственных процессов и роста травмирования персонала, основанную на стандартизации процессов.

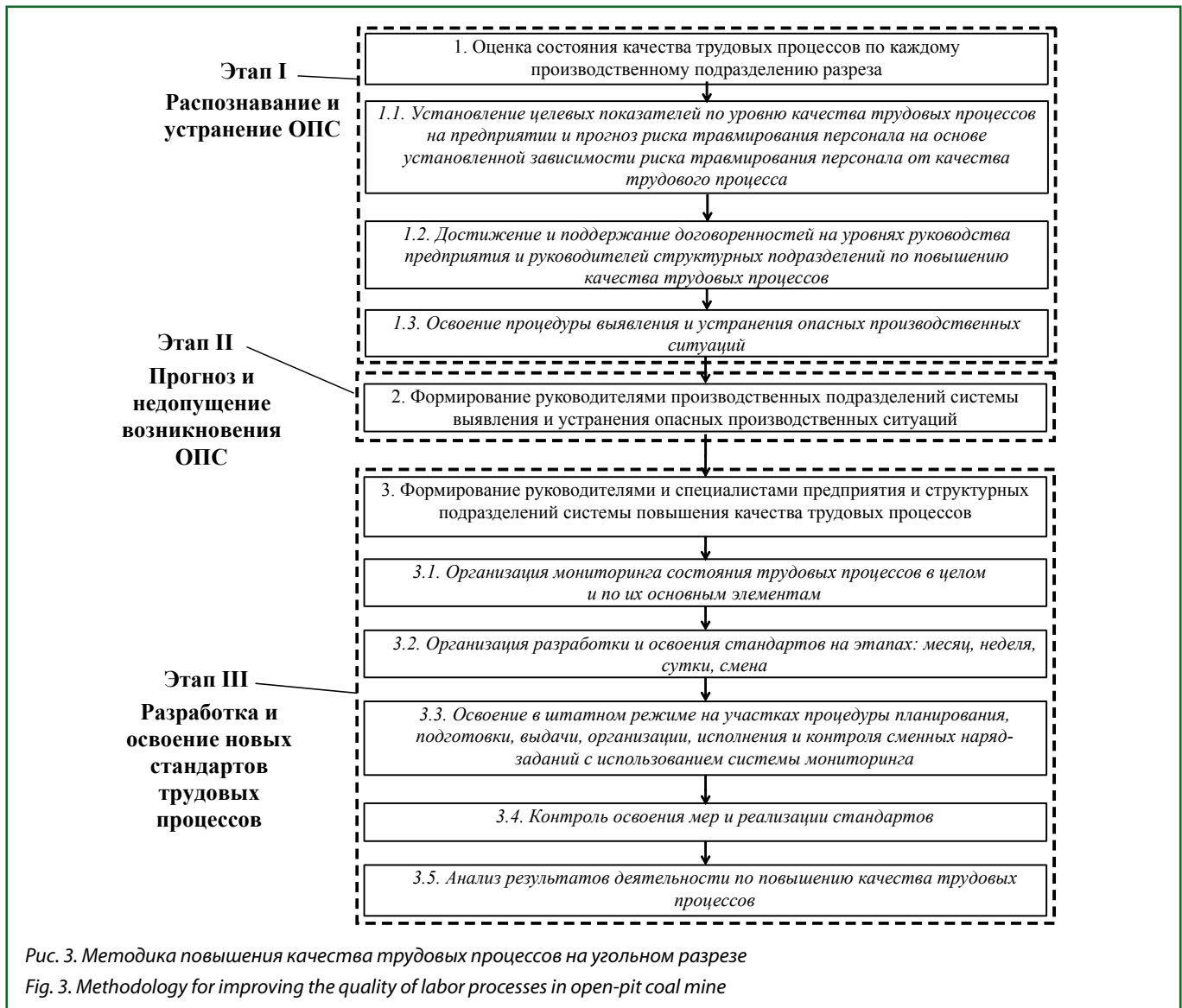
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение разработанного методического обеспечения организации производства угольного разреза в условиях

нарастания рисков позволило на разрезе «Тугнуйский» за 3 года снизить риск травмирования по 130 характерным ОПС в 2,6 раза, повысить эффективность производства и получить экономический эффект более 100 млн руб. за счет выявления и недопущения реализации ОПС с высокими уровнями риска травмирования персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования, осмысление и обобщение результатов организации обеспечения безопасности процессов угольного разреза в условиях нарастания рисков позволяют рекомендовать деятельность по повышению качества трудовых процессов осуществлять в три этапа: первый – «распознавание и устранение опасных производственных ситуаций», когда осуществляется освоение персоналом разреза инструментария выявления и устранения опасных производственных ситуаций – индикаторов качества трудовых процессов; второй – «прогноз и недопущение ОПС», включающий формирование руководителями производственных подразделений системы выявления и недопущения опасных производственных ситуаций; третий – «разработка и освоение новых стандартов трудовых процессов», направленный на формирование руководителями и специалистами предприятия и структурных подразделений системы повышения качества трудовых процессов.



Список литературы

1. Надежное обеспечение безопасности труда на предприятиях СУЭК / В.Б. Артемьев, В.В. Лисовский, Е.П. Ютяев и др. / Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). М.: Горная книга, 2017. 42 с. (Серия «Б-ка горного инженера-руководителя». Вып. 34).

2. Карта боя с опасными производственными ситуациями. Приложение № 1 к практическому пособию «Безопасность производства (организационный аспект)» / В.Б. Артемьев, В.А. Галкин, И.Л. Кравчук и др. / Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). № 5 (специальный выпуск 21). М.: Горная книга, 2015. 40 с. (Серия «Б-ка горного инженера-руководителя». Вып. 30).

3. Методика повышения качества трудовых процессов / В.Н. Кулецкий, С.В. Жунда, А.С. Довженок и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 9 (специальный выпуск 42). 40 с.

4. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Кравчук И.Л. Безопасность производства (организационный аспект) М.: Горная книга, 2015. 144 с.

5. Жунда С.В. Через повышение безопасности к повышению эффективности производства / Открытые горные работы в XXI веке – 1 // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 10 (специальный выпуск 45-1). С. 181-198.

6. Совершенствование текущего планирования и организации работ на разрезе «Тугнуйский» на основе контроля опасных производственных ситуаций / В.Н. Кулецкий, С.В. Жунда, А.Б. Рыбинский и др. / Совершенствование деятельности по обеспечению безопасности производства на угледобывающих предприятиях: Отдельная статья // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 12 (специальный выпуск 70). С. 17-24.

7. Организация работы по повышению уровня безопасности производства в АО «Разрез Тугнуйский» / В.Н. Кулецкий, С.В. Жунда, А.С. Довженок, А.Вал. Галкин // Уголь. 2016. № 11. С. 58-63. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-11-58-63.

8. Баскаков В.П., Макаров А.М. Стандартизация производственных процессов – путь к достижению баланса интересов и ответственности персонала угольной компании (по результатам совещания «Стандартизация производственных процессов – ключевая задача развития пред-

приятия», г. Прокопьевск, 20-21 августа, 2009 г.) // Уголь. 2009. № 10. С. 44-47.

9. Жунда С.В., Степашкин А.Л., Довженок А.С. Повышение ценности руководимого – главная задача руководителя // Уголь. 2018. № 10. С. 90-92. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-90-92.

10. Кулецкий В.Н., Жунда С.В., Галкин А.В. Формирование эффективной системы производственного контроля на разрезе «Тугнуиский» для устранения условий труда, при которых возможны групповые, смертельные и тяжелые травмы // Уголь. 2017. № 2. С. 23-29. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-23-28.

Original Paper

PRODUCTION SETUP

UDC 658.5:622.8:622.271 © V.N. Kuletsky, S.V. Zhunda, A.S. Dovgenok, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 35-40
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-35-40>

Title

ORGANIZATION OF ENSURING THE SAFETY OF PRODUCTION PROCESSES IN A COAL MINE IN THE FACE OF AN INCREASE IN THE CAPACITY OF MINING EQUIPMENT

Authors

Kuletsky V.N.¹, Zhunda S.V.¹, Dovgenok A.S.²

¹“Tugnuysky open-pit mine” JSC, Sagan-Nur village, Republic of Buryatia, 671353, Russian Federation

²Chelyabinsk Branch of Institute of Mining of Ural Branch of RAS, Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

Authors' Information

Kuletsky V.N., PhD (Engineering), General Director

Zhunda S.V., Deputy General Director, e-mail: zhundasv@suek.ru

Dovgenok A.S., Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher, e-mail: dovgenok@bk.ru

Abstract

The paper presents a methodological approach and tools for organizing production safety at coal mines in conditions of increasing capacity of mining equipment and the intensity of its use.

The approach is based on improving the quality of labor processes of personnel. Elements of the labor process are described, the state of which determines its quality: the presence and state of professionalism of staff; equipment; workflow and the conditions in which it operates. There are 4 levels of quality of the labor process. At a high level, the process is carried out rhythmically within the boundaries of the required safety parameters (B) and production efficiency (E). On average – it is carried out rhythmically with permissible deviations from the required parameters of B and E production. At low – irregular with significant deviations from the required parameters B and E production, in which there is a high probability of personal injury and loss of equipment performance. At unacceptable – irregular, with unacceptable deviations from the required production parameters B and E, in which there is a clear threat of severe and fatal personal injury and loss of equipment performance.

To transfer labor processes to the required level of their quality, criteria and indicators, a scheme, an algorithm and a methodology have been developed, a system for monitoring the state of labor processes has been proposed.

Keywords

The labor process, Quality and elements of the labor process, Risk and likelihood of personal injury, Hazardous production situation, Methods for improving the quality of the labor process, Visualization.

References

1. Artemiev V.B., Lisovskiy V.V., Yutyaev E.P. et al. *Nadezhnoe obespechenie bezopasnosti truda na predpriyatiyah SUEK* [Reliable safety at the enterprises of SUEK]. Separate article Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). Moscow, Gornaya kniga Publ., 2017, 42 p. (“Mining engineer – manager’s library” series, Issue 34). (In Russ.).
2. Artemiev V.B., Galkin V.A., Kravchuk I.L. et al. *Karta boiya s opasnymi proizvodstvennymi situatsiyami. Prilozhenie 1 k prakticheskomu posobiyu “Bezopasnost’ proizvodstva (organizatsionny aspekt)”* [Battle chart of hazardous process situations. Supplement 1 to “Production safety (organizational aspect) practical guide”]. Separate article Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal), No. 5 (special issue 21). Moscow, Gornaya kniga Publ., 2015, 40 p. (“Mining engineer – manager’s library” series, Issue 30). (In Russ.).
3. Kuletsky V.N., Zhunda S.V., Dovgenok A.S. et al. *Metodika povysheniya kachestva trudovykh processov* [Methods of improving the quality of labor processes]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2018, No. 9 (special issue 42), 40 p. (In Russ.).
4. Artemiev V.B., Galkin V.A. & Kravchuk I.L. *Bezopasnost’ proizvodstva (organizatsionny aspekt)* [Production safety (organizational aspect)]. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2015, 144 p. (In Russ.).

5. Zhunda S.V. *Cherez povyshenie bezopasnosti k povysheniyu effektivnosti proizvodstva / Otkrytye gornye raboty v XXI veke – 1* [Through increased safety to increased production efficiency / Surface mining in XXI century – 1]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2015, No. 10 (special issue 45-1), pp. 181-198. (In Russ.).

6. Kuletsky V.N., Zhunda S.V., Rybinsky A.B. et al. *Sovershenstvovanie tekushchego planirovaniya i organizatsii rabot na razreze “Tugnuyskiy” na osnove kontrolya opasnykh proizvodstvennykh situatsiy / Sovershenstvovanie deyatelnosti po obespecheniyu bezopasnosti proizvodstva na ugledobyvayushchih predpriyatiyah* [Improvement of the current planning and production setup in “Tugnuyskiy” open-pit mine on the basis of control of hazardous production situations / Improvement of activities to ensure the safety of production at coal mining enterprises: Separate article]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2015, No. 12 (special issue 70), pp. 17-24. (In Russ.).

7. Kuletsky V.N., Zhunda S.V., Dovgenok A.S. & Galkin A.Val. *Organizatsiya raboty po povysheniyu urovnya bezopasnosti proizvodstva v AO “Razrez Tugnuyskiy”* [Production setup on improving production safety in “Tugnuyskiy” open-pit mine]. *Ugol’ – Russian Coal Journal*, 2016, No. 11, pp. 58-63. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-11-58-63.

8. Baskakov V.P. & Makarov A.M. *Standartizatsiya proizvodstvennykh processov – put’ k dostizheniyu balansa interesov i otvetstvennosti personala ugol’noy kompanii (po rezul’tatam soveshchaniya “Standartizatsiya proizvodstvennykh processov – klyuchevaya zadacha razvitiya predpriyatiya”, Prokopievsk, 20-21 avgusta, 2009)* [Standardization of productions – a way to achievement of balance of interests and the responsibility of the personnel of the coal company (by results of meeting “Standardization of productions – a key problem of development of the enterprise”, Prokopievsk, August, 20-21th, 2009)]. *Ugol’ – Russian Coal Journal*, 2009, No. 10, pp. 44-47. (In Russ.).

9. Zhunda S.V., Stepashkin A.L. & Dovgenok A.S. *Povyshenie cennosti rukovodimogo – glavnaya zadacha rukovoditelya* [Enhancing the value of a supervised employee is the key task of a manager]. *Ugol’ – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, pp. 90-92. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-90-92.

10. Kuletsky V.N., Zhunda S.V. & Galkin A.Val. *Formirovaniye effektivnoy sistemy proizvodstvennogo kontrolya na razreze “Tugnuyskiy” dlya ustraneniya usloviy truda, pri kotorykh vozmozhny gruppovyye, smertel’nye i tyazhelye travmy* [Efficient production monitoring system arrangement in “Tugnuyskiy” open-pit mine for elimination of the labor conditions, raising the possibility of group, fatal and severe injuries]. *Ugol’ – Russian Coal Journal*, 2017, No. 2, pp. 23-28. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-23-28.

For citation

Kuletsky V.N., Zhunda S.V. & Dovgenok A.S. Organization of ensuring the safety of production processes in a coal mine in the face of an increase in the capacity of mining equipment. *Ugol’ – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 35-40. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-35-40.

Paper info

Received December 9, 2019

Reviewed December 18, 2019

Accepted December 20, 2019



На разрезе «Заречный» компания «СУЭК-Кузбасс» установлен новый мировой рекорд производительности

Компания KOMATSU официально подтвердила установление по итогам работы в 2019 году экскаваторной бригадой Евгения Фортуны разреза «Заречный», входящего в состав Разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс», мирового рекорд добычи горной массы экскаватором Komatsu PC-1250, заводской номер № 30520.

«По имеющимся у нас данным, полученный результат в 3 млн 500 тыс. тонн добытого угля за 2019 год, является наивысшим достижением для машин данного класса, работающих на угольных разрезах России и других стран» – говорится в письме, вице-президента ООО «Комацу СНГ» **А.Э. Клепикова**, адресованном руководству Разрезоуправления. Производители поздравили открытчиков с производственным рекордом, пожелав безаварийной работы и достижения новых рекордных показателей.

Бригада Евгения Фортуна в компании «СУЭК-Кузбасс» является одним из признанных лидеров по уровню производительности труда. За достижение высоких производственных показателей, перевыполнение взятых обязательств коллектив неоднократно поощрялся легковыми автомобилями. Одно из главных слагаемых успеха – организационный талант и большой профессиональный опыт



самого бригадира. Общий стаж работы Евгения Фортуна составляет 33 года. Из них 20 лет – на разрезе «Заречный», практически с первых дней основания предприятия. Среди многочисленных наград бригадира – активного рационализатора и наставника – две степени знака «Шахтерская слава».

В настоящее время на вооружении бригады высокопроизводительный экскаватор Komatsu PC-1250 с вместимостью ковша 6,5 куб. м. Его достоинствами являются высокая производительность, безопасность, простота обслуживания, способность работать в любую погоду.

«2019 год очень удачно сложился для нашей бригады, – говорит **Евгений Фортуна**. – Мы перевыполнили свои планы и даже установили рекорд. Очень хорошо, что на предприятие поступает много мощной современной техники. Это позволяет эффективней строить весь технологический процесс – нам простаивать не приходится».

Отметим, что это уже четвертый мировой рекорд производительности, установленный на предприятиях Разрезоуправления в прошедшем году. По итогам работы в мае 2019 г. были зафиксированы наивысшие показатели месячной работы бригад на экскаваторах Komatsu PC-1250, Hitachi EX-1900, буровом станке DML 9724.

Установлен новый рекорд на экскаваторе ЭКГ-18



В 2019 г. для обеспечения эффективной работы машин, поставленных угледобывающим компаниям Кузбасса, в Новокузнецке открылся официальный сервисный центр группы компаний «УЗТМ-КАРТЭКС».

Наша справка.

АО ХК «СДС-Уголь» является отраслевым холдингом АО ХК «Сибирский Деловой Союз». В состав компании входит ряд ведущих угледобывающих предприятий Кемеровской области: АО «Черниговец» (разрез «Черниговец» и шахта «Южная»), ООО «Шахта Листвяжная», ООО «Шахтоуправление «Майское», АО «Салек» с общей численностью сотрудников более 8,5 тыс. человек. Компания является одним из лидеров по объемам добычи угля в России и одним из крупнейших российских экспортёров угольной продукции.

ПАО «Уралмашзавод», основанное в июле 1933 г., является одним из лидеров в производстве оборудования для горнодобывающей промышленности, металлургии, строительной отрасли и энергетики. Основные виды выпускаемой продукции предприятия: дробильно-размольное оборудование (дробилки и мельницы разных типов), экскаваторы различных классов и модификаций (электромеханические, шагающие, гидравлические), мостовые тяжелые краны, металлургические прессы, оснастка и инструмент для них, шахтные подъемные установки. Стратегия развития компании предусматривает переход предприятия на уровень компании, предлагающей горнодобывающей отрасли и металлургии комплексные решения их производственных задач на базе уралмашевского оборудования и оборудования российских изготовителей. На Уралмашзаводе при поддержке стратегического партнера – Газпромбанка – реализуется инвестиционная программа, направленная на масштабную реконструкцию механообрабатывающего и сварочного производств, цифровизацию производственных процессов. С 2016 г. Уралмашзавод входит в УК «УЗТМ-КАРТЭКС».

Накануне Нового года представитель УК «УЗТМ-КАРТЭКС» вручил памятные подарки работникам разреза «Первомайский» ООО «Шахтоуправление «Майское» (входит в АО ХК «СДС-Уголь»). Подарки получили члены экипажа ЭКГ-18, показавшие самый высокий в отрасли результат по отгрузке горной массы по итогам 2019 года на экскаваторах такого класса.

Награждение бригады разреза «Первомайский» ООО «Шахтоуправление «Майское» проходило в рамках проекта Уралмашзавода, предусматривающего поощрение работников предприятий, эксплуатирующих технику производства УЗТМ. В 2019 г. призы вручаются в номинации «рекорд года».

По итогам 11 мес. 2019 г. самый высокий результат достигнут на угольном разрезе ООО «Шахтоуправление «Майское» АО ХК «СДС-Уголь»: бригада Сергея Коновалова на экскаваторе ЭКГ-18 производства Уралмашзавода отгрузила в автотранспорт более 7 млн куб. м горной массы. По статистике компании «СДС-Уголь», это самый лучший показатель производительности на разрезах компании, превышающий результаты работы машин зарубежных компаний с вместимостью ковша 21-27 куб. м.

По словам директора ООО «Шахтоуправление «Майское» **Олега Рудакова**, для производственников достижение рекордных объемов – не самоцель, а возможность оценить реальный потенциал оборудования. «Машина производства Уралмашзавода оправдывает наши ожидания. Экскаватор ЭКГ-18 № 17, введенный в эксплуатацию в мае 2018 г., уверенно работает со среднемесячной нагрузкой 600 тыс. куб. м вскрыши. В августе 2019 г. бригада Сергея Коновалова достигла максимального собственного объема, отгрузив 808 тыс. кубометров горной массы в месяц, и, по нашим прогнозам, завершит год с показателем по отгрузке вскрыши не менее 7,3 млн куб. м», – отметил **Олег Рудаков**.

«Высокий результат «СДС-Уголь» стал возможен прежде всего благодаря профессионализму машинистов экскаватора, высокому уровню организации горных работ на разрезах компании, а также своевременному выполнению техобслуживания и регламентных ремонтов оборудования», – отметил директор по продажам экскаваторного оборудования УК «УЗТМ-КАРТЭКС» **Константин Смирных**.

Конкурентоспособность крупных угледобывающих предприятий

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-43-47>

ГАЛИЕВ Ж.К.

Доктор экон. наук,
профессор кафедры «Государственное
и муниципальное управление
промышленными регионами»
Института экономики и управления
промышленными предприятиями
НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: galiev@msmtu.ru

ГАЛИЕВА Н.В.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры «Государственное
и муниципальное управление
промышленными регионами»
Института экономики и управления
промышленными предприятиями
НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия

Топливо-энергетический комплекс характеризуется достаточной устойчивостью функционирования по сравнению с другими производственными комплексами российской экономики. Согласно Энергетической стратегии в топливно-энергетическом комплексе в пересчете на условное топливо наименьшие удельные капитальные вложения приходятся на долю угольной промышленности. Развитие крупных угледобывающих предприятий характеризуется соответствующими положительными финансово-экономическими показателями: коэффициент текущей ликвидности, коэффициент обеспеченности собственными средствами, которые согласуются с нормативными значениями; имеет место высокий уровень рентабельности продукции и рентабельности продаж. Конкурентное преимущество крупных угледобывающих предприятий, определенное по методическому подходу Ж.Ж. Ламбена, обеспечивается меньшим значением себестоимости единицы продукции и высокой отпускной цены по сравнению с показателями предприятий-конкурентов. Инновационное развитие в угольной промышленности, обеспечивающее снижение себестоимости единицы продукции для формирования межотраслевой конкурентоспособности, может быть осуществлено крупными предприятиями, извлекающими значительные прибыли и способными финансировать работу в области научных исследований и опытно-конструкторских работ.

Ключевые слова: угледобывающие предприятия, конкурентоспособность, коэффициент текущей ликвидности, коэффициент обеспеченности собственными средствами, себестоимость продукции, отпускная цена, рентабельность продукции, инновация.

Для цитирования: Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Конкурентоспособность крупных угледобывающих предприятий // Уголь. 2020. № 2. С. 43-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-43-47.

ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс характеризуется достаточной устойчивостью функционирования по сравнению с другими производственными комплексами российской экономики. По данным Минэкономразвития, за период 2015-2019 гг. в структуре добычи и производства первичных топливно-энергетических ресурсов на долю нефти приходится 40,66%; газа – 38,64%; угля – 13,24%; электроэнергии ГЭС, АЭС и ВИЭ – 6,84%; прочие виды энергоресурсов – 0,62%; в структуре внутреннего потребления первичных топливно-энергетических ресурсов на долю газа приходится 51,26%; нефти и нефтепродуктов – 19,22%; угля – 15,66%; электроэнергии ГЭС и АЭС – 12,72%; прочие виды энергоресурсов – 1,12% [1].

Согласно Энергетической стратегии России на период до 2035 года добыча газа по целевому сценарию составит 936 млрд куб. м; добыча нефти – 530 млн т; добыча угля 415 млн т к 2035 году. Потребность в капитальных вложениях для развития газовой промышленности прогнозируется в объеме 720 млрд дол. США; для развития нефтяного комплекса – 1216 млрд дол. США; для развития угольной промышленности – 95 млрд дол. США. Удельные капитальные вложения для развития газовой промышленности составят 769,24 дол./1000 м³; для развития нефтяного комплекса – 2294,34 дол./т; для развития угольной промышленности – 228,92 дол./т; удельные капитальные вложения для развития газовой промышленности в исчислении на условное топливо составят 663,66 дол. США; для развития нефтяного комплекса – 1614,02 дол. США; для развития угольной промышленности – 337,84 дол. США. В пересчете на условное топливо наименьшие удельные капитальные вложения приходятся на долю угольной промышленности. Поэтому в период обеспечения устойчивого развития экономики в целом развитие угольной промышленности потребует меньших затрат и может создать условия для развития других смежных отраслей (машиностроение, производство электроэнергии).

**КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ
УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Основными направлениями инновационного развития угольной промышленности являются: широкое использование техники и технологий, обеспечивающих повышение качества добываемого угля, разработка и применение эффективных технологий обогащения угля, создание оборудования для производства, транспортировки и хранения стандартизованного угольного топлива; организация на основе кластерного подхода проектов по комплексному использованию угля и сопутствующих ресурсов его добычи.

Задачи инновационного развития преимущественно могут быть реализованы на крупных угледобывающих предприятиях, обладающих финансовыми возможностями для обеспечения эффективного развития.

В числе тридцати наиболее крупных производителей угля находятся: АО «УК «Кузбассразрезуголь» (добыча в 2018 г. – 45,3 млн т); АО «СУЭК-Кузбасс» (37,8 млн т); ПАО «Распадская» (12,7 млн т) и др. [2].

Одним из основных показателей структуры баланса предприятия является величина коэффициента текущей ликвидности (k_1), определяемая как отношение фактической стоимости находящихся в наличии у предприятия оборотных средств в виде производственных запасов, готовой продукции, денежных средств, дебиторской задолженности и прочих оборотных активов (сумма итога раздела II актива баланса (IIA)) к наиболее срочным обязательствам в виде краткосрочных кредитов банков, краткосрочных займов и различных кредиторских задолженностей (итог раздела V пассива (VII) баланса за вычетом строки 1530): в условиях АО «УК «Кузбассразрезуголь» [3] $k_1 = 2,31$, для условий ПАО «Распадская» [4] $k_1 = 2,82$. Для признания структуры баланса удовлетворительной значение коэффициента текущей ликвидности должно быть больше двух. Финансовая деятельность рассматриваемых крупных угольных предприятий отвечает предъявляемым требованиям.

В структуре баланса угольного предприятия «УК «Кузбассразрезуголь» заемные средства в долгосрочных обязательствах составляют 74%, заемные средства в краткосрочных обязательствах – 77%. Заемные средства предприятия в 1,36 раза превышают разность между итогом раздела III пассива (IIII) и итогом раздела I актива (IA) баланса для формирования требуемого значения показателя коэффициента обеспеченности собственными средствами (k_2). Эти данные свидетельствуют о коммерческом доверии кредитных организаций к финансовым возможностям угольного предприятия.

В структуре баланса угольного предприятия ПАО «Распадская» нераспределенная прибыль составляет 82% итога раздела III пассива (IIII), то есть предприятие располагает достаточными денежными средствами для развития производства. Это подтверждается также отсутствием у предприятия долгосрочных и краткосрочных заемных средств.

Коэффициент обеспеченности собственными средствами для ПАО «Распадская» определяется:

$$k_2 = \frac{IIII - IA}{IIA} = 0,61.$$

Для признания структуры баланса удовлетворительной значение коэффициента обеспеченности собственными средствами должно быть больше 0,1.

В бухгалтерской (финансовой) отчетности ПАО «Распадская» в качестве одного из обобщающих показателей, характеризующих эффективность управления и использования всех хозяйственных средств, приводится рентабельность продаж ($R_{прж}$), равная 66,01% (0,6601). При известном значении рентабельности продаж можно определить величину рентабельности продукции ($R_{прц}$) [9]:

$$R_{прц} = \frac{R_{прж}}{100 - R_{прж}} = \frac{66,01}{100 - 66,01} = 1,94(194\%).$$

Высокий уровень рентабельности продукции может характеризовать при прочих равных условиях эффективность применяемой технологии на предприятии и высокий уровень качества продукции. Межотраслевое конкурентное преимущество характеризует рентабельность активов предприятия $R_{прц} = 33,88\%$ [4, 5, 6, 7, 8, 9].

По определению Ж.Ж. Ламбена [10], конкурентное преимущество – это те характеристики товара, которые создают для предприятия определенное превосходство над своими прямыми конкурентами.

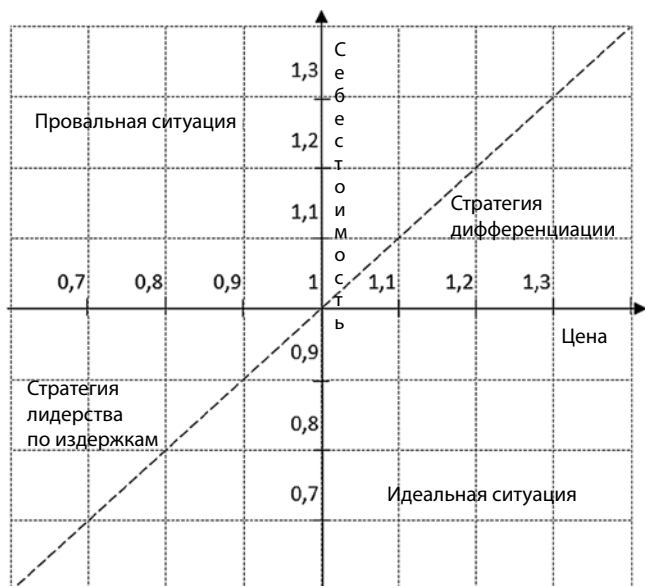
Конкурентное преимущество называется «внешним», если оно основано на отличительных качествах товара, которые образуют ценность для покупателя за счет либо сокращения издержек, либо повышения эффективности. Внешнее конкурентное преимущество увеличивает «рыночную силу» предприятия в том смысле, что может заинтересовать рынок принять цену продаж выше, чем у анализируемого конкурента, не обеспечивающего соответствующего отличительного качества. Стратегия, вытекающая из внешнего конкурентного преимущества, это стратегия дифференциации, которая опирается на маркетинговое новшество предприятия (дифференциация и сфокусированная дифференциация по М. Портеру [11]).

