

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

4-2019

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ГРОХОТЫ

подробнее на стр. 60-61

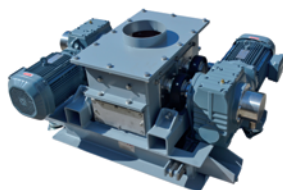


РЕКЛАМА

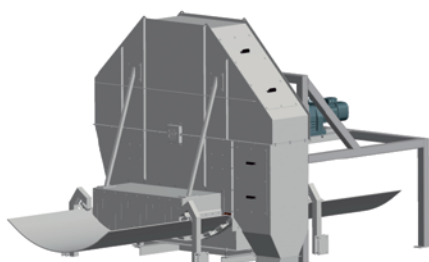
 **AURY**

auryrus.ru

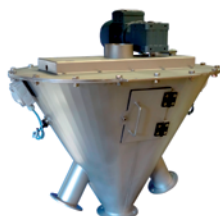
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ПРОБ



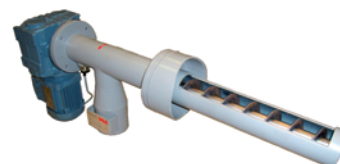
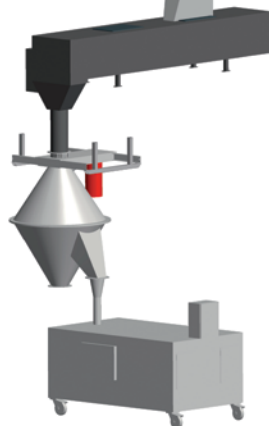
ВАЛКОВАЯ ДРОБИЛКА VK



НАКОПИТЕЛЬ ПРОБ С ДЕЛИТЕЛЕМ РКТ



ВРАЩАЮЩИЙСЯ ТРУБЧАТЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ DFP



ШНЕКОВЫЙ ПРОБООТБОРНИК SCR

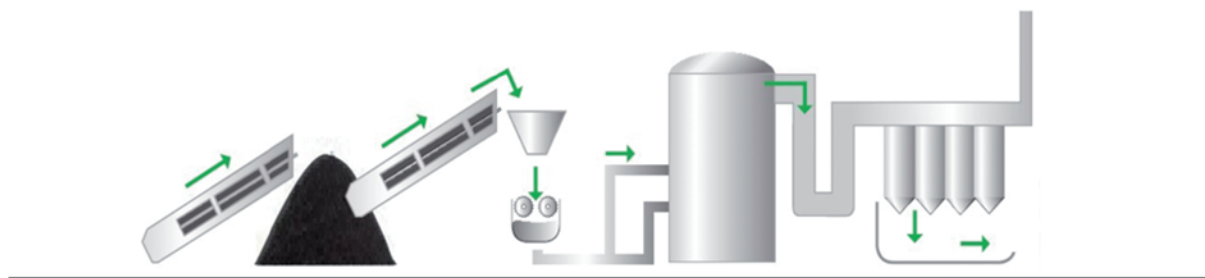


ГРОХОТ VS

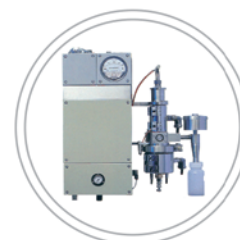


АВТОМАТИЧЕСКИЙ НАКОПИТЕЛЬ ПРОБ РК

ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГОРЕНИЯ И ВЫБРОСОВ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ТЭЦ И ГРЭС



РЕКЛАМА



ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИМПЭКС ИНДАСТРИ

8 (800) 302-06-70
 8 (812) 405-06-70
 info@impexindustry.ru

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. РАЭ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б., доктор техн. наук