Конкурентное преимущество является «внутренним», если оно базируется на превосходстве предприятия в отношении издержек производства (себестоимости), управления предприятием, которое создает «ценность для изготовителя», позволяющего добиться меньшей себестоимости, чем у конкурента. Внутренне конкурентное преимущество – это следствие высокой производительности труда, которая обеспечивает предприятию большую рентабельность и большую устойчивость к снижению цены продаж, диктуемой рынком при сложившемся уровне конкуренции. Стратегия, основанная на внутреннем конкурентном преимуществе – это стратегия доминирования по издержкам (лидерство за счет экономии на издержках, сфокусированные издержки по М. Портеру).

На рисунке представлено конкурентное преимущество по Ж.Ж. Ламбену.

Биссектриса разграничивает благоприятные и неблагоприятные зоны.

Ж.Ж. Ламбен отмечает, что позиционирование в левом верхнем и правом нижнем квадрантах отвечает провальной и идеальной ситуациям соответственно (приводятся наименования предприятий с наилучшими экономическими показателями).



Конкурентное преимущество по Ж.Ж. Ламбену

Fig. Competitive advantage by J.J. Lamben

В провальной ситуации себестоимость товара предприятия ($C_{пр}$) выше, чем себестоимость товара у конкурента ($C_{кн}$), то есть $C_{пр} > C_{кн}$, а цена товара предприятия ($\Pi_{пр}$) ниже цены товара конкурента ($\Pi_{кн}$), то есть $\Pi_{пр} < \Pi_{кн}$.

В идеальной ситуации себестоимость товара предприятия ($C_{пр}$) ниже, чем себестоимость товара у конкурента ($C_{кн}$), то есть $C_{пр} < C_{кн}$, а цена товара предприятия ($\Pi_{пр}$) выше цены товара конкурента ($\Pi_{кн}$), то есть $\Pi_{пр} > \Pi_{кн}$ (соответствует соотношению показателей предприятия ПАО «Распадская» и предприятия-конкурента:

$$\frac{C_{пр}}{C_{кн}} = 0,77; \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} = 1,06;$$

соотношению показателей предприятия АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» и предприятия-конкурента:

$$\frac{C_{пр}}{C_{кн}} = 0,84; \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} = 1,25;$$

соотношению показателей предприятия АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» и предприятия-конкурента:

$$\frac{C_{пр}}{C_{кн}} = 0,90; \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} = 1,29).$$

В позиционировании в правом верхнем квадранте (стратегия дифференциации) можно выделить зону качества (правее биссектрисы), где имеет место превышение коэффициента роста цены товара предприятия ($k_{\Pi_{пр}}$) по сравнению с коэффициентом роста себестоимости товара предприятия ($k_{C_{пр}}$) при выполнении следующего соотношения:

$$k_{\Pi_{пр}} = \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} > 1; k_{C_{пр}} = \frac{C_{пр}}{C_{кн}} > 1; k_{\Pi_{пр}} > k_{C_{пр}}.$$

В этом случае предприятие имеет прибыль (соответствует соотношению показателей предприятия АО «СУЭК-Кузбасс» и предприятия-конкурента:

$$\frac{C_{пр}}{C_{кн}} > 1,25; \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} > 2,01; k_{\Pi_{пр}} > k_{C_{пр}}).$$

В то же время в этом квадранте может иметь место следующая ситуация (левее биссектрисы):

$$k_{\Pi_{пр}} = \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} > 1; k_{C_{пр}} = \frac{C_{пр}}{C_{кн}} > 1; k_{\Pi_{пр}} < k_{C_{пр}}.$$

В этом случае предприятие несет убытки (соответствует соотношению показателей оцениваемого предприятия и предприятия-конкурента ООО «СУЭК-Хакасия»:

$$\frac{C_{пр}}{C_{кн}} = 3,66; \frac{\Pi_{пр}}{\Pi_{кн}} = 2,05, \text{ т.е. } k_{\Pi_{пр}} < k_{C_{пр}}).$$

В позиционировании в левом нижнем квадранте могут иметь место две ситуации:

– первая ситуация может сопровождаться убытками (левее биссектрисы): себестоимость товара предприятия ($C_{пр}$) ниже себестоимости товара конкурента ($C_{кн}$), то есть $C_{пр} < C_{кн}$, и цена товара предприятия ($\Pi_{пр}$) ниже цены товара конкурента ($\Pi_{кн}$), то есть $\Pi_{пр} < \Pi_{кн}$; при этом коэффициент снижения цены ($k'_{\Pi_{пр}} = 1 - k_{\Pi_{пр}}$, при $k_{\Pi_{пр}} < 1$) превышает коэффициент снижения себестоимости товара ($k'_{C_{пр}} = 1 - k_{C_{пр}}$, при $k_{C_{пр}} < 1$): $k'_{\Pi_{пр}} > k'_{C_{пр}}$ (соответствует соотношению показателей оцениваемого предприятия и предприятия-конкурента ПАО «Шахта «Рападская»:

$$k'_{\Pi_{пр}} = 1 - 0,31 = 0,69; k'_{C_{пр}} = 1 - 0,96 = 0,04; k'_{\Pi_{пр}} > k'_{C_{пр}};$$

– вторая ситуация может сопровождаться обеспечением прибыли (правее биссектрисы): себестоимость товара предприятия ($C_{пр}$) ниже себестоимости товара конкурента ($C_{кн}$), то есть $C_{пр} < C_{кн}$, и цена товара предприятия ($\Pi_{пр}$) ниже цены товара конкурента ($\Pi_{кн}$), то есть $\Pi_{пр} < \Pi_{кн}$; при этом коэффициент снижения цены ($k'_{\Pi_{пр}}$) меньше коэффициента снижения себестоимости товара ($k'_{C_{пр}}$): $k'_{\Pi_{пр}} < k'_{C_{пр}}$ (соответствует соотношению показателей предприятия АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» и предприятия-конкурента с $k'_{\Pi_{пр}} = 0,39; k'_{C_{пр}} = 0,45$).

Направлениями инновационного развития в угольной промышленности следует считать процесс внедрения «проблеморешающей» технологии, создание на предприятиях возможности для реагирования изменений рынка и сохранения конкурентоспособности, то есть «результированную» новизну.

В первом приближении основным условием признания технологических решений инновацией должно являться снижение себестоимости единицы продукции на угольных предприятиях не менее чем на 15%, которое соответствует нижнему уровню показателя межотраслевой конкуренции [5, 6, 7, 8, 9].

Экспорт составляет 52% в поставках российского угля [2]. Основная доля экспорта приходится на энергетические угли – 176,9 млн т (91,5% общего экспорта углей). Это свидетельствует о том, что угольная промышленность подвергается возрастающей конкуренции со стороны иностранных угольных компаний. Поэтому инновационные технологические решения на предприятиях угольной промышленности будут востребованы в ближайшие годы.

В [12, 13, 14, 15, 16, 17] утверждается точка зрения Шумпетера-Гэлбрейта в пользу динамической эффективности олигополии, то есть наличия нескольких крупных предприятий в отрасли. Современная научно-исследовательская деятельность по разработке новых продуктов и производственных технологий в угольной промышленности является дорогостоящей, поэтому только крупные предприятия, извлекающие значительные прибыли, способны финансировать работу в области научных исследований и опытно-конструкторских работ.

Выводы

1. Согласно Энергетической стратегии России на период до 2035 года в топливно-энергетическом комплексе в пересчете на условное топливо наименьшие удельные капитальные вложения приходятся на долю угольной промышленности.

2. В настоящее время развитие крупных угледобывающих предприятий характеризуется соответствующими положительными финансово-экономическими показателями: коэффициентом текущей ликвидности и коэффициентом обеспеченности собственными средствами, которые согласуются с нормативными значениями; имеет место высокий уровень рентабельности продукции и рентабельности продаж.

3. Конкурентное преимущество крупных угледобывающих предприятий, определенное по методике Ж.Ж. Ламбена, обеспечивается сопоставительным значением себестоимости единицы продукции и отпускной цены по сравнению с показателями предприятий-конкурентов.

4. Инновационное развитие в угольной промышленности, обеспечивающее снижение себестоимости единицы продукции для формирования межотраслевой конкурентоспособности, может быть реализовано крупными предприятиями, извлекающими значительные прибыли и способными финансировать работу в области научных исследований и опытно-конструкторских работ.

Список литературы

1. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года. Минэкономразвития России. 30 сентября 2019. 101 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/2019093005> (дата обращения: 15.01.2020).
2. 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.
3. Бухгалтерская отчетность ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» за 2017 год. Электронный эколог E-ECOLOG.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://e-ecolog.ru/buh/2017/4205049090> (дата обращения: 15.01.2020).

4. Аудиторское заключение о бухгалтерской (финансовой) отчетности ПАО «Распадская» за период с 01 января по 31 декабря 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.raspadskaya.ru/investor/accounting_statements/accounting_statements1/ (дата обращения: 15.01.2020).

5. Галиева Н.В., Галиев Ж.К. Экономика и менеджмент информационных систем. М.: МИСиС, 2018. 231 с.

6. Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Корпоративный финансовый учет. М.: МИСиС, 2019. 192 с.

7. Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Теоретические аспекты менеджмента на горнодобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 9. С. 227-231.

8. Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Экономико-теоретические аспекты маркетинга на горнодобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 12. С. 180-186.

9. Шеремет А.Д. Комплексный анализ показателей устойчивого развития предприятия // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 45 (396). С. 2-10.

10. Ламбен Ж.Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива. СПб.: Наука, 1996. 589 с.

11. Стратегический менеджмент. СПб.: Питер, 2007. 496 с.

12. Friederich M.C., Van Leeuwen T. A review of the history of coal exploration, discovery and production in Indonesia: The interplay of legal framework, coal geology and exploration strategy // International Journal of Coal Geology. 2017. Vol. 178. P. 56-73.

13. Lin J., Kahl F., Liu X. A regional analysis of excess capacity in China's power systems // Resources, Conservation and Recycling. 2018. Vol. 129. P. 93-101.

14. Wolfram P., Wiedmann T. Electrifying Australian transport: Hybrid life cycle analysis of a transition to electric light-duty vehicles and renewable electricity // Applied Energy. 2017. Vol. 206. P. 531-540.

15. Samuelson P.A., Nordhaus W.D. Economics. McGraw-Hill Companies Inc, 2011. 620 p.

16. McConnell C.R., Brue S.L., Flynn S.M. Economics. Principles, Problems and Policies. McGraw-Hill Companies Inc, 2012. 540 p.

17. Mankiw N.G., Taylor M.P. Economics. Gengage Learning EMEA, 2011. 460 p.

Original Paper

UDC 338.911:331.012:658.155:622.33(470) © Zh.K. Galiev, N.V. Galieva, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 43-47
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-43-47>

Title
EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF THE LARGE COAL-MINING ENTERPRISES

Authors
Galiev Zh.K.¹, Galieva N.V.¹

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

Authors' Information
Galiev Zh.K., Doctor of Economic Sciences, Professor of Department "State and Municipal Management of Industrial Regions" of the Institute of Economics and Management of Industrial Enterprises, e-mail: galiev@msmu.ru
Galieva N.V., PhD (Economic), Associate Professor of Department "State and Municipal Management of Industrial Regions" of the Institute of Economics and Management of Industrial Enterprises

Abstract
Fuel and energy complex is characterized by sufficient stability of functioning in comparison with other industrial complexes of the Russian economy. According to the Energy strategy in fuel and energy complex on recalculation on conditional fuel the smallest specific capital investments fall to the share of the coal industry. Development of the large coal-mining enterprises is characterized by the corresponding positive financial and economic indicators: the coefficient of the

ECONOMIC OF MINING

current liquidity, coefficient of security with own means will be coordinated with standard values; high level of profitability of products and profitability of sales takes place.

The competitive advantage of the large coal-mining enterprises determined by methodical approach of Lamben is provided with smaller value of unit cost and high selling price in comparison with indicators of the rival enterprises. The innovative development in the coal industry providing decrease in unit cost for formation of interindustry competitiveness can be carried out by the large enterprises deriving considerable profits and capable to finance work in the field of scientific research and developmental works.

Keywords

Coal-mining enterprises, Competitiveness, Coefficient of the current liquidity, Coefficient of security with own means, Product cost, Selling price, Profitability of products, Innovation.

References

1. *Prognoz sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda* [Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2024]. Ministry of Economic Development of Russia. September 30, 2019, 101 p. [Electronic resource]. Available at: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/2019093005> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
2. 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. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.
3. *Bukhgalterskaya otchetnost' OAO "Ugol'naya kompaniya "Kuzbassrazrezugol" za 2017 god* [Accounting statements of Coal Company "Kuzbassrazrezugol" JSC for 2017]. Electronic ecologist E-ECOLOG.RU. [Electronic resource]. Available at: <https://e-ecolog.ru/buh/2017/4205049090> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
4. *Auditorskoye zaklyucheniye o bukhgalterskoy (finansovoy) otchetnosti PAO "Raspadsкая" za period s 01 yanvarya po 31 dekabrya 2018 g.* [The audit report on the accounting (financial) statements of "Raspadsкая" PJSC for the period from January 1 to December 31, 2018]. [Electronic resource]. Available at: http://www.raspadsкая.ru/investor/accounting_statements/accounting_statements1/ (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
5. Galieva N.V. & Galiev Zh.K. *Ekonomika i menedzhment informatsionnykh sistem* [Economics and management information systems]. Moscow, MISIS Publ., 2018, 231 p. (In Russ.).
6. Galiev Zh.K. & Galieva N.V. *Korporativnyi finansovyi uchet* [Corporate financial accounting]. Moscow, MISIS Publ., 2019, 192 p. (In Russ.).

7. Galiev Zh.K. & Galieva N.V. *Teoreticheskiye aspekty menedzhmenta na gornodobyvayushchikh predpriyatiyakh* [Theoretical aspects of management in mining enterprises]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2015, No. 9, pp. 227-231. (In Russ.).
8. Galiev Zh.K. & Galieva N.V. *Ekonomiko-teoreticheskiye aspekty marketinga na gornodobyvayushchikh predpriyatiyakh* [Economic and theoretical aspects of marketing in mining enterprises]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2015, No. 12, pp. 180-186. (In Russ.).
9. Sheremet A.D. *Kompleksnyy analiz pokazateley ustoychivogo razvitiya predpriyatiya* [Comprehensive analysis of indicators of sustainable development of the enterprise]. *Ekonomicheskyy analiz: teoriya i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2014, No. 45 (396), pp. 2-10. (In Russ.).
10. Lamben J.J. *Strategicheskiy marketing. Yevropeyskaya perspektiva* [Strategic marketing. European perspective.]. St.Petersburg, Nauka Publ., 1996, 589 p. (In Russ.).
11. *Strategicheskiy menedzhment* [Strategic management]. St.Petersburg, Piter Publ., 2007, 496 p. (In Russ.).
12. Friederich M.C. & Van Leeuwen T. A review of the history of coal exploration, discovery and production in Indonesia: The interplay of legal framework, coal geology and exploration strategy. *International Journal of Coal Geology*, 2017, Vol. 178, pp. 56-73.
13. Lin J., Kahl F. & Liu X. A regional analysis of excess capacity in China's power systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, Vol. 129, pp. 93-101.
14. Wolfram P. & Wiedmann T. Electrifying Australian transport: Hybrid life cycle analysis of a transition to electric light-duty vehicles and renewable electricity. *Applied Energy*, 2017, Vol. 206, pp. 531-540.
15. Samuelson P.A. & Nordhaus W.D. *Economics*. McGraw-Hill Companies Inc, 2011, 620 p.
16. McConnell C.R., Brue S.L. & Flynn S.M. *Economics. Principles, Problems and Policies*. McGraw-Hill Companies Inc, 2012, 540 p.
17. Mankiw N.G. & Taylor M.P. *Economics*. Gengage Learning EMEA, 2011, 460 p.

For citation

Galiev Zh.K. & Galieva N.V. Efficiency of functioning of the large coal-mining enterprises. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 43-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-43-47.

Paper info

Received August 8, 2019
Reviewed October 19, 2019
Accepted December 20, 2019

СУЭК выпустит облигации с пятилетней офертой на сумму 30 млрд рублей



22 января 2020 г. СУЭК провела сбор заявок на биржевые облигации ООО «СУЭК-Финанс» серии 001P-05R объемом 30 млрд руб. со ставкой купона 6,9% годовых с офертой через 5 лет и общим сроком обращения 10 лет с даты начала размещения. Купонный период составляет 182 дня. Выпуск облигаций гарантирует АО «СУЭК».

В ходе сбора заявок наблюдался высокий спрос на облигации со стороны инвесторов, который составил более 42 млрд руб. В результате значительной переподписки первоначальный заявленный объем был увеличен с 15 до 30 млрд руб.

«Мы довольны успешным размещением наших рублевых облигаций по привлекательной цене. Сделка в очередной раз продемонстрировала надежную репутацию СУЭК на рынке, уверенность финансового сообщества в стабильности нашего бизнеса и эффективной стратегии его развития. Средства от выпуска будут направлены на оптимизацию нашего долгового портфеля», – прокомментировал **Николай Пилипенко**, главный финансовый директор АО «СУЭК».

Техническое размещение ценных бумаг на Московской бирже состоялось в конце января 2020 г. Организаторами размещения выступили «Альфа-Банк», ВТБ Капитал, Банк ГПБ, «Московский Кредитный Банк», Банк «ФК Открытие», «БК Регион», «Россельхозбанк», «Сбербанк КИБ» и «Совкомбанк».

Проблема оценки техногенного воздействия на экологию стран – лидеров по производству и потреблению энергии

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-48-50>



НОВОСЕЛОВ С.В.

Канд. экон. наук, доцент ФГАОУ ДПО «КемРИПК им. В.П. Романова», 650002, г. Кемерово, Россия, e-mail: nowosyolov.sergej@yandex.ru

В статье раскрыта проблема оценки меры техногенного воздействия стран на экологию. Показано, что в одно и то же время страны – лидеры энергопроизводства и энергопотребления могут занимать по отдельным критериям, позиции лидеров, аутсайдеров и средние. Предлагается разработка метода оценки рейтинга на основе комплексного критерия, при учете основных показателей, характеризующих топливно-энергетический комплекс стран и их территориальную специфику.

Ключевые слова: техногенез, невозобновляемые энергетические ресурсы, комплексный критерий, экологический риск, энергоэффективность.

Для цитирования: Новоселов С.В. Проблема оценки техногенного воздействия на экологию стран – лидеров по производству и потреблению энергии // Уголь. 2020. № 2. С. 48-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы техногенеза, ограниченности мировых запасов топливно-энергетических ресурсов, рост мирового энергопотребления не теряют своей актуальности. Глобальными энергетическими проблемами занимается ряд организаций: ОПЭК, МЭА, МИРЭС, РЭА и др. институциональные образования. Актуальные энергетические проблемы рассмотрены в ряде зарубежных источников [1, 2, 3, 4, 5] и др. За период 1990-2018 гг. мировое энергопроизводство выросло с 8620 до 14021 Мтое (Мт н.э. – мегатонн нефтяного эквивалента), т.е. в 1,63 раза, а энергопотребление – с 8527 до 13800 Мтое, т.е. в 1,61 раза. Пропорционально производству первичных, невозобновляемых

энергоресурсов снижаются их мировые запасы. В последнее время энергетической проблеме в России уделяется особое место, что подтверждается Международными энергетическими форумами, проведенными в 2013-2019 гг. в г. Санкт-Петербурге, на которых ключевыми направлениями работы были рассмотрение технологического прогресса ТЭК и обеспечение энергетической и экологической безопасности планеты.

Системный аспект и прогнозы развития энергетики освещены и в ряде российских публикаций [6, 7, 8, 9] и др. В этом ключе возникает вопрос определения места, какой-либо страны в рейтинге мирового энергопроизводства и энергопотребления. Неоднозначность оценок будет определена критериями оценок, которые могут дать неоднозначные выводы.

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ РЕЙТИНГА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРАН ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПОТРЕБЛЕНИЮ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Ниже предложен метод оценки техногенного воздействия по коэффициентам: масштаба производства/потребления, абсолютного роста объемов потребления, объемов энергоресурсов на душу населения согласно официальным данным [10, 11, 12] по странам – лидерам по производству и потреблению энергоресурсов (табл. 1, 2).

За период 1990-2018 гг. некоторые страны-лидеры (Китай, Индия, Южная Корея, Иран) в 3 раза увеличили потребление энергоресурсов (см. табл. 1). Высокие темпы роста энергоресурсов за указанный период отмечены у Бразилии и Индонезии, соответственно 2,05 и 2,53. С ростом темпов потребления развиваются США – 1,18 раза, Канада – 1,41 раза, Франция – 1,08 раза. И наконец, имеется группа стран, в которых снизились темпы роста потребления энергоресурсов – это **Россия (0,9), Япония (0,96), Германия (0,84) и Великобритания (0,85)**.

При этом объемы потребления на душу населения у лидеров потребления энергоресурсов составили: в Канаде – 8,38 т н.э./чел., США – 7,01 т н.э./чел., Южной Кореи – 5,96 т н.э./чел. и России – 5,47 т н.э./чел. Абсолютные масштабы потребления энергоресурсов в странах отражает коэффициент масштаба потребления, который в Китае составляет 1, в США – 0,72. По этому показателю, согласно данным табл. 1, следует что потребление энергоресурсов

Таблица 1

Потребление энергоресурсов в странах-лидерах

Страна	Численность населения, млн чел. на 01.01.2019, млн чел.	Потребление, Мт н.э.*		Коэффициент масштаба потребления	Абсолютный рост объемов потребления	Объем энергоресурсов на душу населения, т н.э./чел.
		1990 г.	2018 г.			
Китай	1374	871	3114	1	3,57	2,26
США	322	1910	2258	0,72	1,18	7,01
Индия	1282	306	929	0,29	3,03	0,72
Россия	146	882	800	0,25	0,90	5,47
Япония	126	438	424	0,13	0,96	3,36
Германия	81	355	301	0,096	0,84	3,71
Южная Корея	51,5	94	307	0,098	3,26	5,96
Бразилия	205	141	290	0,093	2,05	1,41
Канада	35,9	211	301	0,096	1,42	8,38
Иран	78,9	69	267	0,085	3,86	3,38
Франция	66,3	225	243	0,078	1,08	3,66
Индонезия	257,5	99	251	0,080	2,53	0,97
Великобритания	65,6	206	176	0,056	0,85	2,68

Примечание: * н.э. – нефтяной эквивалент.

Таблица 2

Производство энергоресурсов в странах-лидерах

Страна	Численность населения, на 01.01. 2019, млн чел.	Производство, Мт н.э.*		Темп роста 2018 / 1990	Душевое производство, т н.э./чел.	Коэффициент масштаба производства
		1990 г.	2018 г.			
США	322	1647	2175	1,32	6,75	0,87
Россия	146	1296	1492	1,15	10,21	0,59
Китай	1374	881	2498	2,83	1,81	1
Саудовская Аравия	32,2	368	676	1,83	20,99	0,27
Индия	1282	280	588	2,1	0,45	0,23
Канада	35,9	276	526	1,9	14,65	0,21
Великобритания	65,6	208	124	0,59	1,89	0,049
Мексика	122,3	195	158	0,81	1,29	0,063
Германия	81	190	115	0,6	1,41	0,063
Иран	78,9	188	418	2,22	5,29	0,167
Индонезия	257,5	169	441	2,6	1,71	0,176
Норвегия	5,2	119	207	1,73	39,8	0,082
Нигерия	20,7	146	256	1,75	12,36	0,102
Бразилия	205	104	292	2,8	1,42	0,116
ОАЭ	9,77	110	229	2,08	23,4	0,091

Примечание: * н.э. - нефтяной эквивалент

сов в Китае больше чем в России в 4 раза, чем в Японии – в 7 раз, чем в Индии – в 3 раза, а со странами группы лидеров, таких как Великобритания, Индонезия, Франция, потребление в стране-лидере (Китае) выше на порядок и более (соответственно в 17,8; 12,8; 12,5 раза).

Второй, неразрывный с первым, аспект техногенеза – это производство энергетических ресурсов стран, которое можно рассматривать как благо (энергобезопасность стран), но и как вред экологии (техногенез). Страны – мировые лидеры по производству энергетических ресурсов удерживают свои позиции (см. табл. 2): Китай, США, Россия соответственно при коэффициентах масштаба 1; 0,87 и 0,54. То есть в Китае производят энергоресурсов в 1,15 раза больше, чем в США и в 1,7 раза больше, чем в России, при темпах роста Китая за 28 лет (с 1990 по 2018 г.) в 2,83 раза. При этом в Китае потребляется энергоресурсов больше, чем производится на 20%, а в абсолютных цифрах дефицит составляет 616 Мтое (половина производства энергоресурсов в России).

При учете душевого производства энергоресурсов, как ни парадоксально, возглавляют список Норвегия – 39,8, Саудовская Аравия – 20,99 и Канада – 14,65 т н.э./чел. Группа стран-лидеров: США, Россия производят соответственно

по 6,75; 10,21, а Китай лишь 1,81 т н.э./чел. (по всей вероятности, Китай увеличит этот показатель).

При комплексном учете рейтинга (мест, минимум – лучший рейтинг) **по потреблению**, согласно данным табл. 1, получено: лидеры – США, Китай и Южная Корея – по 12 баллов; аутсайдеры: Великобритания – 31, Индонезия – 25, Германия – 24, Россия – в середине – 19 баллов.

При комплексном учете рейтинга **по производству**, согласно данным табл. 2, получено: лидеры – Китай – 12, Саудовская Аравия – 15, Канада – 17 баллов; аутсайдеры – Мексика и Германия – по 40 баллов, Великобритания – 38, Индия – 25 баллов. Россия и США в середине (соответственно 21 и 20 баллов). При комплексном подходе Китай – лидер и по производству, и по потреблению энергоресурсов, и, следуя логике, по техногенному фактору.

При анализе расчетного периода в 28 лет (с 1990 по 2018 г.) в соответствии с Киотским протоколом Россия (при условии, что большинство энергопроизводств осталось на территории РФ) в абсолютном объеме снизила показатели потребления до 90% (см. табл. 1), а среднегодовой темп производства энергоресурсов составил $\sqrt[28]{1,15} = 0,5\%$ в год, что говорит о тенденции энергоэффективности производства.

Выводы

Ввиду специфики стран необходимо учитывать не только факторы абсолютного производства и потребления, но и отраслевую направленность стран, экологические риски, меру токсичности выбросов, географические факторы, климат, рост населения и тенденции развития ТЭК. Следовательно, проблема оценки техногенного воздействия стран на экологию требует дальнейшего развития методик оценки, при учете конкретики характера техногенного воздействия стран на экологию, на основе комплексного критерия. В идеале, видится разработка системных критериев оценки, учитывающих и входы, и выходы экосистем стран и регионов.

Список литературы

1. Statistical Review of World Energy 2014 / BP Energy Outlook 2035 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20150813113139/http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/energy-outlook.html> (дата обращения: 15.01.2020).
2. EIA project world energy consumption will increase 56% by 2040 / US Energy Information Administration, 2013.
3. International Energy Outlook 2011 / Washington, DC, U.S.: Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, 2011.
4. World Energy Outlook 2011. Paris: International Energy Agency, 2011.

5. World Oil Outlook 2011. Vienna: Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2011.

6. Макаров А.А., Григорьев Л.М., Митрова Т.А. Прогноз развития энергетики мира и России 2016 / Под ред. А.А. Макарова. М.: ИНЭИ РАН, 2016. 196 с.

7. Макаров А.А., Воропай Н.И. Системные исследования в энергетике: методология и результаты / Под ред. А.А. Макарова. М.: ИНЭИ РАН; Издательский дом МЭИ, 2018. 309 с.

8. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А. Угольная промышленность мира и России. Анализ, тенденции и перспективы развития. М.: Литтерра, 2017. 374 с.

9. Новоселов С.В. Системная оценка стратегического развития топливно-энергетического комплекса региона: вопросы теории, методологии и практики (на примере ТЭК Кемеровской области на период до 2020-2035 гг.): Монография. Кемерово, 2017. 194 с.

10. Статистический ежегодник мировой энергетики [Электронный ресурс]. URL: <https://yeabook.ennerdata.ru/> (дата обращения: 15.01.2020).

11. 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.

12. Портал: Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/> (дата обращения: 15.01.2020).

Original Paper

UDC 338.45:339.5:621.31:622.85 © S.V. Novoselov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 48-50
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-48-50>

Title

PROBLEM ASSESSMENT OF TECHNOGENIC IMPACT BY THE LEADING COUNTRIES IN TERMS OF ENERGY PRODUCTION AND CONSUMPTION

Authors

Novoselov S.V.¹

¹ "Romanov KemRIPK" FSAEI APE, Kemerovo, 650002, Russian Federation

Authors' Information

Novoselov S.V., PhD (Economic), Associate Professor,
e-mail: nowosolow.sergej@yandex.ru

Abstract

The paper deals with the problem of assessing the measures of technogenic impact of countries on the environment. It is shown that at the same time the leading countries of energy production and energy consumption can occupy the positions of both leaders and outsiders according to certain criteria. It is proposed to develop a method of rating assessment on the basis of a complex criterion, taking into account the main indicators characterizing the fuel and energy complex of countries and their territorial specificity.

Keywords

Technogenesis, Non-renewable energy resources, Complex criterion, Environmental risk, Energy efficiency.

References

1. Statistical Review of World Energy 2014 / BP Energy Outlook 2035 [Electronic resource]. Available at: <https://web.archive.org/web/20150813113139/http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/energy-outlook.html> (accessed 15.01.2020).
2. EIA project world energy consumption will increase 56% by 2040. US Energy Information Administration, 2013.
3. International Energy Outlook 2011. Washington, DC, U.S., Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, 2011.
4. World Energy Outlook 2011. Paris, International Energy Agency, 2011.
5. World Oil Outlook 2011. Vienna, Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2011.
6. Makarov A.A. (ed.), Grigoriev L.M., Mitrova T.A. *Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii. 2016* [Forecast of energy development of the world and Russia. 2016]. Moscow, INEI RAS Publ., 2016, 196 p. (In Russ.).

7. Makarov A.A. (ed.) & Voropay N.I. *Sistemnye issledovaniya v energetike: metodologiya i rezultaty* [System researches in power engineering: methodology and results]. Moscow, INEI RAS Publ., MEI Publ., 2018, 309 p. (In Russ.).

8. Plakitkina L.S. & Plakitkin Yu.A. *Ugol'naya promyshlennost' mira i Rossii. Analiz, tendencii i perspektivy razvitiya* [Coal industry of the world and Russia. The analysis of tendencies and prospects of development]. Moscow, Litterra Publ., 2017, 374 p. (In Russ.).

9. Novoselov S.V. *Sistemnaya ocenka strategicheskogo razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa regiona: voprosy teorii, metodologii i praktiki (na primere TEK Kemerovskoy oblasti na period do 2020-2035 gg.)*: Monografiya. [System assessment of strategic development of fuel and energy complex of the region: questions of theory, methodology and practice (on the example of fuel and energy complex of the Kemerovo region for the period up to 2020-2035): Monograph]. Kemerovo, 2017, 194 p. (In Russ.).

10. Statistical Yearbook of world energy. [Electronic resource]. Available at: <https://yeabook.ennerdata.ru/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

11. Tarazanov I.G. Itogi 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. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79.

12. Ministry of energy of the Russian Federation [Electronic resource]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

For citation

Novoselov S.V. Problem assessment of technogenic impact by the leading countries in terms of energy production and consumption. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 48-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.

Paper info

Received November 1, 2019

Reviewed November 26, 2019

Accepted December 20, 2019

О перспективах развития надзора в угольной промышленности в условиях совершенствования законодательства о госконтроле

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-51-52>

Предлагается анализ перспектив развития надзора на объектах угольной промышленности в условиях совершенствования законодательства о госконтроле.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, нормативное регулирование, высокотехнологичный надзор.

Для цитирования: Степанов О.А. О перспективах развития надзора в угольной промышленности в условиях совершенствования законодательства о госконтроле // Уголь. 2020. № 2. С. 51-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-51-52.

ВВЕДЕНИЕ

Контрольно-надзорная деятельность – деятельность уполномоченных органов государственной власти, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений юридическими лицами, их руководителями и иными должностными лицами, индивидуальными предпринимателями требований, установленных федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, посредством организации и проведения проверок юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению последствий выявленных нарушений.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О ГОСКОНТРОЛЕ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В целях реализации государственной политики в различных сферах деятельности в установленном порядке действуют уполномоченные органы государственного контроля (надзора), в числе которых на объектах угольной промышленности важная роль отводится деятельности Управления по надзору в угольной промышленности центрального аппарата Ростехнадзора, а также Управления горного надзора центрального аппарата Ростехнадзора.

С учетом принципа открытости и публичности контрольно-надзорная деятельность этих подразделений Ростехнадзора осуществляется открыто в той мере, в какой это не противоречит требованиям законодательства Российской Федерации [1, 2, 3].

СТЕПАНОВ О.А.

Доктор юрид. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела уголовного, уголовно-процессуального законодательства, судоустройства Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, 117218, г. Москва, Россия, e-mail: o_stepanov28@mail.ru

Вместе с тем при разработке перспективных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей центральному аппарату Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору важно принимать во внимание факт представления на Петербургском международном юридическом форуме в мае 2019 г. нового законопроекта о госконтроле, который, по сути? в обозримой перспективе призван стать контрольно-процессуальным кодексом. Смысл этого документа сводится к уходу от «карательной» политики контролеров и переходу к профилактике, предпочтению менее трудозатратных и более оперативных мероприятий, связанных с контролем саморегулируемых организаций за своими членами, с освобождением от контрольно-надзорных мероприятий при условии страхования рисков [4].

Концептуальная идея проекта направлена на перевод деятельности контролеров с «карательного» на превентивный подход, при котором инспекторы должны больше заниматься профилактической работой. Среди профилактических мероприятий в законопроекте называются информирование, консультирование, профилактическое сопровождение (предварительная оценка соблюдения требований и выдача контролерами рекомендаций), а также самообследование предпринимателей с помощью информационных ресурсов ведомств. При этом вводится понятие контрольно-надзорного производства – в его рамках действия инспектора должны иметь процессуальное обоснование, и только после открытия производства ведомства могут проводить контрольно-надзорные мероприятия с согласия прокуратуры – возможность сначала провести неотложные действия остаются у инспектора только в экстренных случаях [5]. Наряду с этим сохраняется идея использования риск-ориентированного подхода – госкон-

троль осуществляется на основе управления рисками причинения вреда (варьируются от низких до чрезвычайно высоких), определяющего выбор мероприятий, их содержание и интенсивность.

Прогнозируется, что законопроект вступит в силу в 2021 г. К этому времени правительство должно будет завершить ревизию устаревших и дублирующих требований в рамках так называемой «регуляторной гильотины», план по реализации которой был утвержден в июне 2019 г. Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым. В данном документе «в целях систематизации обязательных требований и исключения установления изъятий из гражданских прав на подзаконном уровне» прописана необходимость подготовки ряда законов в конкретных сегментах и сферах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом этого Ростехнадзору важно уделять соответствующее внимание практическому воплощению идеи так называемого высокотехнологичного надзора – формированию на основе комплексной оптимизации выполнения надзорных функций единой безопасной цифровой платформы для обеспечения в сфере угольной промышленности электронного взаимодействия контрольно-надзорных органов всех уровней между собой и с другими государственными органами. Основные задачи такого надзора сводятся к совершенствованию правового, научно-методического и организационно-технологического обеспечения качества деятельности контрольно-надзорных органов, а также к

повышению эффективности надзора путем внедрения современных и перспективных информационных технологий обработки первичной информации во всех видах надзорной деятельности [6].

Список литературы

1. Степанов О.А., Нудель С.Л., Печегин Д.А. Обеспечение безопасности в системе антитеррористической защищенности объектов угольной промышленности // Уголь. 2019. № 3. С. 61-63. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-61-63.
2. Бурцев С.В., Басыров О.Ф. Комплексный подход в области промышленной безопасности и охраны труда // Уголь. 2018. № 4. С. 26-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-4-26-30. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042018.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. «Правила безопасности в угольных шахтах». Сер. 05. Вып. 40. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. 196 с.
4. Чертеж регуляторной гильотины // Газета «Коммерсантъ». № 83 от 17.05.2019. С. 2. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3969504> (дата обращения: 15.01.2020).
5. Степанов О.А. Криминологическая оценка потенциальных угроз безопасности объектов угольной промышленности в условиях цифровизации // Уголь. 2019. № 2. С. 47-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-47-48.
6. Степанов О.А., Печегин Д.А. Право как средство обеспечения безопасности объектов угольной промышленности в условиях цифровизации // Уголь. 2019. № 9. С. 54-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-54-55.

Original Paper

UDC 338.97:622.33 © O.A. Stepanov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 51-52
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-51-52>

Title
ON THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SUPERVISION IN THE COAL INDUSTRY IN THE CONTEXT OF IMPROVING LEGISLATION ON STATE CONTROL

Authors

Stepanov O.A.¹

¹ Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation, Moscow, 117218, Russian Federation

Authors' Information

Stepanov O.A., Doctor of Law Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Criminal Law, Criminal Procedure Legislation, Judicial System, e-mail: o_stepanov28@mail.ru

Abstract

The analysis of the prospects for the development of supervision at the coal industry in the context of improving legislation on state control is proposed.

Keywords

Control and supervisory activity, Normative regulation, High-tech supervision.

References

1. Stepanov O.A., Nudel S.L. & Pechegin D.A. Obespechenie bezopasnosti v sisteme antiterroristicheskoy zashchishchennosti ob'ektov ugo'noy promyshlennosti [Ensuring security in the anti-terrorism protection system of coal industry facilities]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 3, pp. 61-63. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-61-63.
2. Burtsev S.V. & Basyrov O.Ph. Kompleksnyj podhod v oblasti promyshlennoj bezopasnosti i ohrany truda [Integrated approach in the field of industrial safety and labour protection]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 4, pp. 26-30. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-4-26-30. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042018.pdf> (accessed 15.01.2020).
3. Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugo'nykh shakhtakh" [Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Coal Mine Safety Regulations"]. Series 05. Issue 40. Moscow, NTTs PB JSC Publ., 2015, 196 p.

4. Chertezh regul'yatornoy gil'otiny [Drawing of a regulatory guillotine]. *Gazeta "Kommersant" – Newspaper "Kommersant"*, No. 83, from 17.05.2019, p. 2. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3969504> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
5. Stepanov O.A. Kriminologicheskaya ocenka potencial'nyh ugroz bezopasnosti ob'ektov ugo'noy promyshlennosti v usloviyah cifrovizacii [Criminological assessment of potential threats to the security of coal industry facilities in digitalization environment]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 2, pp. 47-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-47-48.
6. Stepanov O.A. & Pechegin D.A. Pravo kak sredstvo obespecheniya bezopasnosti ob'ektov ugo'noy promyshlennosti v usloviyah cifrovizacii [Law as a means of ensuring the safety of coal industry facilities in the context of digitalization]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 9, pp. 54-55. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-54-55.

For citation

Stepanov O.A. On the prospects for the development of supervision in the coal industry in the context of improving legislation on state control. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 51-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-51-52.

Paper info

Received October 10, 2019
Reviewed November 29, 2019
Accepted December 20, 2019

ECONOMIC OF MINING

На шахте «Листвяжная» испытали беспилотный грузовик

Шахта «Листвяжная» стала первой промышленной площадкой в России, где были продемонстрированы возможности беспилотного управления грузовиком. Автомобиль КАМАЗ отработал технологию передвижения по промышленной трассе протяженностью 1 км из точки погрузки в точку разгрузки. Движение транспорта по территории предприятия обеспечила базовая станция компании МегаФон.

*«Проведение испытаний беспилотного самосвала – это первый практический этап проекта «Цифровое горное предприятие» в рамках реализации программы НОЦ «Кузбасс», в ходе которого планируется создание отечественного карьерного робота-самосвала. Движение автомобиля без участия водителя позволяет вывести человека из опасной зоны ведения горных работ, снизить вероятность ДТП и травматизма водителя. В рамках национального проекта «Экология» и реализации концепции «Чистый уголь = зеленый Кузбасс» применение беспилотного робота-самосвала позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду за счет снижения потребления топлива при ритмичных перевозках, а также использования двигателя внутреннего сгорания, работающего на газовом топливе», – отметил генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь» **Геннадий Алексеев**.*

Итоги запуска обсудили во время видеозвонка в тестовой сети 5G на шахте «Листвяжная» заместитель губернатора Кемеровской области **Андрей Панов** и генеральный директор МегаФона **Геворк Вермишян** в московском офисе компании.

*«Запуск беспилотного грузовика – пример того, как современные технологии могут использоваться в промышленности. Именно бизнес будет основным пользователем 5G – нового стандарта связи, который сейчас активно внедряет весь мир. Благодаря 5G можно будет автоматизировать те участки производства, которые представляют потенциальную опасность для сотрудников, использовать видео, дополненную реальность и другие возможности. Технологическая революция окажет влияние на эффективность всего производственного процесса», – отметил **Геворк Вермишян**.*

В ходе рабочего совещания, которое прошло на обогатительной фабрике «Листвяжная» АО ХК «СДС-Уголь» и МегаФон подписали Соглашение о сотрудничестве, в соответствии с которым компании будут совместно формировать современную инфраструктуру для развития услуг связи на угледобывающих предприятиях, внедрять цифровые технологии управления производством, обеспечивающие повышение производительности труда, уровня промышленной и экологической безопасности.



Сотрудничество МегаФона и холдинга «СДС-Уголь» продолжается несколько лет. Базовые станции МегаФона уже покрывают связью территории угледобывающих предприятий АО ХК «СДС-Уголь»: АО «Черниговец», ООО «Шахтоуправление «Майское», АО «Салек» и ООО «Шахта Листвяжная». Компания МегаФон обеспечивает инфраструктуру передачи данных более чем для 2 тыс. IoT-модулей, установленных на горнотранспортном оборудовании компании «СДС-Уголь». Вкупе с автоматической системой диспетчеризации «Карьер» (ВИСТ Групп) датчики отслеживают скорость, местоположение транспорта, уровень топлива в баке, нагрузку кузова на шасси, температуру, ведут видеорегистрацию событий. Это позволяет сократить удельные затраты на транспортировку и оптимизировать бизнес-процессы.



АО «УК «Кузбассразрезуголь» создает воздушный флот беспилотников



АО «УК «Кузбассразрезуголь» (предприятие сырьевого комплекса УГМК) в январе 2020 г. приобрело 8 беспилотных летательных аппаратов. Новая техника предназначена для маркшейдерских работ, выполнения аэрофотосъемки и тепловизионного мониторинга.

Применение инновационной технологии поможет маркшейдерам компании выполнять свою работу более эффективно, а именно – улучшит точность расчетов и оперативность замеров и, что немаловажно, повысит безопасность труда. Квадрокоптеры способны работать в сложных погодных условиях и обеспечивают дистанционный контроль горных работ. На основе полученных данных с помощью специального программного обеспечения специалисты компании будут создавать цифровые модели предприятий.

*«Использование беспилотных летательных аппаратов – один из первых и самых ответственных этапов цифровизации производства. От того, насколько точно будет построена математическая модель, зависит эффективность проектирования, анализа и управления производством, – подчеркивает куратор проекта, сотрудник службы главного маркшейдера АО «УК «Кузбассразрезуголь» **Наталья Перепищенко.** – С помощью цифровых моделей-двойников можно существенно укрепить экономическую устойчивость компании в целом».*

Квадрокоптеры поступили во все филиалы и в аппарат угольной компании, для управления ими 11 специалистов прошли специальное обучение. В дальнейшем планируется увеличение воздушного флота компании. Вся техника проходит обязательную процедуру регистрации в Росавиации.

АО «УК «Кузбассразрезуголь» внедрило передовую систему цифровой радиосвязи



На Бачатском угольном разрезе АО «УК «Кузбассразрезуголь» (предприятие сырьевого комплекса УГМК) в конце декабря 2019 г. введена в промышленную эксплуатацию новейшая система технологической радиосвязи. Уникальный проект реализован совместно с компанией «УГМК-Телеком».

Внедренная система радиосвязи использует стандарт DMR (Digital Mobile Radio) Tier III. Современное оборудование производства компании Tait Communications (Новая Зеландия) заменило существовавшую на Бачатском уголь-

ном разрезе систему радиосвязи, которая была построена на базе технологий 1980-х гг.

Новая система обладает функциями транкинга – автоматического распределения каналов связи между абонентами. Это сокращает количество необходимых радиоканалов, позволяет занимать меньший ресурс радиочастот и обходиться минимумом оборудования. Преимущество данной технологии заключается и в том, что она обеспечивает мгновенное соединение с группой абонентов, чего не позволяет сделать мобильная связь.

*«Наша компания первой в Кузбассе и одной из первых в России внедряет подобную систему, – подчеркивает начальник управления энергообеспечения АО «УК «Кузбассразрезуголь» **Сергей Ковин.** – Оборудование полностью адаптировано к сибирским условиям и, помимо стандартного для радиосвязи набора функций, таких как вызов одного или группы абонентов, общий и аварийный вызов и передача данных, способно отслеживать местонахождение работника и горнотранспортного оборудования по координатам GPS и ГЛОНАСС. Таким образом, цифровая радиосвязь помогает решать вопросы промышленной безопасности».*

Устойчивость и качество новой связи на территории всего филиала обеспечивают две базовые станции, способные работать в автономном режиме (без электропитания) более 4 часов. На сегодняшний день на Бачатском разрезе запущены в эксплуатацию 510 радиостанций нового формата, 214 из которых – переносные. В дальнейшем планируется поэтапное внедрение данной системы во всех филиалах компании.

Анализ экспортной деятельности лидеров российской угольной промышленности*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-55-61>

В статье оцениваются результаты деятельности ведущих российских экспортеров угля с 2013 по 2017 г., опираясь на рейтинг еженедельника «Эксперт» 200 крупнейших компаний-экспортеров России. Авторы проводят анализ только угольной отрасли, охватывая весь период наблюдений. Основные выводы исследования следующие. Во-первых, в указанный период наблюдений абсолютная величина и доля общей выручки угольных компаний в выручке всех предприятий рейтинга растут при сохранении количества представленных компаний и их регионально-географического распределения. В региональном отношении выделяется кластер угольной промышленности Кемеровской области. Во-вторых, в течение периода наблюдений доля компаний с ростом выручки год к году увеличивается. В-третьих, отрасль характеризуется значительной степенью интернационализации, так как предприятия отличает высокая доля экспорта в выручке. В-четвертых, внешнеторговая географическая диверсификация отрасли существенно выше товарной, экспорт большинства компаний является монопродуктовым, что обусловлено характером отрасли.

Ключевые слова: угольная отрасль, экспорт, рейтинг крупнейших экспортеров, товарно-географическая диверсификация.

Для цитирования: Анализ экспортной деятельности лидеров российской угольной промышленности / М.Л. Горбунова, Е.Ю. Ливанова, Т.С. Морозова, Д.Я. Куасси // Уголь. 2020. № 2. С. 55-61. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-55-61.

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность – важнейшая отрасль топливно-энергетического комплекса России, которая обладает конкурентными преимуществами мирового масштаба, в связи, с чем значительная доля ее продукции ориентирована на экспорт. По данным еженедельника «Эксперт», угольная отрасль России – это пятая часть национального экспорта, которая обеспечивает занятость 650 тыс. чел. (с учетом смежных отраслей) [1]. В таких условиях особенно важно изучать угольные компании, занимающие ведущие позиции в российских поставках угля за рубеж. Целью исследования является изучение структурных параметров экспорта лидеров российской угольной промышленности в период 2013-2017 гг.

* Статья подготовлена при финансовой поддержке Программы повышения конкурентоспособности Нижегородского государственного университета в рамках научного проекта Н-402-99 «Исследование механизмов формирования условий и обеспечения безопасности в макрорегионах Евразии».

ГОРБУНОВА М.Л.

Доктор экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Мировая экономика и таможенное дело» Института экономики и предпринимательства Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, Россия, e-mail: gorbunova@jee.unn.ru

ЛИВАНОВА Е.Ю.

Канд. экон. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и таможенное дело» Института экономики и предпринимательства Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, Россия, e-mail: elli1@bk.ru

МОРОЗОВА Т.С.

Канд. экон. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и таможенное дело» Института экономики и предпринимательства Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, Россия, e-mail: mts.71@mail.ru

КУАССИ Донатьен Яо

Аспирант кафедры «Мировая экономика и таможенное дело» Института экономики и предпринимательства Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, Россия, e-mail: donayedidia@yahoo.fr

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ КОНКУРЕНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКОЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ВНЕШНИХ РЫНКАХ

Программой развития угольной промышленности России на период до 2030 года перед отраслью поставлены задачи эффективного извлечения запасов угля для обеспечения внутренних потребностей в угольной продукции и развития экспортных поставок [2, 3]. Значительные мировые запасы угля и его доступность, в сравнении с другими видами топливных ресурсов, позволяют отнести уголь-

ную отрасль страны к числу перспективных – в период с 2000 по 2014 г. наблюдался рост объемов мирового производства угля в 1,7 раза, достигший к концу периода 8,07 млрд т, а темп роста к уровню 2000 г. составил 172,2% [4].

На мировом рынке угля у страны есть весомые конкуренты: ведущими производителями угля в мире являются Китай, США, Индия, Австралия и Индонезия, в то время как Россия, владеющая 5,5% мировых запасов угля (около 200 млрд т), занимает шестое место по добыче угля в мире, что составляет 4,4% общемирового объема добычи [4]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что ее экспортный потенциал не реализован полностью, это связано с текущей, довольно неустойчивой, конъюнктурой рынка угля.

Нестабильность рынка угля связана с количественным и качественным изменением структуры производства, транспортировки, распределения и потребления энергоносителей. Многие развитые страны (государства ОЭСР) активно вовлекают в промышленный оборот местные виды топлива и ВИЭ (возобновляемые источники энергии). В структуре энергопотребления развивающихся экономик доля низкоуглеродных энергоносителей приблизилась к 12%, а в развитых странах данный показатель близок к 20% ввиду более активного использования атомной энергии и ВИЭ. В то же время возросла эффективность применения энергоресурсов: в 2006-2016 гг. прирост мирового ВВП составил 26,5% (в неизменных ценах), прирост потребления энергии составил лишь 17,8%, т. е. энергоёмкость продукции снизилась почти на 1/10. В 2016 г. мировые энергетические потребности (13,276 млн т нефтяного эквивалента) обеспечивались шестью видами ресурсов: нефть (33% суммарного потребления), газ (24%) и уголь (28%), ГЭС – 7%, АЭС – около 5%, ВИЭ – более 3%. Таким образом, ископаемое сырье по-прежнему остается основой энергообеспечения мирового хозяйства (85%) [5].

Кроме того, на мировом энергетическом рынке произошли качественные структурные изменения, связанные с ростом добычи сланцевого газа и нефти, названные «сланцевой революцией». Энергетическая глобализация проявилась как в тесной взаимосвязи сопредельных мировых сырьевых рынков, так и в ужесточении конкуренции технологий получения и использования энергоносителей.

Из-за двукратного снижения мировых цен на нефть в 2014-2015 гг. к началу 2016 г. образовался избыток нефти, кроме того, экспорт угля из США за три последних года увеличился почти на 72 млн т [2, 6], что в совокупности привело к падению цен на уголь на мировом рынке, ситуация начала выравниваться только к 2017 г. (рис. 1).

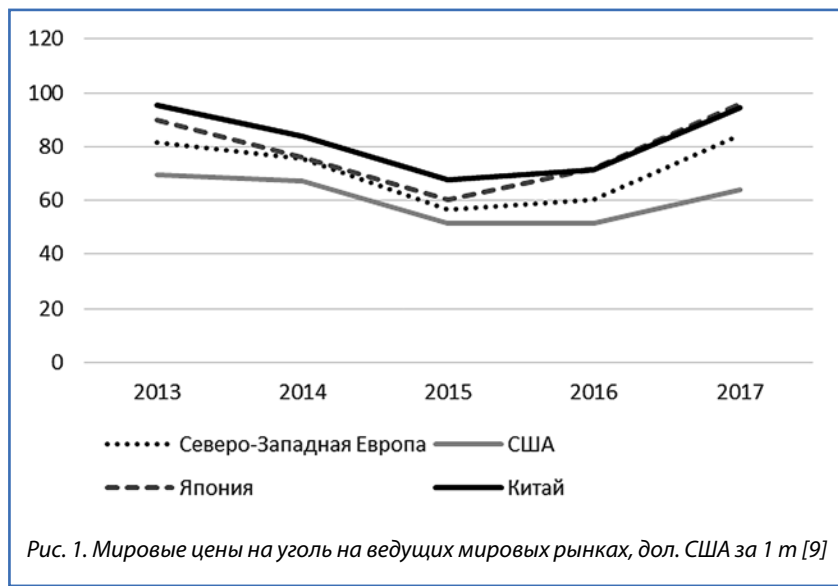
В то же время, согласно прогнозу развития энергетики мира и России, объемы энергетического угля будут преобладающими (более 80%) в структуре мирового производства твердого топлива, темпы роста составят в среднем 0,7% в год, возрастут объемы мировой торговли углем [6]. Так, по мнению А.Б. Яновского [7], итогом проведенных структурных реформ в угольной промышленности России станет увеличение добычи угля в стране до 480 млн т в год к 2030 г., при этом на внешний рынок будет поставляться около 240 млн т российского угля что связано с дальнейшим развитием азиатского рынка угля, и стимулом к расширению угледобычи в действующих и в новых регионах угледобычи. По мнению С. Кудярова [8], несмотря на то, что подобные ценовые колебания негативно влияют на устойчивость экономических показателей угольной отрасли, российские компании имеют запас прочности, который может помочь им улучшить свои позиции за счет менее эффективных конкурентов.

Таким образом, мировой рынок угля сегодня претерпевает структурные изменения из-за влияния ряда факторов:

- замедление роста или снижение энергопотребления;
- активное развитие использования газа, включая сланцевый газ, ВИЭ и атомной энергетики;
- климатическая политика и стремление к переходу на более экологически чистые виды топлива;
- усиление конкуренции между странами – экспортерами угля;
- замедление темпов роста экономик стран Европы и Азии, в том числе Китая и Индии, являющихся крупнейшими импортерами угля [6].

Из 7,7 млрд т угля, добытого в мире в 2015 г., 1,3 млрд т были экспортированы (16,8%). Экспортные поставки начиная с 2013 г. сокращаются, а в 2015 г. объем экспорта угля сократился по сравнению с 2013 г. на 4,3% [10].

По мнению разработчиков Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года [11], в условиях нестабильной конъюнктуры мирового рынка особенно уязвимыми становятся угольные компании-экспортеры, добычные предприятия которых работают в Кузбассе, так как этот угольный бассейн равноудален от основных портов Российской Федерации, а доля железнодорожного тарифа в цене у потребителя достигает 40-50%. Сохранение конкурентоспособности российской угольной продукции на внешних рынках может быть обеспечено за счет освоения месторождения углей в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – такое расположение позволит оптимизировать транспортные затраты по сравнению с предприятиями центральной территории и нарастить сбыт российских углей на более емком, по сравнению с Атлантическим, рын-



ке Азиатско-Тихоокеанского региона, доля России на котором по-прежнему невысока [11].

Лидерами отрасли являются коллективы предприятий АО «СУЭК», АО «УК «Кузбассразрезуголь», АО ХК «СДС-Уголь», ООО «Распадская угольная компания», ООО «УК «ЕВРАЗ Междуреченск», Группа «Сибантрацит», ПАО «Мечел», АО «Русский Уголь», En+Group, ПАО «Кузбасская Топливная Компания», АО «Стройсервис», ГК «Каракан Инвест» [7, 12, 13, 14, 15]. Эффективность внедрения скоординированных мер по развитию угольной промышленности, электроэнергетики, транспорта и портовой инфраструктуры вкпе со стратегией развития экспортных поставок подтверждается ростом экспорта ведущих угольных производителей России в 2007–2017 гг. с 1,33 до 2,68 раза при абсолютном приросте экспорта у трех российских лидеров с 7,1 до 14,6 млн т [16].

Таким образом, исследование позволяет сделать следующий обобщающий вывод. В настоящее время экспортная деятельность предприятий угольной промышленности изучена главным образом с точки зрения физических объемов производства и вывоза различных видов угля, поэтому введение в научный оборот экономических и оперативных – связанных с товарно-географической диверсификацией – показателей ведущих российских экспортеров угля позволит дополнить существующий массив прикладных экономических исследований угольной промышленности.

ЭКСПОРТ ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ В 2013 – 2017 ГОДАХ

Авторы используют в качестве объекта исследования рейтинг 200 ведущих экспортеров РФ делового еженедельника «Эксперт» с 2015 по 2018 г. [15], в котором приведены следующие показатели:

- название предприятия, регион предприятия;
- объем экспорта во все страны (за исключением стран ЕАЭС) в млн дол. США и динамика за год, %;
- доля экспорта в выручке, % (с 2016 г. с пропусками);

– количество стран-импортеров в 2017 г. и его динамика за год (ед.) (с пропусками);

– количество 4-значных товарных позиций (ТН ВЭД) в 2017 г. и его динамика за год (ед.) (с пропуском в 2016 г.) – для угольной промышленности этот параметр у большинства компаний составляет 1, что свидетельствует о монопродуктовом характере экспорта отрасли.

Из методических комментариев к рейтингу следует, что: 1) по некоторым предприятиям данные скорректированы из-за уточнения структуры холдинга или обновления данных; 2) ряд компаний предоставили данные, включающие экспорт в ЕАЭС [17]. Кроме того, существует еще одна методологическая проблема, выявленная авторами при сопоставлении данных еженедельника «Эксперт» и обзоров итогов работы угольной промышленности, в том числе относящихся к экспорту, в период 2013–2017 гг., представленных в журнале «Уголь» [9, 12, 13, 14, 15]. Холдинги «Мечел» и «Евраз» соотнесены в рейтинге экспортеров еженедельника «Эксперт» с черной металлургией, в то время как, по данным обзоров в журнале «Уголь», предприятия, входящие в данные бизнес-группы, занимают 4-е и 7-е места в списке крупнейших экспортеров угля, это обстоятельство необходимо учитывать, оценивая результаты проведенного авторами исследования.

Динамика абсолютных и относительных показателей изменения выручки ведущих экспортеров угля представлена в *табл. 1*.

Из данных, представленных в *табл. 1* следует, что, несмотря на то, что доля предприятий рейтинга в количественном отношении колеблется в интервале 8–10%, доля в суммарной выручке увеличивается, хотя и не превышает 4%. Анализ показателей прироста суммарной выручки, представленный на *рис. 2, 3*, показывает, что ведущие представители угольной отрасли имели в течение всего периода наблюдений опережающие темпы прироста или более низкие темпы падения доходов предприятий от экспорта.

Таблица 1

Структурные характеристики выборки ведущих экспортеров угля России в 2013–2017 гг.

Показатель	2013* г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Количество предприятий угольной промышленности, ед.	-	18	17	19	18
Доля в общем рейтинге, %	-	9	8,5	9,5	9
Суммарная выручка предприятий угольной промышленности в рейтинге, млн дол. США	7394,30	7941,10	5318,6	5567,3	9183,7
Доля в общем рейтинге, %	1,88	2,08	1,98	2,75	3,35
Темп прироста суммарной выручки предприятий угольной промышленности в рейтинге, %		7,39	-33,02	4,68	64,96
Суммарная выручка 200 экспортеров России, млн дол. США (справочно)	393027,8	381128,3	268208	202573,6	274502,5
Темп прироста суммарной выручки 200 экспортеров России, % (справочно)	-	-3,03	-29,63	-24,47	35,51
Количество предприятий угольной промышленности с ростом экспортной выручки, ед.	-	7	4	12	15
Доля в группе предприятий угольной промышленности, %	-	38,89	23,53	63,16	83,33
Общее количество предприятий рейтинга с ростом экспортной выручки, ед. (справочно)		107	48	82	156
Доля в общем числе компаний рейтинга, % (справочно)		53,5	24	41	78

* Данные 2013 г. являются базовыми для рейтинга 2014 г., сам рейтинг предприятий не составлялся, что не дает возможности рассчитать относительные показатели.

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015–2018 гг. Еженедельник «Эксперт» [15].



Рис. 2. Темпы прироста суммарной выручки экспортёров, %

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Ежедневник «Эксперт» [15]



Рис. 3. Доля компаний с ростом экспортной выручки, %

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Ежедневник «Эксперт» [15]

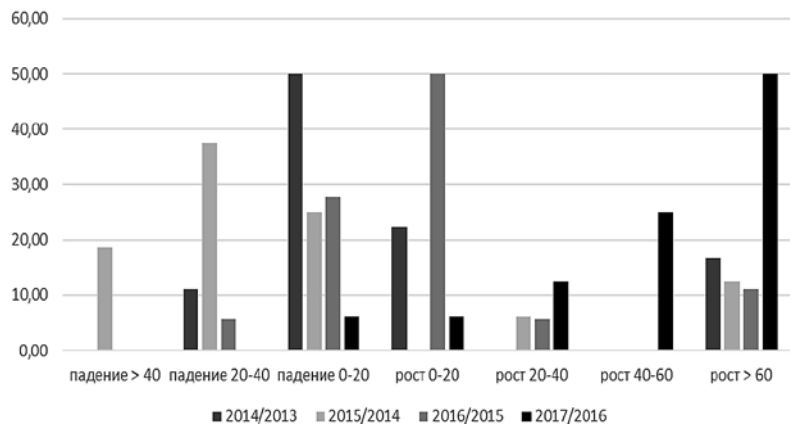


Рис. 4. Распределение ведущих российских компаний угольной отрасли по темпам изменения экспортной выручки, % (нормировано по числу компаний)

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Ежедневник «Эксперт» [15]

Из информации, представленной на рис. 2, следует, что начиная с 2016 г. удельный вес ведущих экспортёров угольной промышленности с ростом выручки превышает аналогичный показатель, рассчитанный по всем участникам рейтинга.

Региональное распределение экспортёров представлено в табл. 2. Ведущие российские экспортёры угля расположены в 8 из 85 субъектов РФ. Ведущие места занимают Кемеровская область и г. Москва, в которых зарегистрированы штаб-квартиры компаний «СУЭК» и «Русский Уголь». Угольные активы СУЭК находятся в Кемеровской области, Красноярском, Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях, Республиках Хакасия и Бурятия, добывающие предприятия компании «Русский Уголь» – в Красноярском крае, Амурской области и Республике Хакасия. К числу значимых для российского экспорта угля регионов можно отнести Сахалинскую область, которая наращивает свое присутствие в рейтинге и по количеству компаний, и по росту удельной выручки, что связано с близостью региона к рынкам Азиатско-Тихоокеанского региона. В Иркутской, Новосибирской и Ростовской областях, Республике Саха (Якутия) и Хабаровском крае зарегистрировано по одной компании рейтинга.

Перейдем к анализу товарно-географической диверсификации ведущих экспортёров угольной промышленности, входивших в рейтинг еженедельника «Эксперт» в 2015-2018 гг., и построим диаграммы распределения изменения их экспортной выручки, доли экспорта в выручке, количества стран и экспортируемых товарных позиций (рис. 4, 5, 6, 7).

Из данных, представленных на рис. 3 установлено, что наиболее неблагоприятным для экспорта угля был 2015 г., когда доходы от экспорта упали у некоторых компаний более чем на 40%. В 2014 г. наиболее характерным было падение доходов в интервале 0-20%. Восстановительным явился 2016 год, когда на первое место вышла доля компаний с ростом выручки в интервале 0-20%. В 2017 г. рост перешел в бурный – 75% компаний показали рост выручки более чем на 40%.

Из рис. 4, 5 следует, что для ведущих экспортёров угольной промышленности характерна высокая степень интернационализации, очевидно, что данная отрасль является ключевой в специализации России. По данным ежегодных обзоров [12, 13, 14, 15], доля вывозимого угля составляет около 50% его добычи (см. рис. 5, 6), а для лидеров характерен еще более высокий уровень специализации: типичская доля экс-

Распределение ведущих экспортеров угольной промышленности по регионам РФ

Регионы (в алфавитном порядке)	Количество предприятий, ед.				Выручка ведущих экспортеров угольной промышленности, млн дол. США				Доля в выручке ведущих экспортеров угольной промышленности, %			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Иркутская область	-	1	1	1	-	55,5	47	59,6	-	1,04	0,84	0,65
Кемеровская область	12	11	12	9	4158,4	2505,1	2475,5	3357,3	52,37	47,10	44,47	36,56
Москва	3	2	2	2	3126,6	2230,4	2436,9	4607,7	39,37	41,94	43,77	50,17
Новосибирская область	1	1	1	1	421,1	340,2	368,3	553,6	5,30	6,40	6,62	6,03
Ростовская область	1	11	1	1	92,1	90	81,5	150,4	1,16	1,69	1,46	1,64
Республика Саха (Якутия)	-	-	1	1	-	-	59,3	99,7	-	-	1,07	1,09
Сахалинская область	-	1	1	3	-	97,4	98,8	355,4	-	1,83	1,77	3,87
Хабаровский край	1	-	-	-	142,9	-	-	-	1,80	-	-	-
Всего	18	17	19	18	7941,1	5318,6	5567,3	9183,7	100	100	100	100

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Еженедельник «Эксперт» [15].

порта в выручке составляет 60-80%, а в 2016 г., когда началось восстановление мирового рынка угля, данный параметр достиг 80% и более. Отметим, что на репрезентативность данных влияет то обстоятельство, что лишь половина компаний предоставляет информацию о доле выручки в экспорте. Наиболее экспортно ориентированной в рейтинге является компания «Сибирский антрацит» – доля зарубежных продаж в выручке предприятия в течение всего периода наблюдений составляет около 90%.

Рейтинг также позволяет оценить степень товарной и географической диверсификации ведущих российских экспортеров, в том числе и угольных компаний. Географическая диверсификация ведущих представителей угольной отрасли (см. рис. 7) меняется во времени, прослеживается сосредоточение на меньшем количестве рынков, что, скорее всего, связано с ростом экспорта в КНР. Первенство по количеству стран-партнеров удерживает СУЭК – представлена более чем на 40 рынках, Сибирский антрацит, Кузбасская Топливная Компания (КТК), Русский Уголь, Угольная компания «Заречная» в разные годы экспортировали более чем на 20 рынков.

Товарная диверсификация угольного экспорта – низкая из-за монопродуктового характера отрасли. СУЭК (лидер угольной отрасли по экспортной выручке) смогла увеличить к 2017 г. товарную диверсификацию до шести товарных позиций, вдвое опережая следующую по разнообразию Группу компаний «Стройсервис», находившуюся в 2017 г. на шестом месте. Две трети компаний рейтинга экспортируют только одну товарную позицию четырехзначного кода ТН ВЭД. Таким образом, практически невозможно сделать расчеты того, как внешнеторговая товарная диверсификация влияет на экспортеров угля.

Кроме того, по итогам анализа показателей присутствия ведущих российских угольных компаний на внешних рынках можно сделать

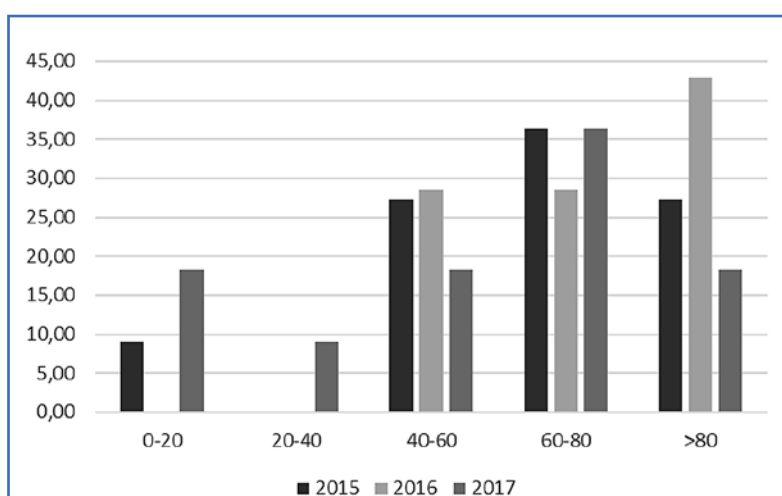


Рис. 5. Распределение ведущих российских компаний угольной промышленности по доле экспорта в выручке, % (нормировано)

Источник: составлено авторами на основе специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Еженедельник «Эксперт» [15]

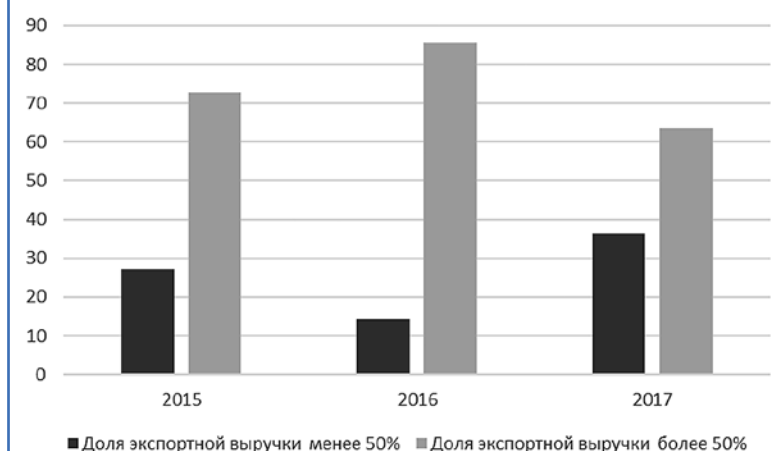


Рис. 6. Ориентация экспортеров угольной промышленности на внешний и внутренние рынки, % (нормировано)

Источник: составлено авторами на основе специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Еженедельник «Эксперт» [15]

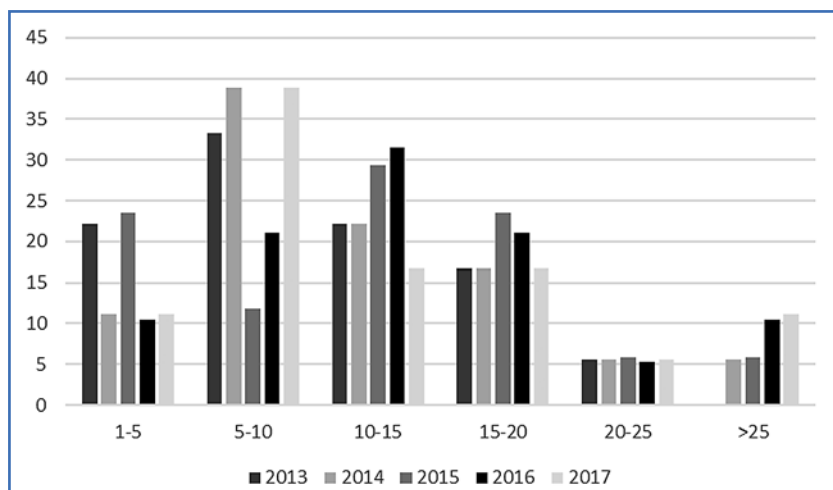


Рис. 7. Распределение ведущих российских экспортеров угольной промышленности по количеству стран-импортеров, % (нормировано)

Источник: составлено авторами на основе материалов специальных докладов «Российский экспорт» 2015-2018 гг. Еженедельник «Эксперт» [15]

вывод о том, что в изменении их экспортных показателей не прослеживается существенная связь с санкциями – большее влияние оказывают неблагоприятная конъюнктура внешних рынков и рост использования возобновляемых источников энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вывоз угля – важная составляющая российского сырьевого энергетического экспорта. Расчеты показали, что компании угольного сектора обладают высокой степенью интернационализации.

Результаты экспортной деятельности угольных компаний в 2013-2017 гг. обнадеживают: выручка, полученная на внешних рынках, увеличилась в абсолютном и относительном выражении, а внутри выборки увеличивалась доля предприятий с ростом выручки год к году. Однако внутри рассмотренного периода показатели экспорта отрасли довольно волатильны, что связано с нестабильностью цен на нефть и структурой потребления продукции ТЭК в мире. В региональном отношении в экспорте выделяется кластер угольной промышленности Кемеровской области. Ведущие компании-экспортеры угля отличаются высокая географическая диверсификация, тогда как в товарном отношении их экспорт является монопродуктовым, что обусловлено характером отрасли.

Список литературы

1. Ивантер А. Стресс-тест большого угля // Эксперт. 2019. № 35. С. 28-38.
2. Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2014 г. № 1099-р). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/433/> (дата обращения: 15.01.2020).
3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026/> (дата обращения: 15.01.2020).
4. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Угольная промышленность России на мировом рынке угля: тенденции

перспективного развития // Уголь. 2016. № 7. С. 12-16. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-7-12-16. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072016.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

5. Иванов А.С., Матвеев И.Е. Международная торговля энергоресурсами на рубеже 2018 года // Российский внешнеэкономический вестник. 2018. № 1. С. 17-26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32394003> (дата обращения 15.01.2020).

6. Дагилис Е.В. Влияние экспорта нефти и газа из сланца на развитие мирового рынка угля // Российский внешнеэкономический вестник. 2018. № 2. С. 105-117. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32652745> (дата обращения: 15.01.2020).

7. Яновский А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. 2017. № 8. С. 10-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf>

(дата обращения: 15.01.2020).

8. Кудияров С. Гонки ко дну // Эксперт. 2019. № 34. С. 36-39.

9. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2014 года // Уголь. 2015. № 3. С. 56-71. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032015.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

10. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А. Прогнозы мирового и российского экспорта коксующегося и энергетического угля в период до 2035 г. // Горная промышленность. 2017. № 1. С. 16-22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28794346> (дата обращения: 15.01.2020).

11. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 января 2012 г. № 14-р). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1846> (дата обращения: 15.01.2020).

12. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2015 года // Уголь. 2016. № 3. С. 58-72. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032016.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

13. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2016 года // Уголь. 2017. № 3. С. 36-50. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032017.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

14. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 58-73. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

15. Эксперт. Рейтинг 200 крупнейших компаний-экспортеров России. URL: <https://expert.ru/dossier/story/rating200/> (дата обращения: 15.01.2020).

16. Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Экспортно ориентированная стратегия развития угольных компаний России – основной фактор обеспечения их финансовой устойчивости // Уголь. 2017. № 11. С. 54-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.

17. BP Statistical Review on World Energy. 2018. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

Original Paper

UDC 338.45:658.8:622.33 © M.L. Gorbunova, E.Yu. Livanova, T.S. Morozova, D.Ya. Kouassi, 2020
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 55-61
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-55-61>

Title

ANALYSIS OF THE EXPORT ACTIVITIES OF THE LEADERS OF THE RUSSIAN COAL INDUSTRY

Authors:

Gorbunova M.L.¹, Livanova E.Yu.¹, Morozova T.S.¹, Kouassi D.Ya.¹

¹National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

Authors' Information

Gorbunova M.L., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of International Economics and Customs Affairs, Institute of Economics and Entrepreneurship, e-mail: gorbunova@iee.unn.ru

Livanova E.Yu., PhD (Economic), Associate Professor, Department of International Economics and Customs Affairs, Institute of Economics and Entrepreneurship, e-mail: elli1@bk.ru

Morozova T.S., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of Department of International Economics and Customs Affairs, Institute of Economics and Entrepreneurship, e-mail: mts.71@mail.ru

Kouassi D.Ya., Postgraduate student of the Department of International Economics and Customs Affairs, Institute of Economics and Entrepreneurship, e-mail: donayedidia@yahoo.fr

Abstract

The authors evaluate the performance of leading Russian coal exporters from 2013 to 2017, based on the rating of the Expert weekly magazine of the 200 largest exporting companies in Russia. The authors analyze only the coal industry, covering the entire observation period. The main findings of the study are as follows. First, in the indicated observation period, the absolute value and the share of the total revenue of coal companies in the revenue of all rating enterprises grows while maintaining the number of represented companies and their regional distribution. Regionally, the coal industry cluster of the Kemerovo region stands out. Secondly, during the observation period, the share of companies increases with year-on-year revenue growth. Thirdly, the industry is characterized by a significant degree of internationalization, as enterprises are distinguished by a high share of exports in revenue. Fourth, the foreign trade geographical diversification of the industry is significantly higher than the commodity diversification; most companies export mono-products, due to the nature of the industry.

Keywords

Coal industry, Export, Russia's top 200 exporters ranking, Product diversification, Market diversification.

References

- Ivanter A. Stress-test bol'shogo uglya [Stress Test for Big Coal]. *Expert*, 2019, No. 35, pp. 28-38. (In Russ.).
- Programma razvitiya ugol'noy promyshlennosti Rossii na period do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federacii ot 21 iyunya 2014 g. N 1099-r) [The program for the development of the Russian coal industry for the period until 2030 (Approved by Order of the Government of the Russian Federation of June 21, 2014, No. 1099-r)]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/433/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
- Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federacii ot 13 noyabrya 2009 g. N 1715-r. [The energy strategy of Russia for the period until 2030 (Approved by Order of the Government of the Russian Federation of November 13, 2009, No. 1715-r.) Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026/> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
- Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. & Diyachenko K.I. Ugol'naya promyshlennost' Rossii na mirovom rynke uglya: tendentsii perspektivnogo razvitiya [Russia's coal industry on the world coal market: trends of prospective development]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 7, pp. 12-16. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2016-7-12-16](http://www.ugolinfo.ru/Free/072016.pdf). Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072016.pdf> (accessed 15.01.2020).
- Ivanov A.S. & Matveev I.E. Mezhdunarodnaya trgovlya energoresursami na rubezhe 2018 goda [International trade of energy resources on the eve of 2018]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskij vestnik*, 2018, No. 1, pp. 17-26. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32394003> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
- Dagilis E.V. Vliyaniye eksporta nefi i gaza iz slantsa na razvitiye mirovogo rynka uglya [Influence of shale oil and gas exports on the global coal market growth]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskij vestnik*, 2018, No. 2, pp. 105-117. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32652745> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

7. Yanovsky A.B. Osnovnye tendentsii i perspektivy razvitiya ugol'noy promyshlennosti Rossii [Main trends and prospects of the coal industry development in Russia]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 8, pp. 10-14. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2017-8-10-14](http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf). Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (accessed 15.01.2020).

8. Kudiyarov S. Gonki ko dnu [Racing to the bottom]. *Expert*, 2019, No. 34, pp. 36-39. (In Russ.).

9. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2014 [Russia's coal industry performance for January – December, 2014]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 3, pp. 56-71. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032015.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

10. Plakitkina L.S. & Plakitkin Yu.A. Prognozy mirovogo i rossiyskogo eksporta koksuyushchegosya i energeticheskogo uglya v period do 2035 goda [Forecasts of world and Russian exports of coking and steam coal in the period up to 2035]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2017, No. 1, pp. 16-22. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28794346> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

11. Dolgosrochnaya programma razvitiya ugol'noy promyshlennosti Rossii do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federacii ot 24 yanvarya 2012 g. N 14-r) [The long-term development program of the Russian coal industry for the period until 2030 (Approved by Order of the Government of the Russian Federation of January 24, 2012, No. 14-r). Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1846> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

12. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2015 [Russia's coal industry performance for January – December, 2015]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 3, pp. 58-72. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032016.pdf> (accessed 15.01.2020).

13. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2016 [Russia's coal industry performance for January – December, 2016]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 3, pp. 36-50. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032017.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

14. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2017 [Russia's coal industry performance for January – December, 2017]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 58-73. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2018-3-58-73](http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf). Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (accessed 15.01.2020).

15. Ekspert. Reyting 200 krupneyshih kompaniy – eksporterov Rossii [Rating of 200 largest exporting companies in Russia]. Available at: <https://expert.ru/dossier/story/rating200/> (accessed 15.01.2020).

16. Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Eksportno oriyentirovannaya strategiya razvitiya ugol'nykh kompaniy Rossii – osnovnoy factor obespecheniya ih finansovoy ustoychivosti [Export oriented development strategy coal companies of Russia – the main factor ensure their financial sustainability]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 11, pp. 54-56. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2017-11-54-56](http://www.ugolinfo.ru/Free/112017.pdf).

17. BP Statistical Review on World Energy, 2018. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> (accessed 15.01.2020).

Acknowledgements

This article was prepared with the financial support of the Nizhny Novgorod State University Competitiveness Improvement Program as part of the scientific project H-402-99 "Study of the mechanisms for creating conditions and ensuring security in the macro-regions of Eurasia".

For citation

Gorbunova M.L., Livanova E.Yu., Morozova T.S. & Kouassi D.Ya. Analysis of the export activities of the leaders of the Russian coal industry. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 55-61. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-2-55-61](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-55-61)

Paper info

Received October 28, 2019

Reviewed November 16, 2019

Accepted December 20, 2019

Повышение эффективности использования ресурсной базы Свободненского месторождения высокобитуминозных бурых углей за счет создания предприятий малотоннажной углехимии в Амурской области

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-62-67>



ШТЕЙНЦАЙГ М.Р.

Канд. техн. наук,
генеральный
директор Компании
«Инженерный Центр»,
115114, г. Москва, Россия,
e-mail: 9918521@mail.ru

Реализация проблемы обеспечения опережающих темпов индустриального развития крупного геолого-экономического района в Дальневосточном регионе, имеющей важное социально-экономическое и хозяйственное значение, представляется возможной за счет создания здесь мощного угольно-энергетического кластера. Руководящая идея проведенных предпроектных изысканий заключается в эффективной трансформации имеющегося природного потенциала в товарную продукцию с высокой добавленной стоимостью. Результаты исследований, основанные на разработанных инженерных методах предпроектных технико-технологических оценок и рекомендациях по организационно-финансовому сопровождению крупных инновационных проектов, прошли представительную апро-

бацию и дают основания полагать высокую инвестиционную привлекательность создания угольно-энергетического кластера в Амурской области. Вместе с тем установленные результирующие показатели не являются исчерпывающими. Так, например, достаточно уникальные химико-технологические свойства углей Свободненского месторождения создают предпосылки для создания на его основе мощного производства весьма дефицитных рыночных продуктов – горного воска, гуматов, адсорбентов, что является одним из приоритетных направлений дальнейших изысканий, результаты которых, очевидно, снизят риски создания и эксплуатации в пролонгированной перспективе Свободненского угольно-энергетического кластера с практически неисчерпаемой ресурсной базой.

Ключевые слова: Дальневосточный район, природные ресурсы, твердое полезное ископаемое, индустриализация района, угольно-энергетический кластер, использование ископаемого сырья, горный воск, гуманты, сорбенты, эффективность.

Для цитирования: Штейнцайг М.Р. Повышение эффективности использования ресурсной базы Свободненского месторождения высокобитуминозных бурых углей за счет создания предприятий малотоннажной углехимии в Амурской области // Уголь. 2020. № 2. С. 62-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-62-67.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема обеспечения опережающих темпов индустриального развития Амурской области имеет важное социально-экономическое и хозяйственное значение для Дальневосточного региона Российской Федерации.

Имеющийся природный потенциал ископаемого твердого топлива в Приамурском геолого-экономическом районе на основе передовых технико-технологических решений и новаторских организационно-финансовых форм их сопровождения должен трансформироваться в товарную продукцию с высокой добавленной стоимостью, что является руководящей идеей проведенных исследований.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель этих исследований заключается в разработке концепции создания угольно-энергетического кластера на ресурсной базе Свободненского бурогольного месторождения, что обеспечит кардинальный рост индустриально-го сектора и социализацию экономики Амурской области.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ УГОЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА

Для достижения поставленной цели разработаны инженерный метод предпроектных технико-технологических изысканий по освоению имеющейся природной ресурсной базы ископаемых углей и основанные на анализе межотраслевых балансов рекомендации по организационно-финансовому сопровождению крупного межотраслевого инновационного проекта в Свободненском геолого-экономическом районе Амурской области.

Основные результаты (см. таблицу) инициативных исследований в 2016-2019 гг. опубликованы в работах [1, 2, 3, 4] и прошли представительную апробацию, в том числе в рамках Всероссийского конкурса «Новая идея», где в номинации «Лучшая инновационная идея» в 2018 г. отмечены Минэнерго России как лучшая научно-техническая разработка в секции «Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и угольных месторождений».

На V Восточном экономическом форуме (сентябрь 2019 г.) Федеральной сетевой компанией (ПАО ФСК ЕЭС), отвечающей за функционирование и развитие Единой национальной электрической сети, была представлена программа обеспечения надежного энергоснабжения крупных инфраструктурных проектов на юге Дальневосточного региона (см. рисунок, по данным ИД «Коммерсантъ»), где приоритетами являются магистрали федерального значения: железнодорожные (БАМ, Транссиб), трубопроводные (нефтепровод «Восток – Тихий океан» (ВСТО) и газопровод «Сила Сибири»). Инвести-

ции ФСК в энергетику Дальнего Востока в 2013-2018 гг. составили 72,3 млрд руб.; в 2019 г. в развитие, модернизацию и консолидацию сетей здесь вложено еще более 60 млрд руб.

Приведенная карта-схема (см. рисунок) иллюстрирует ключевую геолокацию Свободненского экономического района и позволяет полагать, что создание здесь крупного угольно-энергетического кластера за счет дополнительной генерации 990 МВт будет способствовать устойчивому индустриальному развитию региона и возможности существенного экспорта электроэнергии на сопредельную территорию (потенциал российского экспорта электроэнергии в КНР оценивается не менее чем в 30 млрд кВт·ч в год [4]).

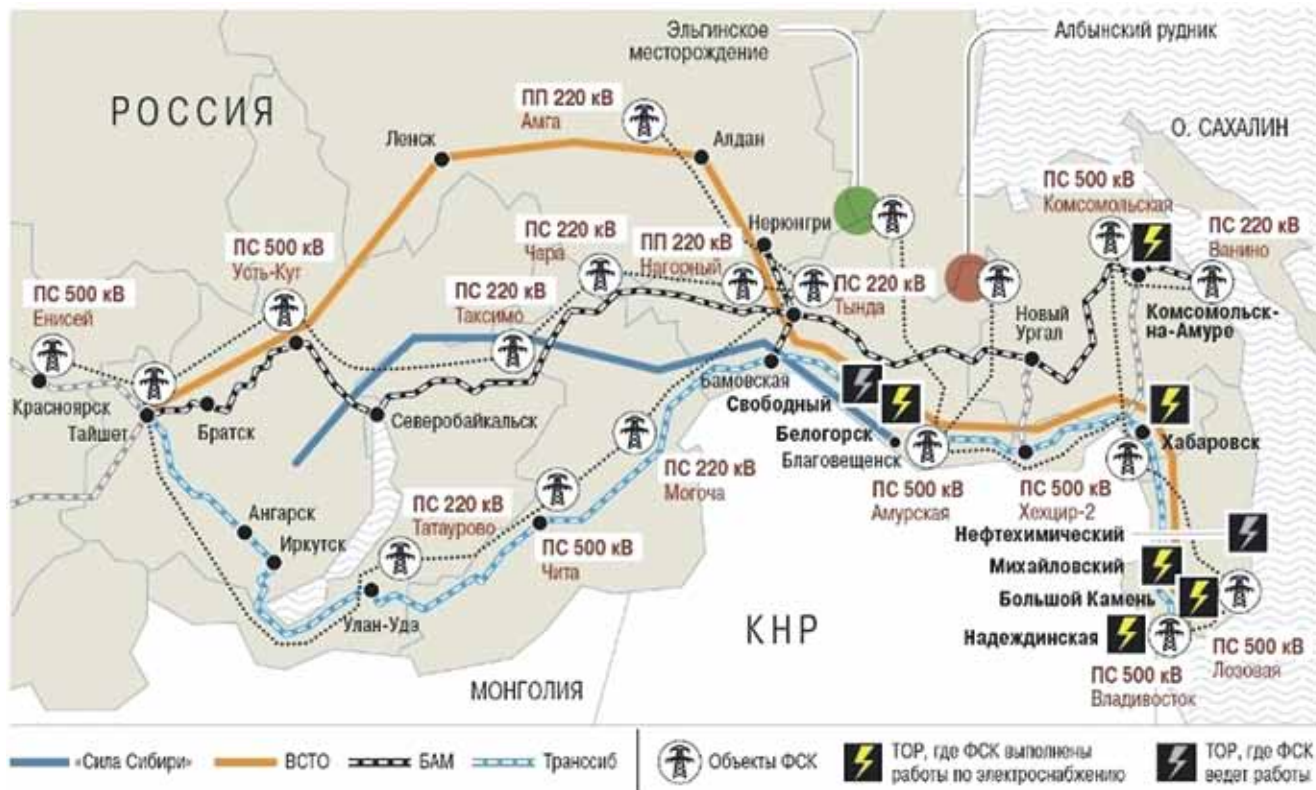
В своей совокупности **разработанная концепция строительства Свободненского угольно-энергетического кластера и программа инфраструктурного развития региона**, реализуемые в контексте майских указов Президента Российской Федерации, создают базис решения проблемы опережающих темпов индустриализации и социализации экономики Амурской области, что имеет важное социально-экономическое и хозяйственное значение для юга Дальневосточного региона.

Вместе с тем концепция образования государственно-частной угольно-энергетической концессии на базе Свободненского бурогольного месторождения [1, 4] не является всеобъемлющей с точки зрения полноты и качества вовлечения в хозяйственный оборот имеющегося природного ресурса.

С исчерпанием нефтяных ресурсов мировым сообществом осознана необходимость альтернативных энергохимических источников на обширной сырьевой базе твердых минеральных ископаемых, в том числе бурых углей, мировые ресурсы которых оцениваются примерно в 5 трлн т (из них почти 3 трлн т – на территории Российской Федерации).

Основные производственно-экономические показатели проекта создания угольно-энергетического кластера на основе открытого способа разработки Свободненского бурогольного месторождения (циклично-поточная отработка породугольного массива)

Показатели	Значения
Природная ресурсная база, млн т	Более 2600
Производственная мощность угольного разреза, млн т в год	25
Мощность завода (ЛСР) по производству высококачественного топлива, млн т в год	12-13
Мощность угольной генерации на борту разреза, МВт	990
Капитальные затраты на новое производственное строительство, млн дол. США:	
– угольный разрез	540
– завод ЛСР	330
– угольная генерация	965
– инженерная инфраструктура	205
– всего по проекту	2040
Себестоимость производимой продукции:	
– угольное сырье, дол. США/т	3,35
– высококачественное топливо, дол. США/т	8,0
– электроэнергия, дол. США/кВт·ч	0,065
Создаваемые новые рабочие места, ед.	2530
Период освоения проектной мощности угольно-энергетического кластера, лет	5,5
Срок окупаемости проекта, лет	8,2
Налоговые отчисления, млн дол. США в год	94
Чистая прибыль, млн дол. США в год	270
ЕВИТДА, млн дол. США в год	638



Карта-схема развития энергоснабжающих коммуникаций Федеральной сетевой компанией (ПАО ФСК ЕЭС). По данным ИД «Коммерсантъ», сентябрь, 2019 г.

Fig. Map of the development of energy supply communications by the Federal Grid Company (PJSC FGC UES). According to Kommersant Publishing House, September, 2019

Однако в отечественный хозяйственный оборот вовлечено всего около 2900 млн т и при этом в настоящее время менее 2% добываемых битуминозных углей используется химической промышленностью (около 75-80% бурых углей направляется на производство энергии; еще примерно 18-20% потребляют металлургический комплекс и промышленность стройматериалов).

В частности, в России битуминозные угли практически не используются как сырье для производства органических гуминовых удобрений, стимуляторов роста растений, структурообразователей почв, горного воска.

Эти направления нетопливного использования минерального ископаемого основаны на способности бурых углей экстрагироваться различными растворителями. Отказ от применения высоких температур и пиролиза при переработке твердых горючих ископаемых методом экстракции способствует наибольшей сохранности природного потенциала углей и исключает термическое разрушение производимой товарной продукции (гуминовых веществ и горного воска).

Эффективность качественной и количественной экстракции бурых углей главным образом зависит от структуры, физико-химических свойств и компонентной основы исходного сырья.

Одним из наиболее востребованных рынком продуктов экстракционной обработки низкосортных бурых углей является сырой буроугольный воск (то же: горный воск; монтан-воск; битум-А), представляющий собой смесь собственно восковых компонентов и смол.

Стоимость 1 т воска-сырца составляет около 3000 евро. По мере переработки сырого буроугольного воска в более квалифицированный товар (обессмоленные, рафинированные, этерифицированные воски) стоимость конечной товарной продукции значительно возрастает.

Смолистые вещества, являющиеся отходами обессмоленного воска, применяются в производстве антикоррозионных покрытий, антиокислительных и полифункциональных присадок к смазочным маслам, в качестве флотореагентов.

Горный воск применяется в литейном производстве, в изготовлении полирующих и защитных компонентов для различных покрытий, в бумажной, кожевенной промышленности, в медицине, косметике, бытовой химии и др.

Крупнейшим производителем восков является Германия (60 тыс. т в год; 70% мирового рынка). Еще около 10 тыс. т этого товара производится в Бразилии на основе карнаубской пальмы.

Вместе с тем потребность различных отраслей отечественной промышленности в горном воске оценивается примерно в 5 тыс. т в год (в денежном эквиваленте – около 3 млрд руб. в год).

На территории бывшего СССР горный воск весьма низкого товарного качества производился Семеновским заводом (ресурсная база – Александровское буроугольное месторождение в Кировоградской области Украины) по немецким технологиям середины XX века в объеме около 2 тыс. т в год. В 2004 г. этот завод прекратил свое существование.

В настоящее время на постсоветском пространстве горный воск производится только в Белоруссии (ОАО «Завод горного воска»; основная ресурсная база – республиканские месторождения торфа) в объемах около 2,5 тыс. т в год (и еще около 4 тыс. т – сопутствующих смазочно-охлаждающих средств). Производимая здесь продукция в основном экспортируется в страны Прибалтики, Польшу, Италию, Румынию, Украину и Россию (около 1 тыс. т в год).

В технологии производства воска-сырца для приемлемой экономической эффективности угольное сырье должно иметь битуминозность более 6-6,5%. Для повышения извлечения восков из высокобитуминозных бурых углей применяют методы физико-химического воздействия и различные виды растворителей и их смесей.

Наиболее перспективные ресурсы высокобитуминозных углей в России представлены надежно разведанными месторождениями Южного Урала (Тюльганское месторождение – запасы более 200 млн т) и юга Дальнего Востока (Тыгдинское месторождение – 430 млн т; Павловское месторождение – 380 млн т). Битуминозность углей этих месторождений в среднем превышает 6,7% (от 6,2 до 11,4%).

В ряду месторождений, бурые угли которых представляют повышенный интерес как ресурсная база для производства горного воска, особое место по запасам (более 2600 млн т) и выходу сырого воска (до 13%; в среднем 6,7%) занимает Свободненское месторождение в Амурской области.

Возможный материальный баланс получения сырого горного воска из бурых углей предполагаемого к первоочередному освоению Нылгинского участка (запасы – 1,65 млрд т) Свободненского месторождения в объемах, адекватных потребности российского рынка, вероятно, будет близок к балансу товара, установленному применительно к углям Тюльганского месторождения [5].

Конкурентные по количеству и качеству преимущества ресурсной базы Свободненского месторождения вполне очевидны по сравнению с исходным сырьем достаточно успешно функционирующего в Белоруссии ОАО «Завод горного воска», что дает основания положительно оценивать коммерческую привлекательность и финансовую устойчивость проекта строительства в Амурской области аналогичного производства. При этом, видимо, следует использовать не только современный зарубежный опыт (например, методы экстракции Зульцер-Хемтек и ЕДЛ Анлагенбау Гезельшафт ГмБХ, Германия), но и отечественные наработки, например в ФГУП «Институт горючих ископаемых» [6, 7].

Для Амурской области, в структуре экономики которой преобладает аграрный сектор, еще одним не менее перспективным направлением нетопливного использования бурых углей Свободненского месторождения является организация производства безбалластных водорастворимых гуминовых стимуляторов роста зерновых, зернобобовых, овощных, технических и плодовоовощных культур. Соответствующая технология разработана в ФГУП «Институт горючих ископаемых», успешно прошла многолетние государственные испытания и освоена в опытно-промышленных объемах. Полученные препараты рекомендованы к широкому применению. Проектно обеспечено создание производства гуматов мощностью 500 т в год.

Установлено, что безбалластные гуматы увеличивают всхожесть семян и энергию прорастания, повышают сопротивляемость растений неблагоприятным воздействиям почвенно-климатических условий, ускоряют созревание ягод, плодов, овощей в среднем на 10-12 сут., увеличивают содержание в них белков, сахаров и других полезных веществ, снижают воздействие на сельскохозяйственную продукцию тяжелых радиоактивных металлов, повышают урожайность на 20-25%.

Расход гуматов оценивается в 50-65 г/Га (в закрытом грунте до 200 г/Га). При этом затраты на их применение не превышают 1% в себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции.

Следует отметить, что изложенные выше направления нетопливного использования химического природного потенциала бурых углей Свободненского месторождения не претендуют на всеобъемлемость [8, 9], но преследуют цель установления возможности развития конфигурации угольно-энергетического кластера [4], что будет способствовать повышению формируемого промышленного потенциала крупного геолого-экономического района Амурской области.

Выгодная геолокация Свободненского геолого-экономического района (см. рисунок) позволяет полагать, что высокая концентрация здесь транспортных и трубопроводных магистралей вкуче с возрастающими тарифами будет способствовать росту индекса промышленного производства, принятого в практике Росстата, объективно не отражая ни степень индустриализации (вовлечение в активный хозяйственный оборот имеющейся природной ресурсной базы), ни качество социализации экономики региона (создание значимого количества новых рабочих мест, активизация процессов трудовой миграции итд.).

Предлагаемый интегральный показатель развития промышленного потенциала [4] в этом контексте представляется более прогрессивным и объективным, что, в частности, корреспондируется с авторитетным мнением НП «Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования» (аналитическая записка «Разработка прогноза развития реального сектора на период до 2030 года, включая перспективные балансы отдельных видов продукции с учетом развития и освоения перспективных технологий в различных секторах экономики»; по заказу Минэкономразвития России, 2013 г.).

На этапе формирования концепции создания предприятий малотоннажной углехимии вероятные ожидаемые технико-экономические показатели обособленного их функционирования можно укрупненно оценить по статистическим отчетным показателям предприятий-аналогов, а также по заявленным данным поставщиков основного технологического оборудования и по результатам научно-поисковых исследований разработчиков соответствующих технологических регламентов. Этой же цели может способствовать систематизированная и обобщенная информация, содержащаяся в открытой научной периодике, например в исследованиях Московского государственного открытого университета [10]. Здесь в контексте рассматриваемых направлений нетопливного использования высокобитуминозных бурых углей заявляются вполне конкретные показатели эффективности производства горного воска, гуминовых удобрений, адсорбентов (при-

быль, срок окупаемости капитальных вложений, уровень рентабельности производства).

Приведенные [10] результирующие технико-экономические показатели неких условных предприятий с задаваемой производственной мощностью представляются далеко не бесспорными в абсолютных своих значениях (например, неясно, каким образом в этих расчетах учтена специфика угольного сырья; какие технологические решения заложены в основу; каковы товарные качественные и стоимостные показатели конечной продукции и др.). Но при этом приведенные сведения об ожидаемой технико-экономической эффективности, с учетом положительного опыта эксплуатации ОАО «Завод горного воска» в Белоруссии, оценочно дают основания полагать прогрессивной концепцию создания предприятий малотоннажной углехимии на базе Свободненского бурого угольного месторождения, предпочтительность сырьевой основы которого определена независимыми исследованиями (например, ФГУП ИГИ, Москва).

Перспективность идеи создания предприятий малотоннажной углехимии на базе Свободненского месторождения высокобитуминозных бурых углей вполне очевидна ввиду:

- надежной апробации технико-технологических решений по производству горного воска, охлаждающе-смазочных средств, безбалластных гуматов и, возможно, углеродных сорбентов;

- востребованности рынками предполагаемой к созданию продукции малотоннажной углехимии с высокой добавленной стоимостью;

- ожидаемой технико-экономической эффективности и приемлемой экологической чистоты при эксплуатации углехимических производств;

- практически неисчерпаемой природной ресурсной базы для предприятий малотоннажной углехимии (при этом следует учитывать, что после экстракционной обработки угольное сырье может использоваться в качестве твердого топлива в процессах традиционной угольной электрогенерации).

Создание собственной горнодобывающей базы для объединенных предприятий углехимии, конечно, возможно, но, как известно из теории и практики открытой угледобычи, будет более затратным по сравнению с продукцией несоизмеримо более мощных угольных разрезов с циклично-поточными технологиями формирования грузопотоков большой единичной мощности [1, 4]. Это указывает на целесообразность первоочередности создания мощной добывающей базы для угольно-энергетического кластера с последующим ее расширением для нужд углехимических производств или предусмотренной возможностью диверсификации угольных сырьевых потоков в конкретных ситуациях изменения конъюнктуры рынков производимой конечной продукции (например, при снижении спроса на высококачественное твердое топливо, производимое кластером по технологии LCP [1], часть угольного сырья может быть перенаправлена на предприятия малотоннажной углехимии).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эксергетическая эффективность [11] трансформации природного потенциала свободненских высокобитуми-

нозных бурых углей в конечную продукцию в разветвленной межотраслевой сети ее поставок для нужд электроэнергетики, литейного производства, изготовления полирующих и защитных покрытий, медицины, косметики, антиокислительных и полифункциональных присадок, сельского хозяйства и прочего существенно выше эксергии прямой эволюционной цепи «угольное сырье – топливо – электроэнергия».

Создание угольно-энергетического кластера с собственной мощной сырьевой и энергоснабжающей базой формирует предпосылки поливариантного расширения производственных мощностей основного направления (предприятия малотоннажной углехимии) и вспомогательной предназначенности (ремонтно-механические, сервисные, монтажно-наладочные, логистические предприятия и прочее) с сопутствующим развитием социально-бытовой сферы крупного геолого-экономического района.

В своей совокупности изложенные аспекты указывают на дополнительные возможности индустриализации и социализации экономики Амурской области путем вовлечения в активный хозяйственный оборот имеющейся обширной природной ресурсной базы оптимального по качественным характеристикам ископаемого минерального сырья.

Список литературы

1. Штейнцвайг М.Р. Концепция и методология формирования мощных угольно-энергетических кластеров (на примере Свободненского бурого угольного месторождения в Амурской области) // Уголь. 2016. № 1. С. 30-35. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012016.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

2. Штейнцвайг М.Р. О критериях оценки инвестиционной привлекательности проектов нового горного строительства // Уголь. 2016. № 4. С. 48-49. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042016.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

3. Штейнцвайг М.Р. К вопросу совершенствования форм государственно-частного партнерства при освоении природной ресурсной базы в угольной промышленности // Уголь. 2018. № 8. С. 84-86. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-8-82-84. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082018.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

4. Штейнцвайг М.Р. Создание центра опережающего индустриального развития на базе Свободненского бурого угольного месторождения в Амурской области // Уголь. 2019. № 1. С. 50-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-50-57.

5. Малолетнев А.С. Получение горного воска из битуминозных бурых углей // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 10. С. 58-66.

6. Носкова Л.П., Сорокин А.П. Метилирование – метод углубления экстракционной переработки угля // Химия твердого топлива. 2014. № 5. С. 3-8.

7. Состояние и перспектива комплексного использования твердых горючих ископаемых. М., 2011. 376 с.

8. Новые перспективы нетопливного использования химического потенциала бурых и некондиционных углей / С.Д. Фазылов, Ж.Б. Сатпаева, О.А. Нуркенов и др. // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 4. С. 101-106. URL: <http://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1104>. (дата обращения: 15.01.2020).

9. Хохлова Г.П., Шишлянникова Н.Ю., Жеребцов С.И. Получение углеродных сорбентов из бурых углей и торфа после извлечения воска и смол // Вестник КузГТУ. 2005. № 4.1. С. 65-68.

10. Кузьмина Т.И. Экономическая оценка технологий переработки углей и эффективность производства и использо-

зования получаемой на их основе продукции // Химия твердого топлива. 2005. № 3. С. 71-82.

11. Шаргут Я, Петелла Р. Эксергия. М.: Энергия, 1968. 280 с.

12. Ильин С.А., Коваленко В.С., Пастихин Д.А. Дальний Восток России: продвижение открытых горных работ // Горный журнал. 2013. № 5. С. 77-84.

Original Paper

UDC 332.1:543:622.332(571.61) © M.R. Shteincaig, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 62-67

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-62-67>

Title

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING THE RESOURCE BASE OF THE SVOBODNENSKY DEPOSIT OF HIGH BITUMINOUS BROWN COAL DUE TO THE CREATION OF SMALL-TONNAGE COAL CHEMISTRY ENTERPRISES IN THE AMUR REGION

Author

Shteincaig M.R.¹

¹“Engineering Center Company”, LLC, Moscow, 115114, Russian Federation

Authors' Information

Shteincaig M.R., PhD (Engineering), General Director,
e-mail: 9918521@mail.com

Abstract

The implementation of the problem of ensuring the outrunning rates of industrial development of a large geological and economic region in the Far Eastern region, which has important socio-economic and economic importance, seems possible by creating a powerful coal-energy cluster here. The guiding idea of the pre-design surveys is the effective transformation of the existing natural potential into commercial products with high added value. The research results, based on the developed engineering methods of pre-project technical and technological assessments and recommendations on the organizational and financial support of large innovative projects, have passed representative testing and give reason to believe that the creation of a coal-energy cluster in the Amur Region is highly attractive for investment. At the same time, the established resulting indicators are not exhaustive. For example, the rather unique chemical and technological properties of the coals of the Svobodnensky deposit create the prerequisites for creating on its basis a powerful production of very scarce market products – mountain wax, humates, adsorbents, which is one of the priority areas for further research, the results of which will obviously reduce risks the creation and operation of a long-term prospect of the Svobodnensky coal-energy cluster with a practically inexhaustible resource base.

Keywords

Far Eastern region, Natural resources, Solid minerals, Industrialization of the region, Coal-energy cluster, The use of fossil raw materials, Mountain wax, humants, Sorbents, Efficiency.

References

- Shteincaig M.R. Kontseptsiya i metodologiya formirovaniya moshchnykh ugol'no-energeticheskikh klasterov (na primere Svobodnenskogo burougol'nogo mestorozhdeniya v Amurskoy oblasti) [The concept and methodology of powerful coal mining and energy production clusters formation (by example of Svobodnensky brown coalfield in Amur Region)]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 1, pp. 30-35. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012016.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
- Shteincaig M.R. O kriteriyah ocenki investitsionnoj privilekatel'nosti proektov novogo gornogo stroitel'stva [On criteria of new mine construction projects investment prospects evaluation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 4, pp. 48-50. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042016.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russ.).
- Shteincaig M.R. K voprosu sovershenstvovaniya form gosudarstvenno-chastnogo partnerstva pri osvoinii prirodnoy resursnoy bazy v ugol'noj promyshlennosti [On public and private partnership improvement during coal industry mineral resources deployment]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 8, pp. 82-84. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-8-82-84. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082018.pdf> (accessed 15.01.2020).
- Shteincaig M.R. Sozdanie centra operezhayushchego industrial'nogo razvitiya na baze Svobodnenskogo burougol'nogo mestorozhdeniya v Amurskoy

oblasti [Creation of a centre for advanced industrial development based on the Svobodnenskoye brown coal field in the Amur Region]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 1, pp. 50-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-50-57.

5. Maloletnev A.S. Polucheniye gornogo voska iz bituminoznykh burykh ugley [Obtaining mountain wax from bituminous brown coals]. *Gorny Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2018, No. 10, pp. 58-66. (In Russ.).

6. Noskova L.P. & Sorokin A.P. Metilirovaniye – metod uglubleniya ekstraktsionnoy pererabotki uglya [Methylation – a method of deepening the extraction processing of coal]. *Khimiya tverdogo topliva – Solid fuel chemistry*, 2014, No. 5, pp. 3-8. (In Russ.).

7. Sostoyaniye i perspektiva kompleksnogo ispol'zovaniya tverdykh goryuchikh iskopayemykh [The state and prospect of the integrated use of solid fossil fuels]. Moscow, 2011, 376 p. (In Russ.).

8. Fazylov S.D., Satpayeva Zh.B., Nurkenov O.A. et al. Novyye perspektivy netoplivnogo ispol'zovaniya khimicheskogo potentsiala burykh i nekonditsionnykh ugley [New prospects for non-fuel use of the chemical potential of brown and substandard coals]. *Nauchnoye obozreniye. Tekhnicheskkiye nauki – Scientific Review. Technical science*, 2016, No. 4, pp. 101-106. Available at: <http://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1104>. (accessed 15.01.2020). (In Russ.).

9. Khokhlova G.P., Shishlyannikova N.Yu. & Zherebtsov S.I. Polucheniye uglerodnykh sorbentov iz burykh ugley i torfa posle izvlecheniya voska i smol [Obtaining carbon sorbents from brown coal and peat after extraction of wax and resins]. *Vestnik KuzGTU – Bulletin of KuzSTU*, 2005, No. 4.1, pp. 65-68. (In Russ.).

10. Kuzmina T.I. Ekonomicheskaya otsenka tekhnologiy pererabotki ugley i effektivnost' proizvodstva i ispol'zovaniya poluchayemoy na ikh osnove produktsii [Economic evaluation of coal processing technologies and production efficiency and use of products derived from them]. *Khimiya tverdogo topliva – Solid fuel chemistry*, 2005, No. 3, pp. 71-82. (In Russ.).

11. Shargut Ya. & Petella R. Eksergiya [Exergy]. Moscow, Energiya Publ., 1968, 280 p. (In Russ.).

12. Ilin S.A., Kovalenko V.S., Pastikhin D.V. Dalniy Vostok Rossii: prodvizhenie otkrytykh gornykh rabot [Russian Far East: advancing of open-cast mining]. *Gornyy Zhurnal – Mining Journal*, 2013, No. 5, pp. 77-84. (In Russ.).

For citation

Shteincaig M.R. Improving the efficiency of using the resource base of the Svobodnensky deposit of high bituminous brown coal due to the creation of small-tonnage coal chemistry enterprises in the Amur Region. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 62-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-62-67.

Paper info

Received August 20, 2019

Reviewed November 6, 2019

Accepted December 20, 2019

SUBSOIL USE

О создании федерального центра дистанционного мониторинга экологии горного производства в угледобывающей отрасли

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-68-72>

ЗЕНЬКОВ И.В.,

доктор техн. наук, Заслуженный эколог РФ,
профессор, магистрант
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
профессор ФГБУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнёва», инженер ИВТ СО РАН,
660041, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

МОРИН А.С.,

доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

БРОВИНА Т.А.,

старший преподаватель
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

КОНДРАШОВ П.М.,

канд. техн. наук, заведующий кафедрой
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Е.В.,

канд. техн. наук, доцент
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

ФЕДОРОВ А.Б.,

канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

ПАВЛОВА П.Л.,

канд. техн. наук, старший преподаватель
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

ВОКИН В.Н.,

канд. техн. наук, профессор
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

ВЕРЕТЕНОВА Т.А.,

доцент ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

БРЕЖНЕВ Р.В.,

канд. техн. наук, доцент ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет», 660041, г. Красноярск, Россия

В статье раскрываются сущность, цель и задачи создания федерального центра по дистанционному мониторингу экологического состояния земель, нарушенных в ходе разработки угольных месторождений открытым способом. Информация, вырабатываемая федеральным центром, предназначена угольным разрезам для принятия управленческих решений при реализации природоохранной деятельности, а также для правоохранительных и надзорных органов.

Ключевые слова: открытые горные работы, угольные разрезы, дистанционный мониторинг, дистанционное зондирование Земли, федеральный центр дистанционного мониторинга, природоохранные мероприятия, охрана окружающей среды, восстановление экосистемы.

Для цитирования: О создании федерального центра дистанционного мониторинга экологии горного производства в угледобывающей отрасли / И.В. Зеньков, А.С. Морин, Т.А. Бровина и др. // Уголь. 2020. № 2. С. 68-72. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-68-72.

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая безопасность Российской Федерации является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны в долгосрочной перспективе, важнейшей составляющей демографической политики, необходимым условием реализации стратегического национального приоритета – повышения качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких экологических стандартов жизнеобеспечения [1]. Самое пристальное внимание в ходе проведения экологической политики, прежде всего, должно быть направлено на промышленные территории с большой техногенной нагрузкой, и в частности, на угледобывающие регионы [1]. Как известно, к таким территориям относятся регионы с масштабной разработкой открытым способом угольных месторождений (Кузбасс, Красноярский край, Республика Хакасия, Иркутская область и др.), где в границах разрабатываемых месторождений происходит полная трансформация природной экосистемы в горнопромышленные ландшафты [2, 3, 4].

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЦЕНТРА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

На федеральном уровне одной из важнейших задач Правительства РФ является организация мониторинга экологического состояния территорий с горными работами как элемента экологической безопасности и контроль за реализацией мер по ее обеспечению. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации во взаимодействии с федеральными органами государственной власти должны с учетом региональных особенностей реализовывать единую государственную экономическую политику в области обеспечения экологической безопасности, способствовать ведению мониторинга состояния промышленной экологии на своих территориях.

В области организации и управления обеспечением экологической безопасности необходимо осуществлять мониторинг, прогнозирование и контроль состояния нарушенных земель, атмосферного воздуха, сформировать государственные информационные ресурсы в сфере обеспечения экологической безопасности. Основные положения Экологической программы РФ должны быть отражены в Государственной автоматизированной системе управления в сфере недропользования. Предлагается выделить в «Программе...» [1] подпрограмму «Экология угледобывающего производства», предполагающую осуществление следующих основных мероприятий:

- создание системы автоматизированного ведения паспортов предприятий, разрабатывающих угольные месторождения открытым способом, на основе результатов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- создание системы оперативного мониторинга комплекса показателей экологии горного производства;
- создание системы анализа угроз и рисков проведения мероприятий природоохранной деятельности, обеспечения экологической безопасности, выработки прогнозов, решений и рекомендаций в сфере управления этой деятельностью;
- обеспечение государственной поддержки дистанционного мониторинга земель, нарушенных в ходе масштабной разработки угольных месторождений.

В связи с большой географической дисперсией объектов открытой угледобычи на территории России оценивать состояние экологии горного производства на этой территории предлагается путем создания федерального центра дистанционного мониторинга экологии земель, нарушенных в ходе недропользования, а также качества атмосферного воздуха. Предлагается вменить в обязанности федерального центра выработку информации экологического характера для предприятий недропользования, а также предоставление информации в природоохранные и надзорные органы для принятия ими управленческих решений. Параллельно с этим считаем целесообразным создание филиалов федерального центра в регионах.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЦЕНТРА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

При формировании информационной базы по предприятиям угледобычи в каркас информационной системы в обязательном порядке должны быть включены блоки, в которых отражаются: результаты работ по горнотехнической рекультивации, проводимой горнодобывающими предприятиями (факт и объем снятия почвенного слоя); результаты работ по биологической рекультивации, наличие или отсутствие процессов самовосстановления растительной экосистемы; эффективность протекания этих процессов и др. Производится дистанционный мониторинг степени влияния загрязнения воздушного бассейна при работе горных и транспортных машин, проведении взрывных работ на загрязнение рекультивированных земель.

Дистанционный мониторинг выполняют в два этапа: на первом (подготовительном) этапе на космоснимках выделяют объекты горнопромышленных ландшафтов (карьеры, породные отвалы, хранилища отходов обогащения угля) для проведения на их поверхности мониторинга с прорисовкой их границ, определяют площади каждого объекта горнопромышленного ландшафта. На втором этапе по результатам дешифрирования космоснимков определяют классы ландшафта – участки без растительного покрова, техногенные водоемы, вскрытые или отработанные угольные пласты, участки с растительным покровом. Подбирают космоснимки из ретроспективного периода с длиной лага 20-25 лет. Проводят дешифрирование поверхностей исследуемых объектов.

Предлагаемая блок-схема информационных потоков в мониторинге экологического состояния горного производства в угледобывающих регионах с консолидацией информации на федеральном уровне для принятия управленческих решений представлена на рисунке.

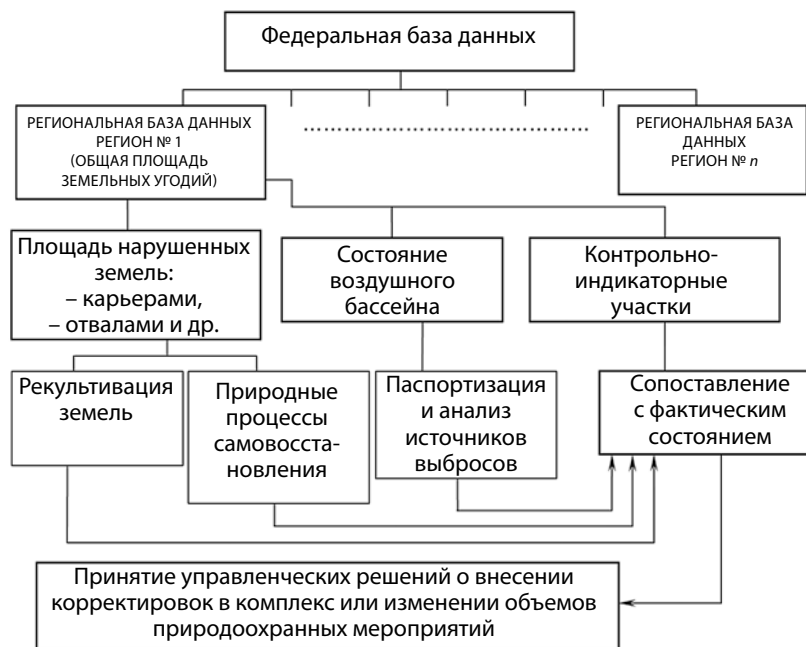


Схема информационных потоков в трехуровневом мониторинге экологии угледобывающего производства с использованием информации дистанционного зондирования

Создание федерального центра ДЗЗ решает ряд задач. Главная задача деятельности центра ДЗЗ – всестороннее содействие сохранению и восстановлению биоразнообразия на землях, нарушенных в ходе производства открытых горных работ на угольных месторождениях. Вторая задача – оценка восстановления растительного покрова как за счет производства работ по рекультивации земель, так и за счет действия природных факторов самовосстановления. Результаты оценки передаются угледобывающим предприятиям. Третья задача – контрольная с позиции правоведения – передача информации в надзорные органы. Четвертая задача – контроль за воздухом, оценка эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу и оценка ее влияния на загрязнение земель. Решение еще одной задачи направлено на совершенствование доступности системы информационного обеспечения состояния экологии для населения, проживающего в угледобывающих регионах.

Вышесказанное позволяет выделить основной субъект в мониторинге – угледобывающее предприятие, экологические показатели и характеристики которого выступают основой для формируемой информационной базы со всесторонним охватом наиболее значимых показателей для внесения предложений, поправок и дополнений в перечень осуществляемых природоохранных мероприятий.

В обрабатываемых информационных потоках и данных формируют таблицы, описывающие многомерные массивы однородных элементов: показатели исследуемых объектов (площадь, наличие или отсутствие почвенного слоя на поверхности объектов и тому подобное), фактографические данные (продуктивность травянистого покрова, состояние древостоя и тому подобное). На первом этапе работы задачи этого класса предлагаем решать путем создания специальных таблиц в формате .xls, которые заполняются специалистами центра ДЗЗ и пересылаются по электронной почте на сервер угледобывающей компании (предприятия), где администратор импортирует полученные данные в свою базу. Для исправления ошибок в получаемых данных предусмотрен Web-интерфейс редактирования.

Для удобства пользователя информационной системой, формируемой по результатам ДЗЗ, создана форма «Карточка объекта горнопромышленного ландшафта», отражающая накапливающуюся в базе данных информацию о состоянии формируемой растительной экосистемы на поверхности объектов. В ходе обработки и дешифрирования космоснимков, поступающих из космоса в хранилище информации об экологическом состоянии исследуемых объектов, применяют как стандартные пакеты ПО, так и адаптированное программное обеспечение. В качестве моделей, описывающих результаты природоохранной деятельности угледобывающего предприятия, предлагаем применить рейтинговые (интегральные) оценки. Это открывает возможность для более качественного комплексного анализа, поскольку исследуемые объекты оцениваются с различных сторон. С помощью интегрального показателя вся совокупность экологических показателей разбивается на несколько групп по степени проявления анализируемых свойств. Параллельно проводится ранжирование внутри каждой группы.

В качестве методической основы для построения рейтингов используется метод «эталонного объекта горнопромышленного ландшафта», построенный на практическом применении известного в математической статистике приема, оперирующего формулой среднеквадратического отклонения для определения степени разброса анализируемых величин (количественные и качественные оценки экологических показателей) от некоторого базисного ориентира. Таким образом, определяется «расстояние» от каждого объекта в исследуемой совокупности до объекта эталонного. Степень близости каждого отдельного предприятия к эталонному и определяет его место в рейтинге.

Применительно к действующим угледобывающим предприятиям данный подход может быть реализован пошагово, в следующей логической последовательности. В регионе со схожими природно-климатическими характеристиками рассматриваются N объектов, подлежащих рейтинговому ранжированию. После соответствующей идентификации характеристик из всех значений выбирается наилучшее, которое характеризует условно-эталонный объект, где получены наиболее приемлемые экологические показатели восстановления экосистемы. Исходные показатели для каждого объекта горнопромышленного ландшафта стандартизируются по отношению к условно-эталонному объекту по известным формулам. Далее для каждого объекта, на поверхности которого проводится дистанционный мониторинг, определяется величина среднеквадратического отклонения всех его показателей от условно-эталонных значений, которая и берется в основу формируемой рейтинговой оценки. Таким образом, можно делать заключение о необходимости корректировки масштабов природоохранных мероприятий на объектах, экологические показатели которых в значительной степени отличаются в меньшую сторону от аналогичных показателей условно-эталонного объекта.

Использование ГИС-инструментария позволяет осуществлять анализ экологического состояния земель, нарушенных горными работами, и открывает новые возможности построения специализированных тематических карт с нанесением классов ландшафтов, в том числе видов растительного покрова, их площадей и границ на исследуемых объектах.

Подготовка к внедрению вышеописанных технологий и принятие квалифицированного решения об инвестициях в мероприятия по охране окружающей среды (ООС) любого угледобывающего предприятия предполагают наличие:

- четко обозначенных краткосрочных и стратегических целей внедрения инновационных технологий в области ООС;
- персонала, прошедшего подготовку в области ООС;
- детального описания существующих процессов в технологиях проведения мероприятий по ООС и их просмотра в зависимости от приоритетных целей (известные принципы реинжиниринга бизнес-процессов);
- сравнительного анализа существующего на предприятии положения, связанного с состоянием аппаратного и программного обеспечения, применяющимися протоколами, стандартами и подобного для определения потребностей в инвестициях в природоохранные мероприятия на перспективу;

- разработки экологических требований к ресурсам проекта (какие материальные и человеческие ресурсы – качество, величина – и в какое время следует эти ресурсы оплачивать);

- возможности и понимания горнодобывающим предприятием своей миссии в области ООС.

Рекультивация земель зачастую является единственным фактором, определяющим восстановление растительной экосистемы на объектах горнопромышленного ландшафта. Поэтому все технологические процессы, начиная от подготовки продуктивной техногенной смеси для ее нанесения на поверхности породных отвалов и хранилищ отходов обогащения угля до выращивания саженцев для их высадки на рекультивируемые поверхности с последующим уходом за ними, являются ключевыми моментами при формировании вклада угледобывающего предприятия в сохранение биоразнообразия на землях, изъятых под нужды недропользования.

В этой ситуации цели и задачи управления природоохранной деятельностью угледобывающего предприятия могут быть достигнуты при использовании информационных технологий. На любом предприятии остро стоит проблема получения информации об адекватности проведенных природоохранных мероприятий, поскольку приоритетной является главная производственная цель – обеспечение максимально возможного объема добычи угля на месторождении. Поэтому работа федерального центра по мониторингу экологии угледобывающих производств позволит снабдить предприятия информацией о ходе восстановительных процессов, происходящих на рекультивированных объектах в ходе формирования экосистемы.

В конечном итоге использование информационных систем в управлении природоохранной деятельностью в формате угледобывающей промышленности позволит эффективно и оперативно разрабатывать проекты по экологизации нарушенных земель, выполняемых согласно Указу Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 [1]. Именно благодаря этим свойствам информационные системы, созданные на основе результатов дистанционного мониторинга, могут выступать в качестве эффективного инструментария оценки экологического состояния, то есть являться основой для принятия управленческих решений угледобывающими предприятиями в области ООС. С применением информационных систем в экологизации горных производств достигаются значимые конкурентные преимущества.

При вложении угледобывающим предприятием инвестиций в природоохранные мероприятия в распределении финансовых ресурсов прослеживаются два принципиально различающихся временных этапа. На первом этапе возможности информационных технологий должны обеспечить сокращение времени на выработку решения о первоочередности реализации тех или иных природоохранных мероприятий, то есть на понимание того обстоятельства, на каких предприятиях в регионе в первую очередь и с какой эффективностью должны быть реализованы инвестиции в ООС. На втором этапе главная цель природоохранной деятельности меняется и должна быть направлена на анализ достигнутого, определение результатов реализованных мероприятий по ООС, что может быть эффективно и быстро выполнено с привлечением ресурсов ДЗЗ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, отметим, что создание федерального центра дистанционного мониторинга в формате России позволит генерировать два вида информации: консультативного характера для угледобывающих предприятий и оценочного характера для природоохранных ведомств. Весьма важным фактором будет являться то обстоятельство, что вся информация, полученная в ходе дистанционного мониторинга, в полном объеме освобождена от субъективистских оценок.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».
2. Дистанционное зондирование в экологии топливно-энергетического комплекса России и стран Азии / И.В. Зеньков, Ю.П. Юронен, И.М. Барадудин и др. Красноярск: Издательство Сибирского федерального университета, 2016. 308 с.
3. Угольные разрезы России из космоса. Горные работы и экология нарушенных земель / И.В. Зеньков, В.В. Заяц, Б.Н. Нефедов и др. Красноярск: Издательство Сибирского федерального университета, 2017. 519 с.
4. Топливо-энергетический комплекс России из космоса / И.В. Зеньков, В.В. Коростовенко, В.А. Миронкин и др. Угольные разрезы, тепловые станции, промышленная экология. Красноярск: Издательство Сибирского Федерального университета, 2019. 616 с.

Original Paper

UDC 622.85:622.33:622.271:550.814 © Collective of authors, 2020
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 68-72
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-68-72>

Title

ABOUT THE CREATION OF A FEDERAL CENTER FOR REMOTE MONITORING OF THE ECOLOGY OF MINING IN THE COAL INDUSTRY

Authors

Zenkov I.V.^{1,2}, Morin A.S.¹, Brovina T.A.¹, Kondrashov P.M.¹, Kiryushina E.V.¹, Fedorov A.B.¹, Pavlova P.L.¹, Vokin V.N.¹, Veretenova T.A.¹, Brezhnev R.V.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

ECOLOGY

Authors' Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Merited Ecologist of the Russian Federation, Professor, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Morin A.S., Doctor of Engineering Sciences, Head of department

Brovina T.A., Senior lecturer

Kondrashov P.M., PhD (Engineering), Head of department

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

Fedorov A.B., PhD (Physical and mathematical), Associate Professor

Pavlova P.L., PhD (Engineering), Senior lecturer

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

Veretenova T.A., Associate Professor

Brezhnev R.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The paper reveals the essence, purpose and tasks of creating a federal center for remote monitoring of the ecological condition of lands disturbed during open pit mining of coal deposits. The information generated by the federal center is intended for coal mines for making managerial decisions in the implementation of environmental activities, as well as for law enforcement and regulatory authorities.

Keywords

Surface mining, Open-pit coal mines, Remote monitoring, Remote sensing of the Earth, Federal center for remote monitoring, Environmental measures, Environmental protection, Ecosystem restoration.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 19 aprelya 2017 g. N 176 "O Strategii ekologicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda"

[Decree of the President of the Russian Federation of April 19, 2017 No. 176 "On the Strategy for the Environmental Safety of the Russian Federation for the period until 2025"]. (In Russ.).

2. Zenkov I.V., Yuronen Yu.P., Baradulin I.M. et al. *Distantionnoye zondirovaniye v ekologii toplivno-energeticheskogo kompleksa Rossii i stran Azii* [Remote sensing in the ecology of the fuel and energy complex of Russia and Asian countries]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2016, 308 p. (In Russ.).

3. Zenkov I.V., Zayats V.V., Nefedov B.N. et al. *Ugol'nyye razrezy Rossii iz kosmosa. Gornyye raboty i ekologiya narushennykh zemel'* [Open-pit coal mines of Russia from space. Mining and ecology of disturbed lands]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2017, 519 p. (In Russ.).

4. Zenkov I.V., Korostovenko V.V., Mironkin V.A. et al. *Toplivno-energeticheskiy kompleks Rossii iz kosmosa* [Fuel and energy complex of Russia from space] / *Ugol'nyye razrezy, teplovyye stantsii, promyshlennaya ekologiya* [Coal mines, thermal stations, industrial ecology]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2019, 616 p. (In Russ.).

For citation

Zenkov I.V., Morin A.S., Brovina T.A. et al. About the creation of a federal center for remote monitoring of the ecology of mining in the coal industry. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 68-72. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-68-72.

Paper info

Received October 20, 2019

Reviewed November 16, 2019

Accepted December 20, 2019



СУЭК внедряет электронную систему предсменных осмотров

На предприятиях Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае идет внедрение электронной системы предсменных осмотров. Пилотными стали предприятия в г. Назарово – Назаровский разрез и Назаровское горно-монтажное наладочное управление (ГМНУ).

«Пять в одном» – именно столько исследований состояния организма одновременно проводит специальный роботизированный комплекс. Температура, артериальное давление, пульс, отсутствие алкогольного и наркотического опьянения – на выявление этих показателей у «электронного врача» уходит чуть больше минуты. Затем сотрудник получает заключение на бумажном носителе о допуске к работе либо о необходимости получить консультацию у врача.

Предсменный медицинский осмотр является обязательным на предприятиях СУЭК. Электронная система позволяет ускорить процесс освидетельствования персонала. При этом исключается человеческий фактор – фиксируются только объективные показания приборов. Кроме того, все данные осмотра фиксируются в формате «фото и видео» и хранятся в памяти умного устройства.

На Назаровском разрезе приступили к работе три таких комплекса, еще один запущен в ГМНУ. Назаровцы первыми среди коллег красноярских предприятий СУЭК получили подобные терминалы и уже провели их тестовые испытания.

«Комплексы оперативно решают важную задачу – на производственные объекты попадают только те, кто получил допуск и не имеет медицинских противопоказаний, – комментирует заведующая ведомственным здравпунктом ООО «МСЧ Угольщик» Галина Гайзулина, – что имеет важнейшее значение с точки зрения сохранения жизни и здоровья не только работника, но и его товарищей, и всего коллектива».

Добавим, приобретение электронных комплексов является частью комплексной программы СУЭК по сохранению здоровья сотрудников и повышению безопасности производства. Благодаря такой работе уровень производственного травматизма в СУЭК с 2006 г. снижен в 6,5 раза; показатель LTIFR (Lost Time Injury Frequency Ratio – коэффициент частоты несчастных случаев, принятый в мировой практике как основной индикатор эффективности компании в области охраны труда и ПБ) уменьшен в 4 раза.

Результаты экспериментальных исследований работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-73-78>

В статье представлены результаты научных и экспериментальных исследований авторов по установлению оптимальных параметров режима работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания, предназначенного для снижения загрязнения окружающей среды крупных городов и промышленных карьеров. Приведены описание и схема экспериментального устройства, реализующего принцип работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта, порядок проведения эксперимента и обработка экспериментальных данных с определением необходимых показателей для определения параметров и режимов работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта в зависимости от параметров ультразвукового генератора, объема емкости.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, отработавшие газы, стоячая волна, ультразвуковая очистка, коагуляция, емкостное оборудование, эксперимент, коэффициент коагуляции.

Для цитирования: Результаты экспериментальных исследований работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, И.А. Пак, И.А. Кадырова, Б.Ш. Аскарров // Уголь. 2020. № 2. С. 73-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-73-78

ВВЕДЕНИЕ

В промышленных карьерах и крупных городах с большим транспортным потоком остро стоит вопрос загазованности выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания транспортных средств. В зоне автобусных остановок, где наблюдается большое скопление транспортных средств общего пользования, в рабочей зоне промышленных карьеров происходит наиболее интенсивное загрязнение воздуха продуктами сгорания, и, соответственно, фиксируется наибольшая концентрация токсичных и загрязняющих компонентов отработавших газов, что негативно сказывается на здоровье людей. Значительная часть карьерного автотранспорта и городских автобусов оснащена дизельными двигателями, основным токсичным компонентом выхлопных газов которых являются окислы азота и загрязняющим компонентом – сажа,

ИБАТОВ М.К.

Доктор техн. наук,
профессор, ректор КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: atkstu@mail.ru

КАДЫРОВ А.С.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры «Транспортная
техника и логистические системы» КарГТУ,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: irina.adilevna@gmail.com

ПАК И.А.

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

КАДЫРОВА И.А.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
НИЦ Карагандинского государственного
медицинского университета,
100000, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: irina.adilevna@gmail.com

АСКАРОВ Б.Ш.

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

содержащая канцерогенное вещество бензпирен [1]. Кроме того, твердые частицы сажи размером менее 2,5 мкм и особенно ультрадисперсные твердые частицы могут вызывать у людей не только бронхо-легочные, но и неврологические заболевания, включая мигрень, головную боль, церебро-сердечный инсульт, болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона и другие формы деменции [2, 3].

Наибольший выброс сажи происходит во время запуска, прогрева двигателя [4, 5] и при увеличении нагрузки на двигатель, например при трогании с места, разгоне, движении на подъем из-за поступления большего количества топлива, способствующего неравномерному микрораспределению его по объему камеры сгорания. Часть топлива сгорает сразу же после испарения с поверхности капель и повышает степень концентрации сажи в отработавших газах [6].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Для снижения концентрации токсичных и загрязняющих веществ предлагается оснащение карьерного автотранспорта и маршрутных автобусов разработанным емкостным оборудованием ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта циклического действия, представляющее собой емкость с вмонтированными в нее ультразвуковым генератором и излучателем. При разработке оборудования были использованы полученные патенты [7, 8]. Схема подключения емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта представлена на рис. 1.

Оборудование работает в активном и пассивном режимах. В пассивном режиме клапаны 3 и 4 пропускают отработавший газ от резонатора 2 к глушителю 5, минуя накопительную емкость оборудования. Во время прогрева двигателя, движении на подъем, при разгоне или подъезде транспортного средства к остановке устройство переключается в активный режим – впускной клапан 3 переводится в режим наполнения емкости, выпускной клапан устройства 4 перекрывает выпуск из накопительной емкости, и газ накапливается в емкости б, т.е. происходит временная изоляция выхлопных газов от выброса в ат-

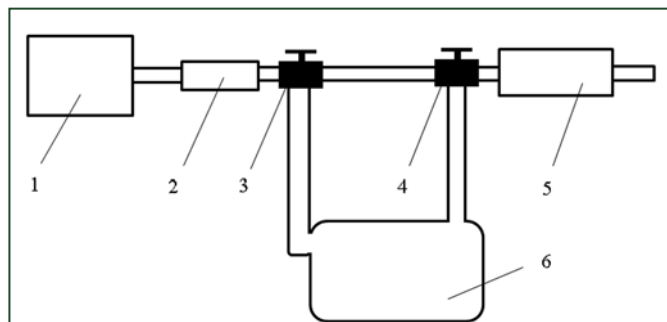


Рис. 1. Схема установки емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта: 1 – двигатель; 2 – резонатор; 3 – впускной клапан; 4 – выпускной клапан; 5 – глушитель; 6 – емкостное оборудование ультразвуковой очистки
 Fig. 1. Installation diagram of capacitive equipment for ultrasonic cleaning of wasted gases of vehicles: 1 – engine; 2 – resonator; 3 – inlet valve; 4 – exhaust valve; 5 – a muffler; 6 – capacitive equipment for ultrasonic cleaning

мосферу на период остановки и некоторого времени после трогания с места. В тот же самый момент включается ультразвуковое устройство, и в емкости происходит ультразвуковая коагуляция частиц сажи, сопровождающаяся их утяжелением и осаживанием. Через заданный промежуток времени, например при отдалении автобуса от остановки на достаточное расстояние или по достижении определенного давления в емкости, устанавливаемого критическим режимом заполнения, выпускной клапан открывается, и происходит выпуск очищенного отработавшего газа через глушитель 5 и какое-либо фильтрующее устройство в атмосферу.

Время заполнения емкости, ее объем и прочностные характеристики определены в работе [9].

Процесс коагуляции ускоряется при воздействии ультразвука, который оказывает диспергирующее действие на эмульсии и жидкие золи, а на аэрозоли (дым, туман, пыль) оказывает коагулирующее действие.

Эффективность процесса коагуляции увеличивается при возникновении стоячей волны. Стоячие волны являются частным случаем интерференции. При этом происходит распространение двух одинаковых волн в противоположных направлениях. На рис. 2 изображена схема возникновения стоячих волн.

Колебания, действующие в двух направлениях, имеют следующие выражения перемещения частиц относительно состояния покоя [10, 11]:

$$a_1 = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right); \tag{1}$$

$$a_2 = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right), \tag{2}$$

где a_1 и a_2 – соответственно смещение частиц при действии правой и левой волны от состояния покоя; A – амплитуда колебаний; t – время; T – период колебаний; x – направление (координата) распространения колебаний; λ – длина волны.

Результирующее для стоячей волны выражение получим, сложив два уравнения перемещения:

$$a_{\Sigma} = 2A \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \frac{2\pi t}{T}. \tag{3}$$

Результирующее колебание (см. рис. 2) обладает той же длиной волны, но не перемещается в пространстве (стоячая волна) через каждую половину волны ($\lambda/2$), колебания отсутствуют (узлы); посередине располагаются точки пучности.

Давление P в стоячей волне пропорционально смещению и содержит узлы и пучности. При этом положение узлов давления совпадает с положением узлов пучности и, наоборот (рис. 3).

Амплитуда давления вдвое превосходит эту величину для одиночной волны. Для частиц газа разного размера возникает определенная частота колебаний. Вначале частицы следуют за движением газа между пучностями и узлами, при этом слипаясь и увеличиваясь в размерах. После этого частицы увеличиваются за счет хаотических колебаний.

Выхлопной газ состоит из частиц разных размеров. В зависимости от их величины и частоты колебаний частицы могут следовать за звуковыми колебаниями и

коагулировать. Первый процесс происходит при низких частотах колебаний. При повышении частоты колебаний существует оптимальный отрезок частот, при котором частицы различной величины имеют разную амплитуду, сталкиваются друг с другом и коагулируют. Такого рода коагуляция называется ортокинетической. При повышении частоты коагуляция становится гидродинамической и осуществляется за счет трения. Этот процесс описывается уравнениями Бьеркнеса [10, 11, 12, 13]. Степень участия частицы в звуковых колебаниях в случае стоячей звуковой волны связана с частотой колебаний, радиусом частицы и вязкостью среды и описывается следующим соотношением [10, 11, 12]:

$$\frac{U_q}{U_r} = \frac{1}{[(4\pi\rho r^2 f / 9\eta)^2 + 1]^{1/2}}, \quad (4)$$

где U_q , U_r – соответственно амплитуды колебаний частицы и газа; ρ – плотность частицы; r – радиус частицы; f – частота колебаний газа под действием ультразвука; η – динамическая вязкость.

Это уравнение получено из закона Стокса [10, 11, 12, 13] и отражает гидродинамическую коагуляцию. Отношение амплитуд будет тем меньше, чем выше частота и больше радиус частиц. Поэтому, в зависимости от степени участия частицы в колебаниях газа, определяющей является величина $r^2 f$. Принято коэффициент увлечения определять выражением:

$$Z = \frac{\rho r^2 f}{\eta}. \quad (5)$$

Процесс коагуляции для предлагаемого нами устройства описывается следующими зависимостями.

При включении ультразвукового генератора: $t = 0$; $PV = const$; $P = const$; $V = const$; $\rho = const$; $m = m_0$, где t – время; P – давление; V – объем; ρ – плотность; m – масса; m_0 – начальная масса.

При работе ультразвукового генератора: $t > 0$; $V = const$; $P = \tilde{P}(\rho, m)$; $m = \tilde{m}(t)$.

В качестве модели коагуляции принята зависимость кинетики коагуляции, описываемая экспоненциальной зависимостью [14]:

$$n = n_0 \exp(-kt), \quad (6)$$

где n и n_0 – счетные концентрации частиц газа, соответственно, текущие и в начальный момент; k – коэффициент коагуляции.

Сделаем предположение, что средняя концентрация молекул газа и сажи прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна занимаемому объему. Тогда общая масса в емкости будет складываться из массы газа (m_r) и массы сажи (m_c).

$$m_0 = nm_r + (1 - n)m_c \quad (7)$$

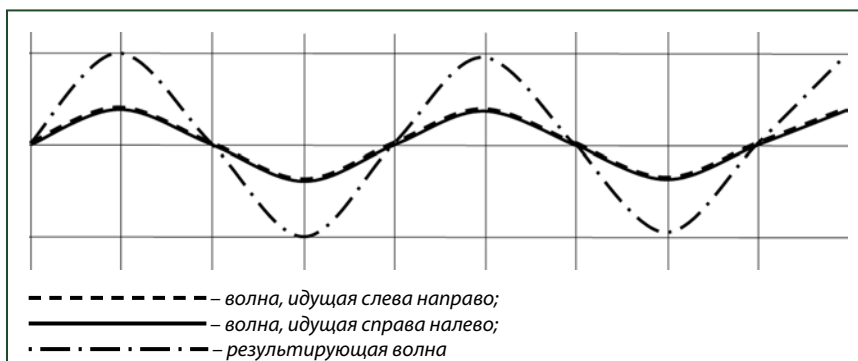


Рис. 2. Образование стоячих волн
Fig. 2. The formation of standing waves

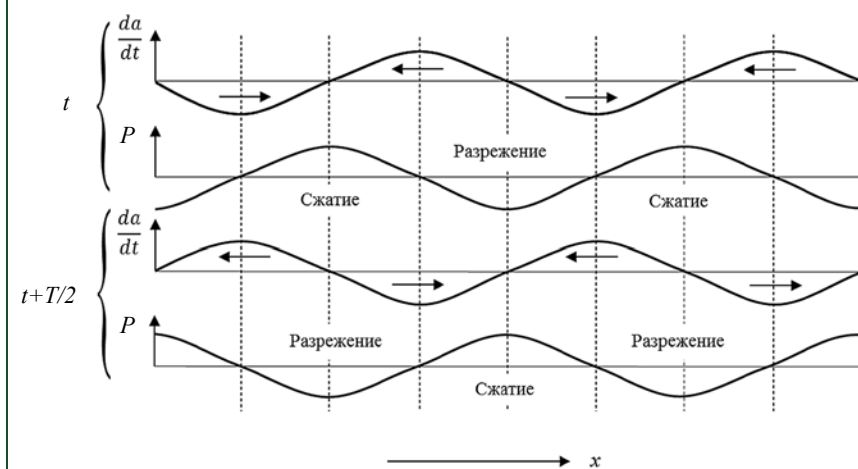


Рис. 3. Распределение скоростей da/dt и давлений P в стоячей звуковой волне
Fig. 3. Distribution of velocities da/dt and pressures P in a standing sound wave

Исходя из уравнений (6) и (7), получим:

$$\frac{m_r}{V} = \frac{m_0}{V} e^{-kt}. \quad (8)$$

Так как $m_c = m_0 - m_r$, то:

$$m_c = m_0 - m_0 e^{-kt} = m_0(1 - e^{-kt}). \quad (9)$$

Определим давление в зависимости от массы как:

$$P = \frac{mg}{S},$$

где S – площадь.

С учетом массы газа

$$P = \frac{m_0 e^{-kt}}{S} g.$$

Плотность газа и сажи с учетом их объемов будет равна:

$$P_r = \frac{m_0 e^{-kt}}{V}; \quad \rho_c = \frac{m_0(1 - e^{-kt})}{V_c}.$$

Величина коэффициента увеличения определится выражением

$$Z = \frac{m_0 e^{-kt} r^2 f}{\eta}. \quad (10)$$

Полученные зависимости позволяют производить расчет режима работы установки. Однако для этого необходимо определить экспериментальным путем величину коэффициента коагуляции k .

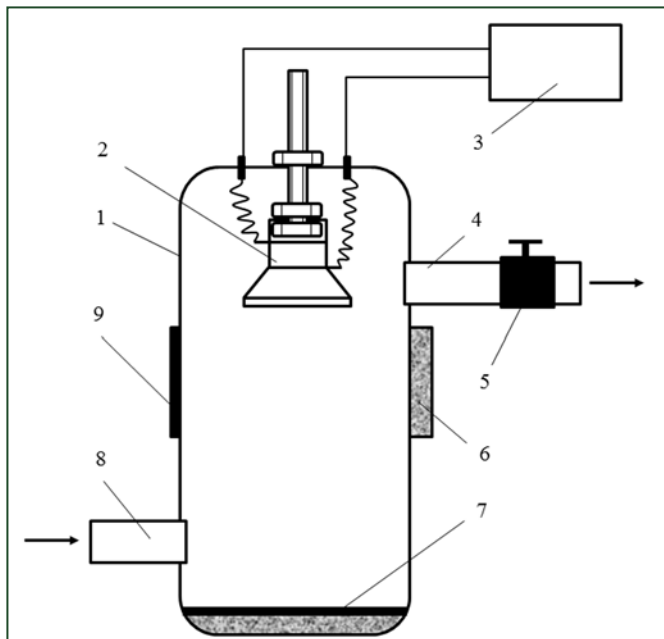


Рис. 4. Экспериментальное устройство ультразвуковой очистки выхлопных газов: 1 – светопропускающая емкость; 2 – ультразвуковой излучатель; 3 – ультразвуковой генератор; 4 – выпускной патрубок; 5 – вентиль; 6 – источник света; 7 – отражатель ультразвуковых волн; 8 – впускной патрубок; 9 – люксметр

Fig. 4. The experimental device for ultrasonic cleaning of exhaust gases: 1 – light transmitting capacity; 2 – an ultrasonic emitter; 3 – ultrasonic generator; 4 – exhaust pipe; 5 – valve; 6 – light source; 7 – reflector of ultrasonic waves; 8 – inlet pipe; 9 – light meter

Для проведения экспериментов нами было создано экспериментальное устройство ультразвуковой очистки выхлопных газов (рис. 4), состоящее из светопропускающей емкости 1, впускного 8 и выпускного 4 патрубка с вентилем 5, ультразвукового излучателя 2 и ультразвукового генератора 3, отражателя ультразвуковых волн 7.

Наиболее эффективными частотами ультразвуковых волн для процесса коагуляции сажевых частиц выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания является диапазон частот от 15 до 30 кГц [10, 11]. Частота ультразвукового генератора экспериментального устройства – 28 кГц, мощность излучения – 100 Вт.

Устройство наполняется отработавшим газом через впускной патрубок 8, который в свою очередь присоединяется к выхлопной трубе автомобиля. На выпускном патрубке 4 установлен вентиль 5, который перекрывается после наполнения установки отработавшим газом. Под действием ультразвуковых волн, создаваемых ультразвуковым генератором 3 и излучателем 2, в выхлопном газе интенсифицируются процессы коагуляции сажевых частиц, в результате чего частицы сажи укрупняются в размерах и массе и оседают на поверхности отражателя ультразвуковых волн 7. Очищенный выхлопной газ выходит в атмосферу через выпускной патрубок 4 после открытия вентиля 5.

Прозрачность внутренней среды устройства зависит от концентрации сажевых частиц. Изменение прозрачности говорит об изменении концентрации сажи в отработав-

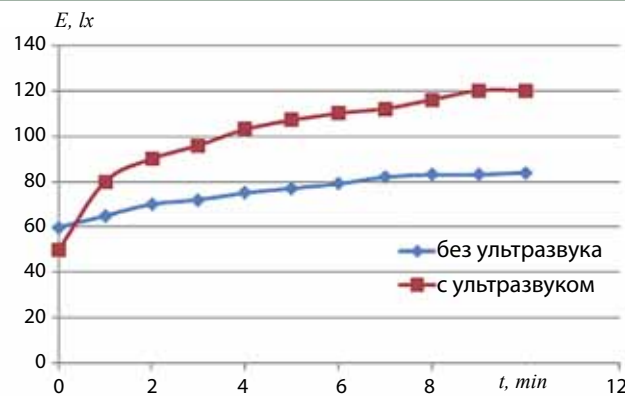


Рис. 5. Зависимость показателя освещенности от времени осаждения

Fig. 5. The dependence of the indicator of illumination from the time of deposition

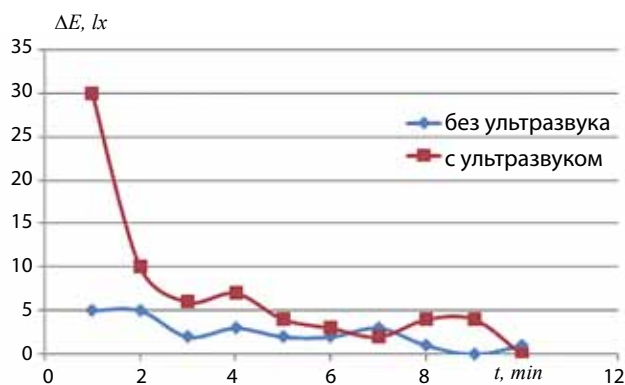


Рис. 6. Зависимость показателя изменения освещенности от времени осаждения

Fig. 6. The dependence of the rate of change of illumination on the time of deposition

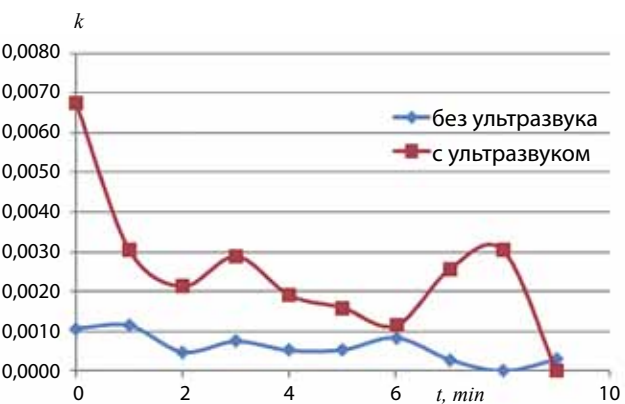


Рис. 7. Зависимость показателя коэффициента коагуляции от времени осаждения

Fig. 7. The dependence of the coefficient of coagulation coefficient on the time of deposition

шем газе, обусловливаемым осаждением частиц сажи на дно устройства. Таким образом, изменение прозрачности прямо пропорционально коэффициенту k . Зафиксировать изменение прозрачности можно при помощи прибора, реагирующего на изменение освещенности, например люксметра, и источника света, расположив их на противоположных сторонах устройства.

Результаты экспериментов

Минуты	Показатель освещенности, E, lx		Изменение освещенности, $\Delta E, lx$		Степень прозрачности, α		Степень поглощения светового потока, β		Коэффициент коагуляции, k	
	без ультразвука	с ультразвуком	без ультразвука	с ультразвуком	без ультразвука	с ультразвуком	без ультразвука	с ультразвуком	без ультразвука	с ультразвуком
0	60	50	–	–	0,429	0,357	0,571	0,643	0,0011	0,0068
1	65	80	5	30	0,464	0,571	0,536	0,429	0,0011	0,0030
2	70	90	5	10	0,500	0,643	0,500	0,357	0,0005	0,0021
3	72	96	2	6	0,514	0,686	0,486	0,314	0,0008	0,0029
4	75	103	3	7	0,536	0,736	0,464	0,264	0,0005	0,0019
5	77	107	2	4	0,550	0,764	0,450	0,236	0,0005	0,0016
6	79	110	2	3	0,564	0,786	0,436	0,214	0,0008	0,0011
7	82	112	3	2	0,586	0,800	0,414	0,200	0,0003	0,0026
8	83	116	1	4	0,593	0,829	0,407	0,171	0,0000	0,0030
9	83	120	0	4	0,593	0,857	0,407	0,143	0,0003	0,0000
10	84	120	1	0	0,600	0,857	0,400	0,143	–	–

При постоянстве светового потока освещенность, измеряемая прибором, зависит от степени прозрачности, которая в свою очередь определяется концентрацией сажевых частиц в отработавшем газе внутри установки. Для проведения эксперимента использовался люксметр 9 (см. рис. 4). На противоположной стороне был закреплен источник света б. Вся конструкция была помещена в светонепроницаемый короб для устранения влияния изменения внешнего освещения на результаты.

Эксперименты проводились следующим образом. Устройство заполнялось отработавшим газом до снижения измеряемой освещенности со 140 до 50-60 lx. Снятие показаний производилось с периодичностью 1 мин. в течение 10 мин. без включения ультразвукового генератора, и затем проводился аналогичный эксперимент с включенным ультразвуковым генератором.

Степень прозрачности α в i -й промежуток времени определим отношением показателя освещенности E после закачки газа к показателю освещенности до закачки газа – 140lx.

$$\alpha_i = \frac{E_i}{140}, \tag{11}$$

где $i = 0 \dots 10$.

Для определения коэффициента коагуляции используем формулу (6), допуская, что n и n_0 – счетные концентрации частиц газа, соответственно текущие и в начальный момент, пропорциональны степени поглощения светового потока β , определяемого как:

$$\beta_i = 1 - \alpha_i. \tag{12}$$

Тогда коэффициент коагуляции определяется по формуле:

$$k_i = -\frac{\ln \frac{\beta_{i+1}}{\beta_i}}{t}, \tag{13}$$

где $i = 0 \dots 9$; t – промежуток времени между снятиями показаний, с, $t = 60$ с.

Результаты экспериментов и расчетов приведены в таблице.

Построены графики зависимости показателя освещенности E (рис. 5), изменения освещенности ΔE (рис. 6) и коэффициента коагуляции k от времени осаждения (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют использовать зависимости (7, 8, 9, 10, 13) для определения параметров и режимов работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта в зависимости от параметров ультразвукового генератора, объема емкости путем выбора по графикам.

Список литературы

1. Kalender S.S. (2019) Air Pollution Prevention Technologies. In: Hussain C. (eds) Handbook of Environmental Materials Management. Springer, Cham.
2. Bandyopadhyay A. Neurological Disorders from Ambient (Urban) Air Pollution Emphasizing UFPM and PM_{2.5} // Current Pollution Reports. 2016. Vol. 2. P. 203-211. DOI: 10.1007/s40726-016-0039-z.
3. Kheirbek I., Haney J., Douglas S. et al. The contribution of motor vehicle emissions to ambient fine particulate matter public health impacts in New York City: a health burden assessment // Environmental Health, 2016, Vol. 15 (89). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0172-6>.
4. Shamim T. Effect of engine exhaust gas modulation on the cold start emissions // International Journal of Automotive Technology. 2011. Vol. 12. No. 4, P. 475–487.
5. Ложкин В.Н., Шульгин В.В., Максимов М.А. О моделировании систем очистки отработавших газов ДВС с использованием нейтрализаторов и тепловых аккумуляторов фазового перехода // Технико-технологические проблемы сервиса. 2011. № 3.
6. Ерохов В.И. Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу): учебник. М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2017. 448 с.
7. Устройство для ультразвуковой очистки выхлопных газов / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, О.Т. Балабаев, Б.Ш. Аскарлов, И.А. Пак. Пат. 3194 РК; заявл. 20.12.2017; опубл. 02.10.2018.
8. Устройство для изоляции отработавших газов / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, И.А. Пак, Б.Ш. Аскарлов. Пат. 26623 РК; заявл. 27.04.2012; опубл. 25.12.2012, бюл. № 12.
9. Основные результаты экспериментальных исследований изоляции отработавших газов ДВС карьерных тепловозов / М.К. Ибатов, С.Б. Алиев, О.Т. Балабаев, Б.Ш. Аскарлов // Уголь. 2019. № 7. С. 28-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-28-30.

10. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова и др. Бийск: Издательство АлтГТУ, 2010. 241 с.

11. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / пер. с нем. В.С. Григорьев, Л.Д. Розенберг. М.: Издательство Иностранной литературы, 1957. 726 с.

12. Радж Балдев, Раджендран В., Паланичами П. Применение ультразвука. М: Техносфера, 2006. 576 с.

13. Gallego-Juarez J.A., Graff K.F. Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound. Elsevier, 2014. 1166 p.

14. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии. М.: Химия, 1990. 208 с.

Original Paper

UDC 621.43.068.4 © M.K. Ibatov, A.S. Kadyrov, I.A. Pak, I.A. Kadyrova, B.Sh. Askarov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 73-78
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-73-78>

Title

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE CAPACITIVE EQUIPMENT OF ULTRASONIC CLEANING OF EXHAUST GASES OF VEHICLES

Authors

Ibatov M.K.¹, Kadyrov A.S.¹, Pak I.A.¹, Kadyrova I.A.², Askarov B.Sh.¹

¹Karaganda State Technical University, Karaganda, 100000, Republic of Kazakhstan

²Karaganda State Medical University, Karaganda, 100000, Republic of Kazakhstan

Authors' Information

Ibatov M.K., Doctor of Engineering Sciences, Professor, rector, e-mail: atkstu@mail.ru

Kadyrov A.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Transport engineering and logistics systems department, e-mail: irina.adilevna@gmail.com

Pak I.A., Doctoral candidate of Transport engineering and logistics systems department, e-mail: i.pak@mail.ru

Kadyrova I.A., PhD (Engineering), senior researcher of the Scientific and research center, e-mail: irina.adilevna@gmail.com

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

Abstract

The paper presents the results of scientific and experimental studies of the authors to establish the optimal parameters of the operating mode of capacitive equipment for ultrasonic cleaning of exhaust gases of internal combustion engines, designed to reduce environmental pollution of large cities and industrial quarries. The description and scheme of the experimental device that implements the principle of operation of capacitive equipment ultrasonic cleaning of exhaust gases of vehicles, the procedure of the experiment and experimental data processing with determination of appropriate indicators for determining the parameters and modes of operation of capacitive equipment ultrasonic cleaning exhaust gases depending on parameters of the ultrasonic generator, the volume of the container.

Keywords

Internal combustion engine, Exhaust gases, Standing wave, Ultrasonic cleaning, Coagulation, Capacitive equipment, Experiment, Coagulation coefficient.

References

- Kalender S.S. (2019) Air Pollution Prevention Technologies. In: Hussain C. (eds) Handbook of Environmental Materials Management. Springer, Cham
- Bandyopadhyay A. Neurological Disorders from Ambient (Urban) Air Pollution Emphasizing UFPM and PM_{2.5} // *Current Pollution Reports*, 2016, Vol. 2, pp. 203-211. DOI: [10.1007/s40726-016-0039-z](https://doi.org/10.1007/s40726-016-0039-z).
- Kheirbek I., Haney J., Douglas S. et al. The contribution of motor vehicle emissions to ambient fine particulate matter public health impacts in New York City: a health burden assessment. *Environmental Health*, 2016, Vol. 15 (89). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0172-6>.
- Shamim T. Effect of engine exhaust gas modulation on the cold start emissions. *International Journal of Automotive Technology*, 2011, Vol. 12, No. 4, pp. 475–487.
- Lozhkin V.N., Shulgin V.V. & Maksimov M.A. O modelirovaniy sistem ochistki otrabotavshikh gazov DVS s ispol'zovaniyem neytralizatorov i teplovykh ak-

kumulyatorov fazovogo perekhoda [On the simulation of ICE exhaust gas purification systems using phase-conversion neutralizers and heat accumulators]. *Tekhniko-tekhnologicheskiye problemy servisa – Technical and technological problems of service*, 2011, No. 3. (In Russ.).

6. Erokhov V.I. *Toksichnost' sovremennykh avtomobiley (metody i sredstva snizheniya vrednykh vybrosov v atmosferu)*: Uchebnik [Toxicity of modern cars (methods and means of reducing harmful emissions into the atmosphere): Textbook]. Moscow, FORUM; INFRA-M Publ., 2017, 448 p. (In Russ.).

7. Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Balabaev O.T., Askarov B.Sh. & Pak I.A. *Ustroystvo dlya ul'trazvukovoy ochistki vykhlopnykh gazov* [Device for ultrasonic cleaning of exhaust gases]. Pat. 3194 RK, claim 20.12.2017, publ. 02.10.2018.

8. Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Pak I.A. & Askarov B.Sh. *Ustroystvo dlya izolyatsii otrabotavshikh gazov* [Device for insulation of exhaust gases]. Pat. 26623 RK, claim. 27.04.2012, publ. 25.12.2012, Bul. No. 12.

9. Ibatov M.K., Aliev S.B., Balabayev O.T. & Askarov B.Sh. Osnovnyye rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy izolyatsii otrabotavshikh gazov DVS karyernykh teplovozov [Main results of experimental studies of open-pit mines diesel locomotive internal combustion engine isolation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 7, pp. 28-30. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2019-7-28-30](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2019-7-28-30).

10. Khmelev V.N., Shalunov A.V., Shalunova K.V. et al. *Ul'trazvukovaya koagulyatsiya aerorozoley* [Ultrasonic coagulation of aerosols]. Biysk, AltSTU Publ., 2010, 241 p. (In Russ.).

11. Bergman L. *Ul'trazvuk i yego primeneniye v nauke i tekhnike* [Ultrasound and its use in science and technology]. Translate from Germany V.S. Grigoriev & L.D. Rosenberg. Moscow, Publishing House of Foreign Literature, 1957, 726 p. (In Russ.).

12. Radzh Baldev, Radzhendran V. & Palanichami P. *Primeneniya ul'trazvuka* [Ultrasound Applications]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2006, 576 p. (In Russ.).

13. Gallego-Juarez J.A. & Graff K.F. Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound. Elsevier, 2014, 1166 p.

14. Kardashev G.A. *Fizicheskiye metody intensivifikatsii protsessov khimicheskoy tekhnologii* [Physical methods of intensification of chemical technology processes]. Moscow, Khimiya Publ., 1990, 208 p.

For citation

Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Pak I.A., Kadyrova I.A. & Askarov B.Sh. The results of experimental studies of the capacitive equipment of ultrasonic cleaning of exhaust gases of vehicles. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 73-78. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-2-73-78](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-73-78).

Paper info

Received October 3, 2019

Reviewed November 12, 2019

Accepted December 20, 2019

Повышение профессиональной компетентности руководителей горных работ – залог безопасного труда

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-79-82>

В статье концептуально раскрыты основные направления и применяемые методики повышения профессиональной компетентности специалистов, осуществляющих руководство горными работами. На практическом примере показана взаимосвязь данных мероприятий с вопросом повышения безопасности данных работ, исходя из условий горнодобывающей отрасли.

Ключевые слова: повышение профессиональной компетентности, методы обучения, безопасность работ, уровень освоения информации.

Для цитирования: Юнгблудт С.В., Ботвенко Л.А., Холодов П.П. Повышение профессиональной компетентности руководителей горных работ – залог безопасного труда // Уголь. 2020. № 2. С. 79-82. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-79-82.

ВВЕДЕНИЕ

Следует констатировать, что во многом стихийно сформировавшиеся в нашей стране рыночные отношения стали базовой основой и для всех процессов преобразования в отечественной горнодобывающей отрасли. И в связи с этим в настоящее время по всей горной отрасли достаточно динамично развивается как финансовый менеджмент и маркетинг, так и другие функциональные составляющие организационной структуры управления. Но при этом многие специалисты-практики сходятся во мнении, что отраслевой производственный менеджмент развит относительно слабо, функции управления в нем сводятся по большей степени к организации работ. Основные задачи производственного персонала на всех уровнях управления направлены преимущественно на достижение планов по добыче, в определенном смысле «любой ценой».

Отсюда грубые ошибки в оценке состояния опасного объекта, рисков принимаемых решений и, как следствие, неизбежные трагические результаты. Очевидно, что шахту необходимо рассматривать как совокупность опасных производственных объектов, объединенных в пространстве в единую технологическую инфраструктуру. Поэтому при оценке применяемой на шахте системы менеджмента необходимо использовать другие законы управления, чем это обычно принято в иных отраслях, особенно с учетом знаний проявления синергии объединенной технологической инфраструктуры, что на сегодня является недостаточно проработанной темой. Поэтому и должны

ЮНГБЛУДТ С.В.

Канд. экон. наук, доцент,
ректор ФГАОУ ДПО «КемРИПК
им. В.П. Романова»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kemripk@mail.ru

БОТВЕНКО Л.А.

Канд. тех. наук, доцент,
проректор по УМР ФГАОУ ДПО
«КемРИПК им. В.П. Романова»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kemripk@mail.ru

ХОЛОДОВ П.П.

Канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры «Менеджмент»
ФГАОУ ДПО «КемРИПК им. В.П. Романова»,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: hpp@yandex.ru

выдвигаться и достаточно жестко контролироваться особые, специфические требования к подготовке специалистов для работы в сфере горного производства.

МЕСТО И РОЛЬ ВОПРОСА ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ГОРНЫХ РАБОТ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Основным вопросом в существующей системе менеджмента является профессиональная компетентность работников шахты на всех уровнях управления. В общем плане оценка результатов обучения кадров как составного элемента системы менеджмента может проводиться по количеству полученной новой информации и по степени фактического использования полученных знаний в области управления риском и безопасностью.

Интегральным показателем эффекта образовательного и профессионального роста руководителей и персонала является сокращение негативных проявлений в области безопасности.

Ценность, или полезность человеческих ресурсов может возрастать (в результате обучения, приобретения нового

опыта и знаний) или убывать со временем и обладает способностью к амортизации точно так же, как любые долгосрочные инвестиции. Поэтому расходы на обучение должны, прежде всего, расцениваться на любом горном предприятии не как текущие издержки, а как составная часть стратегических инвестиций, призванных обеспечить будущее организации, ее долговременный и стабильный рост.

Повышение уровня грамотности кадров в области безопасности и риска связано с тем, что специализация в этой области формируются не спонтанным образом, а на базе научно обоснованной парадигмы, соответствующей современным потребностям. Повышение уровня профессионализма связано с тем, что специалисты в области управления безопасностью в природно-техногенной сфере формируются на базе научно-образовательной методологии для данного вида деятельности.

Причем данная методика распространяется на всех специалистов и руководителей, в чью компетенцию прямо или косвенно входит организация исполнения законов и нормативов в области защиты работников шахт, обеспечения безопасности промышленных объектов и чья деятельность должна соответствовать следующим базовым требованиям:

- профессиональная компетентность – соответствующее базовое образование, опыт, знание нормативно-законодательных основ и экономических механизмов, умение, наряду с выполнением задач по должности, анализировать, принимать обоснованные решения и добиваться их выполнения в области промышленной безопасности;
- организаторские способности – умение координировать, контролировать и направлять деятельность подчиненных и смежников, исходить из системного понимания того, что проблемы безопасности носят комплексный, межотраслевой и междисциплинарный характер.

Таким образом, программы подготовки руководителей и специалистов должны быть прежде всего направлены на выработку принятия правильных управленческих решений.

Для этого необходимо учитывать, что это зависит прежде всего от двух параметров – компетентности и информированности. Кроме того, следует отметить, что требования Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, международный опыт эксплуатации опасных производственных объектов угольной отрасли убедительно свидетельствуют о необходимости формирования общей для всех работников опасных производственных объектов культуры безопасности, причем одной из основополагающих составляющих этой культуры является обучение работников вопросам безопасной работы, формирование у них профессиональных компетенций, четко направленных на безопасный труд.

Возникают также и новые требования к обучению специалистов опасных производств, к уровню их компетентности и образованности, к методам, содержанию и технологиям реализуемых программ повышения квалификации. При современных темпах социально-экономических преобразований, развития науки и техники специалист должен учиться и повышать свою квалификацию практически все время, пока работает, то есть практически всю свою жизнь. Именно на этой парадигме – «учеба длиною в жизнь» – и строятся все подходы к методикам и организации этого процесса во всех индустриально развитых странах мира.

Именно исходя из данных предпосылок и по инициативе Минэнерго РФ был дополнен Федеральный закон от 20 июня 1996 г. № 81-ФЗ «О государственном регулировании в области добычи и использования угля, об особенностях социальной защиты работников организаций угольной промышленности» законодательной нормой об **обязательном раз в пять лет повышении квалификации руководителей горных и взрывных работ на предприятиях по добыче и переработке угля.**

Следует отметить, что реализация этой нормы закона была затруднена в связи с несостыковкой с принятым Федеральным законом «Об образовании в РФ». Для целей устранения данных несоответствий специалистами КемРИПК была проведена значительная работа, увенчавшаяся разработкой комплексной программы по повышению квалификации руководителей горных работ на шахтах. На данную программу были получены положительное заключение УМО по горному образованию и согласование Минобразования РФ и Минэнерго РФ. Программа формирует теоретические знания и практические навыки, компетенции, дающие возможность выполнять следующие виды профессиональной должностной деятельности: **производственно-технологическую и организационно-управленческую.**

В области **производственно-технологической** деятельности целью является повышение уровня профессиональной компетентности по руководству горными работами в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и требованиями к безопасности ведения горных работ.

В области **организационно-управленческой** деятельности вырабатывается умение по принятию обоснованных решений в штатном и нештатном режимах руководства горными работами на основе оценки факторов риска

Основное назначение этого обучения заключается в осмыслении предлагаемого материала программы повышения квалификации, более глубоком его закреплении, формировании умения практически применять теоретические знания, превращать их в личные убеждения, особенно относительно вопросов безопасности работ на опасных производственных объектах, а также в развитии у работников таких профессионально-деловых качеств, которые предусмотрены профессиональными стандартами, государственными образовательными стандартами, квалификационными характеристиками. Кроме того, формируется и закрепляется осознание слушателями практической значимости приобретаемых знаний, умений и навыков, полученных в рамках реализации данной программы повышения квалификации для безопасной работы на опасных производствах и оценки профессиональных рисков.

В методической модели характеристики учебного процесса поставлены в зависимость от факторов реализации образовательной программы. Методическая схема обучения понимается как совокупность характеристик или параметров, определяющих систему приемов и методов обучения, которые обеспечивают высокое качество и эффективность подготовки слушателей.

Факторы выбора методической схемы: интересы и возможности слушателя (входное тестирование); продолжительность обучения; базовая подготовка (образование) слушателя; область деятельности слушателя; наличие ме-

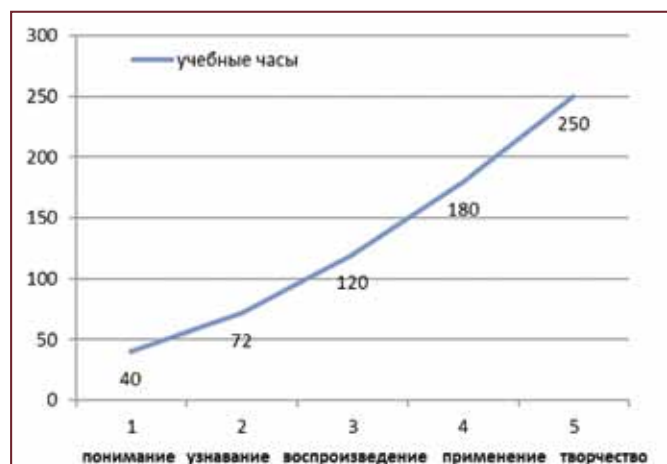
тодических материалов; уровень преподавательского потенциала; структура группы слушателей

Методические характеристики учебного процесса: сочетание образовательной и рецептурной частей; форма и структура занятий; удельный вес самостоятельной работы; система контроля знаний и регулирование качества; удельный вес практических знаний; учет специфики практической деятельности слушателя по индивидуальным интересам.

Для более полного осмысления методической модели учебного процесса необходимо понимание того, что есть уровни усвоения информации, которые подразделяются на понимание, узнавание, воспроизведение, применение и творчество. В среднем отмечается, что переход на более высокий уровень приводит к увеличению усилий, затрачиваемых на усвоение информации в геометрической прогрессии (Закон Хика).

Таким образом, чем выше уровень обучения, то есть качество обучения, тем больше требуется времени для усвоения одной и той же информации. Это связано с тем, что параллельно с процессом усвоения информации идет процесс ее забывания, и наибольший объем материала забывается на следующий день. Таким образом, чем выше уровень освоения информации, тем чаще ее необходимо повторять в тех же пределах лимита времени, определяемого программой. С другой стороны, объем усвоенной информации зависит от способа ее представления.

Сравнивая уровни усвоения информации и объем усвоенной информации при разных способах ее представления: 90% – при помощи слуха, зрения, обсуждения и выполнения других действий; 70% – при помощи слуха, зрения и обсуждения; 50% – при помощи слуха и зрения; 30% – при помощи зрения (наглядные пособия); 20% – при помощи слуха; 10% – при чтении, приходим к выводу, что при самостоятельной работе (чтении) можно достичь только уровня понимания, при помощи слуха (то есть чтения лекций преподавателем) и зрения (демонстрация слайдов и других наглядных пособий) отдельно и в комплексе можно достичь



Этапы достижения уровней применения полученной информации (знаний) в зависимости от учебной нагрузки
 Fig. Stages of achieving the levels of application of the obtained information (knowledge) depending on the academic load

Итоги тестирования по группам

Тестирование	Группы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Безопасность ведения горных работ								
Входное	0,62	0,63	0,66	0,62	0,58	0,68	0,59	0,57
Итоговое	0,80	0,78	0,80	0,72	0,75	0,88	0,78	0,70
Технология ведения горных работ								
Входное	0,54	0,55	0,5	0,57	0,56	0,62	0,53	0,51
Итоговое	0,66	0,87	0,84	0,61	0,7	0,77	0,9	0,87
Экономика горного производства								
Входное	0,38	0,55	0,46	0,48	0,53	0,55	0,52	0,52
Итоговое	0,60	0,89	0,79	0,78	0,89	0,92	0,90	0,80

уровня узнавания и, соответственно, воспроизведения. Достижение уровня применения полученной информации возможно только при всем комплексе способов представления информации и использования дополнительных действий (активных методов обучения).

Практика показывает, что для изучения данной программы требуется для достижения уровня понимания от 40 до 72 ч и до 164 ч – уже для выхода на уровень применения (см. рисунок).

Формат реализации программы был следующий: входное тестирование (исходя из имеющегося багажа знаний предлагать программы повышения квалификации), аудиторные занятия, практические занятия, итоговое тестирование (итоговая работа). Вся программа рассчитана на 164 ч.

Нашей образовательной организацией по данной программе было обучено 102 чел. в восьми группах, в среднем по 14-15 чел. в группе. В каждой группе было проведено входное и итоговое тестирование по трем направлениям (по желанию заказчика) – это вопросы безопасности, технологии разработки и экономики. Результаты данных тестирований приведены в таблице.

Мы получили следующие итоги тестирования: знания улучшились в абсолютном измерении на 16%, 21%, 32% соответственно по безопасности, технологии и экономике. Высокий результат по экономике, по нашему мнению, объясняется тем, что основной контингент обучаемых – это слушатели, получившие высшее горное образование, в программу обучения которых входила и экономика, но некоторое время знания по экономике не были востребованы в ежедневном применении. Этим и объясняется несколько заниженный входной уровень по тестированию по сравнению с первыми двумя направлениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отметим три основных «краеугольных камня» реализуемой программы по повышению квалификации руководителей горных работ:

- применение при реализации программ повышения квалификации опережающего многоуровневого обучения;
- практико ориентированный подход к обучению;
- создание электронных образовательных ресурсов для самостоятельной работы слушателей.

Исходя из общего осмысления подходов к повышению профессиональной компетентности руководителей горных работ, следует отметить, что планомерная и систематическая реализация мероприятий в данной области призвана не только обеспечить решение насущных вопросов обеспечения безопасности горных работ, но и в целом ока-

зать определенное стабилизирующее воздействие на безперебойное и максимально безаварийное функционирование как отдельных опасных производственных объектов, так и всей угольной отрасли в целом.

Список литературы

1. Безопасное управление горными и взрывными работами на угольных предприятиях: Учебно-методическое пособие / Л.А. Ботвенко, А.В. Адамков, П.П. Холодов и др. Кемерово: АИ «Кузбассвузиздат», 2018. 167 с.
2. Каганов В.Ш. Корпоративное обучение как фактор обеспечения конкурентоспособности предпринимательских структур. М.: МГОФ «Знание», 2012. 344 с.
3. Лузин В.П. Экономика и менеджмент горного производства: Курс лекций. М., 2011. 177 с.
4. Русак О.Н. Управление безопасностью труда: Монография. СПб.: Стратегия будущего, 2011. 180 с.
5. Методы эффективного обучения взрослых: Учебно-методическое пособие. М.: Ин-т повышения квалификации гос. служащих, 1999. 154 с.

6. Менеджмент в сфере охраны труда, промышленной, экологической безопасности на особо опасных производствах: Учебное пособие / Л.А. Ботвенко, Е.В. Лякин, П.П. Холодов, Н.Л. Чурина. Кемерово: АИ «Кузбассвузиздат», 2017. 168 с.

7. Федченко Ю.А., Лякин Е.В., Ботвенко Л.А. Охрана труда: Учебное пособие. Кемерово: КемРИПК, 2014. 368 с.

8. Федченко Ю.А. Учитесь у тех, кто ценит качество // Аккредитация в образовании. 2010. № 2. С. 81.

9. Федченко Ю.А. Ключ к безопасности труда // Уголь Кузбасса. 2009. № 6.

10. Холодов П.П., Юнгблюдт С.В., Ботвенко Л.А. Совершенствование методологии повышения квалификации руководителей и специалистов особо опасных производств ТЭКа как способ решения проблем безопасности // Уголь. 2018. № 4. С.38-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-4-38-41.

11. Храмов В.И. Технология ведения и управления подземными работами: Учебное пособие для обучения руководителей и специалистов организаций. Кемерово: КемРИПК, 2012. 67 с.

STAFF ISSUES

Original Paper

UDC 658.386.37:622.8 © S.V. Yungblyudt, L.A. Botvenko, P.P. Kholodov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 2, pp. 79-82
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-2-79-82>

Title IMPROVING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF MINING MANAGERS IS THE KEY TO SAFETY

Authors

Yungblyudt S.V.¹, Botvenko L.A.¹, Kholodov P.P.¹

¹ Romanov "KemRIPK" Federal State-Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education (FSAEI HPE), Kemerovo, 650002, Russian Federation

Authors' Information

Yungblyudt S.V., PhD (Economic), Associate Professor, Rector,
e-mail: kemripk@mail.ru

Butvenko L.A., PhD (Engineering), Associate Professor, Prorector,
e-mail: kemripk@mail.ru

Kholodov P.P., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of Management department, e-mail: hpp@yandex.ru

Abstract

The paper conceptually reveals the main directions and applied methods of increasing the professional competence of specialists in charge of mining operations. A practical example shows the relationship of these measures with the issue of increasing the safety of these works based on the conditions of the mining industry.

Keywords

Improving professional competence, Training methods, Safety, Level of information development.

References

1. Botvenko L.A., Adamkov A.V., Kholodov P.P. et al. *Bezopasnoe upravlenie gornymi i vzryvnymi rabotami na ugol'nykh predpriyatiyakh*: Учебно-методическое пособие [Safe management of mining and blasting in coal mines: Educational-methodical manual]. Kemerovo, AI Kuzbassvuzizdat Publ., 2018, 167 p.
2. Kaganov V.Sh. *Korporativnoe obuchenie kak faktor obespecheniya konkurentosposobnosti predprinimatel'skikh struktur* [Corporate training as a factor in ensuring the competitiveness of entrepreneurial structures]. Moscow, MGOF "Knowledge" Publ., 2012, 344 p.
3. Luzin V.P. *Ekonomika i menedzhment gornogo proizvodstva*: Kurs lektsiy [Economics and management of mining: Course of lectures]. Moscow, 2011, 177 p.
4. Rusak O.N. *Upravlenie bezopasnost'yu truda*: Monografiya [Occupational safety management: Monograph]. St. Petersburg, Strategy of the Future Publ., 2011, 180 p.
5. *Metody effektivnogo obucheniya vzroslykh*: Учебно-методическое пособие [Methods of effective adult learning: Teaching-methodical manual]. Moscow, Institute for Advanced Training of Civil Servants, 1999, 154 p.

6. Botvenko L.A., Lyakin E.V., Kholodov P.P. & Churina N.L. *Menedzhment v sfere ohrany truda, promyshlennoy, ekologicheskoy bezopasnosti na osobo opasnykh proizvodstvakh*: Учебное пособие [Management in the field of labor protection, industrial, environmental safety in especially hazardous industries: Training manual]. Kemerovo, AI Kuzbassvuzizdat Publ., 2017, 168 p.

7. Fedchenko Yu.A., Lyakin E.V. & Botvenko L.A. *Ohrana truda*: Учебное пособие [Labor protection: Textbook]. Kemerovo: KemRIPK Publ., 2014, 368 p.

8. Fedchenko Yu.A. *Uchites' u tekh, kto cenit kachestvo* [Learn from those who value quality]. *Akkreditatsiya v obrazovanii – Accreditation in education*, 2010, No. 2, p. 81.

9. Fedchenko Yu.A. *Klyuch k bezopasnosti truda* [The key to occupational safety]. *Ugol' Kuzbass – Kuzbass Coal*, 2009, No. 6.

10. Kholodov P.P., Yungblyudt S.V. & Botvenko L.A. *Sovershenstvovanie metodologii povysheniya kvalifikatsii rukovoditeley i spetsialistov osobo opasnykh proizvodstv TEKa kak sposob resheniya problem bezopasnosti* [Improving the methodology of training of managers and specialists particularly hazardous industries, enterprises of fuel and energy complex as a way of solving security problems]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 4, pp. 38-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-4-38-41

11. Khramtsov V.I. *Tekhnologiya vedeniya i upravleniya podzemnymi rabotami*: Учебное пособие dlya obucheniya rukovoditeley i spetsialistov organizatsiy [The technology of conducting and managing underground: Training manual for training managers and specialists of organizations]. Kemerovo, KemRIPK Publ., 2012, 67 p.

For citation

Yungblyudt S.V., Botvenko L.A. & Kholodov P.P. Improving the professional competence of mining managers is the key to safety. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 2, pp. 79-82. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-79-82.

Paper info

Received October 1, 2019

Reviewed November 12, 2019

Accepted December 20, 2019

Дегидрационный комплекс AURY или осадительно-фильтрующая центрифуга?

Статья посвящена сравнению затрат и получения выгод от дегидрационного комплекса относительно осадительно-фильтрующих центрифуг.

Ключевые слова: обезвоживание концентрата, дегидрационный комплекс, Открытые технологии, AURY.

На каждом обогатительном предприятии существует потребность в обезвоживании концентрата класса 0-1 мм и получении минимально возможной влажности.

Действительное положение дел показывает, что влажность продукта после осадительно-фильтрующих центрифуг достигает 20%.

Стоимость осадительно-фильтрующих центрифуг варьируется от 30 до 35 млн руб. Замена ротора производится при наработке в диапазоне от 10 000 до 18 000 м/ч. Ориентировочная стоимость владения составляет 7 млн руб. в год.



Производительность осадительно-фильтрующих центрифуг составляет 80 т/ч, при этом они очень чувствительны к перегрузкам, и при остановке по перегрузу их достаточно сложно запустить в работу. Запуск с промывкой, отработкой занимает 20-30 мин., при этом фабрика работает на циркуляцию нагрузки либо сбрасывает продукт в радиальный сгуститель, повышая момент, либо вообще простаивает, **теряя драгоценные тонны переработки!** После запуска остановка по перегрузу может произойти еще несколько раз в течение смены.

Дегидрационный комплекс имеет стоимость 18-25 млн руб. Стоимость владения составляет не более 1 млн руб. в год.

Он лишен недостатка останавливаться по перегрузке во время увеличения содержания мелкого класса в исходном сырье. **Влажность после дегидрационного комплекса – 12-14% на одинаковых углях.**

Дегидрационный комплекс – это следующий виток развития оборудования для обезвоживания углей. Это производительное, эффективное, не требующее затрат оборудование, за которым будущее!

За более подробной информацией обращайтесь:

ООО «Открытые технологии»

308024, Россия, г. Белгород

тел.: +7 (4722) 23-28-39, +7 (800) 301-27-73

e-mail: info@aururus.ru web: www.auryrus.ru

YouTube-канал:

www.youtube.com/c/AuryRus

TAPP GROUP
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY

В ООО «Разрез Восточный» СУЭК открыли новый медицинский пункт

В п. Дровяная в ООО «Разрез Восточный» Сибирской угольной энергетической компании открылся новый корпус медицинского пункта. Помещение отвечает всем требованиям санитарных норм и стандартов.

В здании оборудованы кабинеты для медицинского амбулаторного лечения, профилактических осмотров, процедур. Для предсменного и послесменного контроля теперь установлены два аппарата электронной системы медосмотров. В компьютер встроены датчик пульса, алкоголя, температуры, две видеокамеры, сенсорный экран. Использование этих технологий значительно ускорит процесс прохождения медосмотра сотрудников предприятия,



а также исключает влияние человеческого фактора на показатели. Все результаты система выдает на талоне по итогам обследования.

Также в новом корпусе появился процедурный кабинет, где можно пройти курс уколов, капельниц или сделать прививку. Обустроен кабинет функциональной диагностики и физиотерапии. У каждого врача появился свой кабинет для приемов и осмотров.

На втором этаже корпуса оборудован тренажерный зал с отделением лечебной физкультуры, где может заниматься каждый сотрудник в свободное от работы время. Инструктор по ЛФК сможет назначить индивидуально комплекс упражнений и проследить за их выполнением. Кроме того, для оказания неотложной помощи у медицинских работников теперь есть и личный автотранспорт. Он поступил в распоряжение предприятия к новоселью врачей. В скором времени ожидается еще пополнение медицинского оборудования.

«Это большой плюс для наших сотрудников. Для нас важно, чтобы наши сотрудники были здоровы. И теперь у нас появился большой медицинский пункт. Нам комфортно работать, мы теперь расширим свой функционал, и у нас теперь больше возможностей для того, чтобы следить за здоровьем наших сотрудников и оказывать не только медицинскую помощь, контролировать состояние на рабочем месте, но и проводить профилактические мероприятия. Персонал очень доволен. Спасибо СУЭК и нашему разрезу «Восточный», – отмечает заведующая здравпунктом ООО «Разрез Восточный», врач-терапевт **Ирина Куташова**.



В ООО «Разрез Восточный» СУЭК открыли новый склад материально-технического снабжения

В п. Дровяная в ООО «Разрез Восточный» Сибирской угольной энергетической компании открылся новый склад материально-технического снабжения. Строительство здания было запланировано в рамках программы СУЭК по ведению складского хозяйства. Кроме нового специально оборудованного помещения горняки получили электропогрузчик.

Площадь здания – 1000 кв. м. Оно выполнено по современной технологии на несущих металлоконструкциях и обеспечено теплоснабжением. Внутри залит пол из полимерных материалов. Склад оснащен современным оборудованием для учета и удобного хранения запасных частей. Транспортировка их будет осуществляться с помощью нового электропогрузчика. Также предусмотрен отдельный склад для хранения и выдачи спецодежды и СИЗ. Оборудовано помещение для персонала.

Евгений Вьюнов, заместитель генерального директора по снабжению ООО «Разрез Восточный», отмечает: *«У нас теперь здесь красиво и просторно. Приятно, что СУЭК*

уделяет внимание не только обеспечению горных участков новой техникой, но и тому, чтобы мы могли быстро и качественно обслуживать эту технику, хранить запчасти и оборудование в должных условиях».

По проекту построены не только здание материально-технического снабжения, но и склад для хранения КГШ (крупногабаритных шин), кислородных баллонов и крытая площадка для хранения материалов и запасных частей. Вся территория оборудована системой видеонаблюдения, автоматической пожарной системой и сигнализацией.

«Введение в эксплуатацию нового склада положительно скажется на эффективности и безопасности нашего производства. Мы развиваемся, растем, объемы добычи угля растут. Поэтому важно держать технику в рабочем состоянии, вовремя обслуживать ее, не допускать простоев, чтобы выполнять в срок производственные задачи», – рассказал первый заместитель генерального директора ООО «Разрез Восточный» **Александр Чернов**.

Признак стабильности: в 2019 году горняки АО «Стройсервис» добыли свыше 13 млн тонн угля

Промышленные предприятия компании успешно противостоят кризису, сохраняют и даже наращивают производственный темп. АО «Стройсервис» в 2019 г. отгрузило на экспорт 4,5 млн т угля. В 2018 г. на экспорт было поставлено 3,5 млн т. Таким образом, показатель вырос на 29%.

Основными направлениями поставок за рубеж стали страны Азиатско-Тихоокеанского региона (Япония, Корея, Индия, Китай, Вьетнам), а также страны ЕС и другие (Германия, Нидерланды, Ирландия, Польша, Словакия, Украина, Турция). Рост обусловлен открытием нового направления – отгрузка в страны ЕС через порты Балтийского бассейна. По объемам потребления угля внутренний рынок в 2019 г. остается стабильным, продукция отгружалась крупнейшим металлургическим холдингам и на теплоэлектростанции.

При этом общий объем поставки угля потребителям увеличился незначительно – с 11,9 млн т угля в 2018 г. до 12 млн т в 2019 г.

Добыча угля в 2019 г. выросла на 1% – с 13,07 до 13,2 млн т соответственно. В том числе в 2019 г. было добыто 4,2 млн т угля коксующихся марок. В 2020 г. компания намерена увеличить добычу до 15,5 млн т.

В 2019 г. 5,4 млн т угля было добыто на разрезе «Березовский», 3,5 млн т – на разрезе «Пермяковский». На разрезе «Барзасское товарищество» увеличили угледобычу на 25,7%, до рекордных 2,2 млн т. «Шахта № 12» впервые в новейшей истории вышла на рубеж добычи 1,25 млн т



«черного золота». Продолжает стабильно работать разрез «Шестаки», где добыли 808 тыс. т угля.

Обогатительные фабрики компании в прошлом году увеличили переработку угля на 13% – до 8,8 млн т, дробильно-сортировочные комплексы – на 14,6%, до 5 млн т угля.

Рост показателей стал следствием реализации комплексной программы АО «Стройсервис» по модернизации и техническому перевооружению угледобывающих предприятий и увеличения производительности труда. Все это позволяет укреплять конкурентные позиции на рынке сбыта продукции и наращивать темпы производства.

– <https://stroyservis.com/>, 16.01.2020

Новая техника для новых угольных горизонтов

В рамках реализации программы по техническому перевооружению парк автоколонны № 1 ООО СП «Барзасское товарищество» дополнили восемь новых карьерных самосвалов БелАЗ-75131.

Новая техника собирается под руководством бригадиров будущих экипажей: Алексея Акрамова, Олега Алферова, Дмитрия Бугрова, Романа Желтовского, Валерия Капустина, Дмитрия Корнилова, Павла Кузнецова и Евгения Кулькова. Четыре БелАЗа уже вышли на линию и приступили к работе, остальные находятся на завершающих стадиях монтажа.

Новые самосвалы соответствуют всем мировым стандартам охраны окружающей среды, пожарной безопасности и оборудованы комфортными рабочими местами. Плавный ход, высокая мощность, безопасность и маневренность делают работу машин по-настоящему эффективной. Поступившие технологические автосамосвалы будут задействованы в освоении нового перспективного участка разреза.

– <https://stroyservis.com/>, 20.01.2020



Мурманский морской торговый порт получил Платиновый сертификат соответствия экологическому стандарту «Чистый порт»

По итогам оценки хозяйственной деятельности, проведенной специалистами Международного экологического фонда «Чистые моря», Мурманский морской торговый порт (ММТП) получил Платиновый сертификат соответствия экологическому стандарту «Чистый порт». Стандарт входит в систему добровольной сертификации и зарегистрирован в соответствующем Едином реестре Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ.

Критериями оценки явились наличие необходимой документации и ее соответствие действующему природоохранному законодательству, применение наилучших доступных технологий, а также функционирование систем экологического менеджмента, очистки воды, регулирования и снижения выбросов, обращения с отхо-



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

дами, производственного экологического контроля. Также учитывались дополнительные обязательства, принятые на себя предприятием, в частности, в рамках соглашения с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

«Для того, чтобы пройти эту сертификацию, аудиторы анализировали деятельность порта за последние четыре года, и по результатам проверки Мурманский морской торговый порт получил наивысшую оценку, подтверждающую серьезные успехи, достигнутые ММТП за последние годы в вопросах реализации экологической программы, и свидетельствующую о внимании, которое мурманские портовики уделяют вопросам экологии», – отметил технический директор АО «Мурманский морской торговый порт» **Евгений Гуляев**.

Стандарт «Чистый порт» – это свод правил в области экологической безопасности для морских портов, осуществляющих перевалку навалочных грузов. Стандарт объединил в себе требования природоохранного законодательства, опыт экологов, а также наилучшие доступные технологии. Стандартизации предшествует комплексный экологический аудит хозяйственной деятельности морского терминала. Проект поддержан Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и Федеральным агентством морского и речного транспорта (Росморречфлот).

Напомним, что в 2018 г. ММТП впервые получил международный сертификат ISO 14001:2015, подтвердив соответствие своей деятельности международной системе экологического менеджмента. В конце 2019 года предприятие прошло инспекционный контроль на соответствие требованиям международного экологического стандарта и сохранило право на международный экологический сертификат.



СУЭК и Газпромбанк успешно реализовали проект кэш пулинга

СУЭК заключила соглашение о кэш пулинге с Газпромбанком, в рамках которого предусмотрен лимит овердрафта на 15 млрд руб.

Данный инструмент – это комплексное решение, включающее консолидацию денежных средств и финансирование с мастер-счета для предприятий Группы в разных регионах России, а также новый порядок работы со счетом, который был разработан специально для СУЭК.



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

Кэш пулинг позволит предприятиям СУЭК повысить эффективность управления денежными средствами, сократить кассовые разрывы, оптимизировать процентные расходы и получать дополнительный доход от размещения денежных средств. Таким образом, будут улучшены управление ликвидностью и оперативный контроль за движением денежных средств в целом по Группе СУЭК.

ВГК обновила парк горнотранспортной техники

В 2019 г. Восточная горнорудная компания вложила в развитие производственных мощностей Солнцевского угольного разреза свыше 7 млрд руб. Инвестиции были направлены на обновление парка основного горнотранспортного оборудования.

Компания приобрела 49 ед. техники российского и зарубежного производства.

«Модернизация основного горнотранспортного оборудования – одна из важных составляющих стратегии развития компании. Подобное техническое перевооружение проводится ежегодно. Мы приобретаем только самую современную высокопроизводительную технику как отечественного, так и зарубежного производства. Это позволяет достигать более высоких показателей по добыче угля. В этом году мы увеличили производственную программу на 2,5 млн тонн», – прокомментировал технический директор Солнцевского угольного разреза **Станислав Вегнер**.

Численность горнотранспортной техники разреза пополнили: 6 экскаваторов, 2 грейдера, 7 бульдозеров и 34 автосамосвала.

Одним из важных приобретений стал экскаватор российского производства ЭКГ-20. На территории Солнцевского угольного разреза первый экскаватор отечественного производства приступил к работе весной 2019 г. Главное отличие экскаватора от аналогов – измененный объем ковша. С учетом характеристик местных пород он был увеличен со стандартных 20 до 22 куб. м. Качественные изменения также направлены на повышение надежности, ресурса машины и безопасности проводимых работ. Высота машины – 17,6 м, ширина – более 12 м, масса – 800 т. В сравнении с электрогидравлической техникой ЭКГ-20 позволяет значительно снизить стоимость выемки вскрышной породы в среднем в 2-3 раза. Годовой объем вскрыши, выполняемый экскаватором, составляет 7,5 млн куб. м. Сегодня это самый крупный представитель карьерной техники на Сахалине.

Также в 2019 г. к работе на разрезе приступили 5 экскаваторов марок Komatsu и Hitachi. Транспортный парк горняков дополнили 5 гусеничных, 2 колесных бульдозера Komatsu и 2 грейдера японского производителя.

Наиболее значительно расширился парк автосамосвалов. К работе на Солнцевском угольном разрезе приступили 34 автомобиля. 25 новых БелАЗов грузоподъемностью 220 и 130 т задействованы на перевозке вскрышной породы. Работники разреза отмечают, что, несмотря на внушительные габариты, современные представители марки удобны и маневренны в управлении.



Также в 2019 г. к работе приступили 9 автосамосвалов марки Komatsu грузоподъемностью 90 т. Техника отвечает самым жестким международным экологическим требованиям. К примеру, в кон-

струкции предусмотрены технические решения, позволяющие снизить уровень шума и расхода топлива при максимальной производительности. Большая площадь кузова обеспечивает простоту загрузки самосвала при минимальных потерях горной массы.

Восточная горнорудная компания ежегодно проводит техническое перевооружение Солнцевского угольного разреза. Расширение парка горнотранспортной техники нацелено на дальнейший рост производственной мощности. В перспективе компания планирует выйти на добычу и отгрузку 20 млн т угля в год.

Увеличение объемов добычи ведет к увеличению налоговых отчислений компании. В прошлом году отчисления группы предприятий ВГК и ее партнеров в бюджетные и внебюджетные фонды всех уровней составили почти 4 млрд руб.



При участии СУЭК в Бородино открылся первый в Красноярском крае музей истории под открытым небом

В конце декабря 2019 г. в г. Бородино состоялось торжественное открытие музея истории под открытым небом. Масштабную культурную и архитектурную инициативу удалось реализовать благодаря национальному приоритетному проекту «Комфортная городская среда» и поддержке Сибирской угольной энергетической компании и Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ».

«Это новое общественное пространство появилось при тесном взаимодействии Правительства Красноярского края, Министерства строительства региона, администрации Бородино и наших партнеров-угольщиков», – отметил глава Бородино **Александр Веретенников**. – Уверен, обновленная территория будет посещаемой, любимой горожанами. Здесь есть что посмотреть и старшему поколению – пройтись, вспомнить, как все начиналось, и есть чему поучиться молодежи – в музее под открытым небом представлены основные вехи развития и становления родного города и градообразующего предприятия – Бородинского разреза, а приобщая молодых к истории, мы вносим вклад в патриотическое воспитание».

Уникальный музей разместился на центральной аллее города, соединяющей Стелу защитникам Отечества, где традиционно проходят мероприятия ко Дню Победы и другим датам воинской славы России, и Городской дворец культуры «Угольщик», который вместе с прилегающей площадью является эпицентром культурной жизни шахтерской столицы. В непосредственной близости находятся городской парк, администрация Бородино и Бородинского разреза – таким образом, аллею смело можно назвать одним из ключевых объектов.

Как рассказала заместитель генерального директора АО «СУЭК-Красноярск», руководитель Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» в Красноярском крае **Марина Смирнова**,



идея преобразовать общественное пространство в центре города в музей-аллею появилась два года назад. «Сегодня формат таких музеев под открытым небом набирает популярность, но в Красноярском крае он пока единственный. В нем сочетаются и новые смыслы, и дань истории. Вообще хочу отметить, что каждое новое общественное пространство в Бородино – это не просто благоустройство – каждый объект наполнен глубокими идеями, и это отличает город от остальных», – подчеркнула **Марина Смирнова**, поблагодарив всех участников большого проекта – Правительство и Минстрой края, администрацию и, конечно, жителей Бородино.

В ходе реализации проекта на аллее была проведена масштабная работа по благоустройству и озеленению – высажено около 3 тыс. саженцев деревьев и кустарников, уложена тротуарная плитка нескольких видов, сформированы цветочные клумбы и газоны, смонтированы современные системы освещения и видеонаблюдения. Особенностью музея стали дизайнерские арт-объекты, задача которых – рассказать историю города и угольного разреза. Среди них – ретро-гостиная, воссоздающая атмосферу советских времен, с большим семейным столом, стенкой и черно-белым телевизором, транслирующим документальную хронику. Через дорогу от ретро-гостиной размещен арт-объект, символизирующий взрыв 1948 года, открывший первостроителям Бородинского разреза дорогу к «большому углю» и значительно ускоривший ввод предприятия-гиганта в промышленную эксплуатацию. Чуть поодаль – роторное колесо, верх которого стилизован под зеленую лужайку, которая символизирует неразрывную связь труда угольщиков с их заботами об экологии. Невдалеке расположились гранитный куб, символизирующий достижение Бородинским разрезом рубежа отгрузки в один миллиард тонн – результат выдающийся для угольной отрасли страны, и капитально отреставрированный памятник Ленину.

«Это что-то новое для нашего города», – прокомментировал корреспонденту НИИ-Красноярск открытие музея пенсионер Виктор. – Именно так и должно выглядеть современное искусство – с одной стороны, оно не дает прямых отсылок к конкретным событиям истории, с другой, если понимать подтекст, еще больше укрепляешься уважением к тем, кто создавал и развивал наш город. Приятно, что СУЭК идет в ногу со временем и участвует в создании таких современных объектов».

Стоит отметить, что это не первый опыт СУЭК в социальных проектах, реализованных в Бородино. За последние годы в шахтерской столице при поддержке угольщиков обустроены Аллея шахтерской славы, Аллея памяти, центральная площадь с сухим, или пешеходным фонтаном и городской парк с локациями по интересам и возрастам, модернизирована библиотека имени М.Ю. Лермонтова.



КАЧАРМИН Семен Дмитриевич

(к 100-летию со дня рождения)

«Я спустился в шахту впервые, когда мне было 16 лет. Видел забой, штреки, откатку угля вагонетками, насосы, откачивающие воду. Дышал воздухом, насыщенным парами и газами, выделяемыми из угля и гниющих деревянных стоек крепления. Но я не ощутил страха, все увиденное несколько не разочаровало меня в выбранной шахтерской профессии. С юных лет я связал свою жизнь с углем, с шахтами, где и проработал 46 лет».

С.Д. Качармин

14 февраля 2020 г. исполняется 100 лет кандидату технических наук, Заслуженному шахтеру РСФСР, Почетному работнику угольной промышленности РФ, Почетному академику Академии горных наук, Лауреату Государственной премии СССР, бывшему директору образцово-показательной шахты «Прогресс» – Семену Дмитриевичу Качармину.



Семен Дмитриевич родился в крестьянской семье в с. Ягодное Рязанской области. Свою трудовую деятельность начал в 1940 г. на шахтах Подмосковного угольного бассейна после окончания Скопинского горного техникума. 8 августа 1941 г. Семен Дмитриевич добровольцем ушел на фронт, а в феврале 1942 г. его, как шахтера и дипломированного горного специалиста, отозвали для восстановления шахт в Подмосковном угольном бассейне, направив в распоряжение комбината «Москвууголь».

В 1950 г. он закончил Новочеркасский политехнический институт, работал на шахтах бассейна в должности главного инженера. В 1956 г. закончил Академию угольной промышленности СССР и работал главным инженером шахты № 38.

В 1965 г. он стал начальником легендарной шахты № 39-40 (шахта «Прогресс»), а когда 22 февраля 1968 г. вместо должности начальника шахты была введена должность директора, то первым директором шахты в истории Подмосковного бассейна на коллегии Минуглепрома СССР был назначен С.Д. Качармин. В то время это было крупнейшее горное предприятие Подмосковного бассейна, ставшее школой передового опыта не только для СССР и стран социалистического содружества, но и для многих развитых стран мира. На шахте была создана всесоюзная школа передового опыта, которую прошли тысячи руководителей и специалистов разного уровня. Опыт организации труда с использованием средств механизации и автоматизации стал предметом изучения зарубежными компаниями.

«Трудно представить, что у Семена Дмитриевича в те годы было личное время. С одной стороны, давили жесткие сроки реконструкции шахты – ее готовили к показу участникам V Международного горного конгресса, с дру-

гой стороны – многочисленные отвлекающие внимание и время посещения шахты высокопоставленными лицами и иностранными делегациями», – так вспоминает это время соратник Семена Дмитриевича горный инженер-механик Д.И. Кондрашов.

Глубокие познания ученого и талант горного инженера позволили С.Д. Качармину в кратчайшие сроки провести реконструкцию шахты и осуществить полную механизацию и автоматизацию производственных процессов по добыче угля. На возглавляемой им в течение 18 лет шахте «Прогресс» в результате внедрения новой техники и технологии была достигнута наивысшая в отрасли производительность труда рабочего по добыче угля – 204,5 т/мес. Необходимо отметить, что как руководитель шахты Семен Дмитриевич с первых лет своей трудовой деятельности уделял огромное внимание человеческому фактору – рядовому горняку при всех достижениях и рекордах.

С.Д. Качармин является автором более 60 печатных научных трудов и многих изобретений, в том числе книг «150 лет Подмосковному бассейну», «Жемчужина Мосбасса», «Воспоминания горного инженера», «Воспоминания и размышления», «За рубежами Родины», «Два излома», в которых рассказал о жизни и становлении человека труда.

За большие заслуги перед народным хозяйством и успешную инженерно-техническую деятельность С.Д. Качармин награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы народов, орденом Отечественной войны II степени и многими медалями. Он полный кавалер знака «Шахтерская слава» и знака «Горняцкая слава» I степени. Он награжден золотой и серебряной медалями «За особый вклад в развитие экономики Тульской области».

Президиум Академии горных наук, коллеги по работе в угольной промышленности СССР и России, редколлегия и редакция журнала «Уголь» сердечно поздравляют Семена Дмитриевича Качармина со славным юбилеем и желают ему доброго здоровья, благополучия и оптимизма!



2-5 июня 2020
Новокузнецк / Россия



XXVII Международная специализированная выставка
технологий горных разработок

УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

XI Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VI Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

300 ЛЕТ
КУЗБАСС

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк

т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22

e-mail: dr@kuzbass-fair.ru

www.ugolmining.ru