ВЕРЖАНСКИЙ А.П.,

доктор техн. наук, профессор

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

ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,

доктор техн. наук, профессор

ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

КОВАЛЬЧУК А.Б.,

доктор техн. наук, профессор

ЛИТВИНЕНКО В.С.,

доктор техн. наук, профессор

МАЛЫШЕВ Ю.Н., академик РАН,

доктор техн. наук, профессор

МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук

МОЧАЛЬНИКОВ С.В., канд. экон. наук

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

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

ПОТАПОВ В.П.,

доктор техн. наук, профессор

ПУЧКОВ Л.А., чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

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

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

СКРЫЛЬ А.И., горный инженер

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

наук, профессор

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

ЩУКИН В.К., доктор экон. наук

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

Иностранные члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ**,

доктор техн. наук, чл.-корр. Польской

академии наук, Польша

Сергей НИКИШИЧЕВ, комп. лицо FIMMM,

канд. экон. наук, Великобритания, Россия,

страны СНГ

Проф. **Любен ТОТЕВ**,

доктор наук, Болгария

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

АПРЕЛЬ

4-2019 /1117/

УГОЛЬ

ВЫПУСК ПРИУРОЧЕН

к XXVI Международной
специализированной выставке

«УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»

(04 – 07.06.2019, Новокузнецк)

УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ

Встречаемся в Новокузнецке!

Международные специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг»,

«Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» _____ 5

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Павленко М.В., Хайдина М.П., Кузиев Д.А., Пихторинский Д., Муратов А.З.

Факторы воздействия комбайна при добыче угля на увеличение метаноотдачи массива
в рабочее пространство лавы _____ 8

БЕЗОПАСНОСТЬ

Администрация Кемеровской области

В работе всероссийского съезда угольщиков в Междуреченске приняли участие
порядка 400 угольщиков России _____ 12

Портола В.А., Жданов А.Н., Бобровникова А.А.

Перспектива применения антипирогенов для предотвращения самовозгорания складов угля _____ 14

ОХРАНА ТРУДА

Ворошилов Я.С., Фомин А.И.

Влияние угольной пыли на профессиональную заболеваемость работников угольной отрасли _____ 20

ЭКОНОМИКА

Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Жабин А.Б., Поляков А.В.

Анализ минерально-сырьевой базы перспективных угольных бассейнов и месторождений России _____ 26

Харитонов Т.В., Швандар Д.В.

Исследование подходов к управлению затратами и финансовыми результатами на предприятиях
угольной промышленности в условиях трансформации мирового рынка угля _____ 30

Разовский Ю.В., Вишняков Я.Д., Савельева Е.Ю., Киселева С.П., Маколова Л.В.

Арктический путь _____ 36

Улицкий О.А., Сухина Е.Н., Ткач В.А., Камушков А.С.

Экономические механизмы управления обращением с отходами угледобычи
при реализации публично-частного партнерства _____ 39

РЕСУРСЫ

Сафронов Е.Г., Сунтеев А.Н., Коробкова Ю.Ю., Абдрахимов В.З.

Экологические, экономические и практические аспекты использования многотоннажных отходов
топливно-энергетического комплекса – сланцевой золы в производстве пористого заполнителя _____ 44

Бажин В.Ю., Кусков В.Б., Кускова Я.В.

Проблемы использования невостребованных угольных и других углеродсодержащих
материалов в качестве энергетических брикетов _____ 50

ШАХТНЫЙ ТРАНСПОРТ

Кариман С.А.

Создание высокопроизводительного пластинчатого конвейера с изолированной
транспортировкой в шахте газоносного угля. Себестоимость изготовления конвейера _____ 55

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Греку В.С.

Высокочастотные грохоты AURY _____ 60

Дудченко О.Л., Федоров Г.Б.

Виброакустическая техника для интенсификации обогащения угля _____ 62

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

Генеральный директор

Игорь ТАРАЗАНОВ
Ведущий редактор

Ольга ГЛИНИНА
Научный редактор

Ирина КОЛОБОВА

Менеджер

Ирина ТАРАЗАНОВА

Ведущий специалист

Валентина ВОЛКОВА

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки и науки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,675
(без самоцитирования – 0,556)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,405
(без самоцитирования – 0,333)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН

в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Ведущий редактор **О.И. ГЛИНИНА**

Научный редактор **И.М. КОЛОБОВА**

Корректор **В.В. ЛАСТОВ**

Компьютерная верстка **Н.И. БРАНДЕЛИС**

Подписано в печать 01.04.2019.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 14,0 + обложка.

Тираж 5100 экз.

Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС»

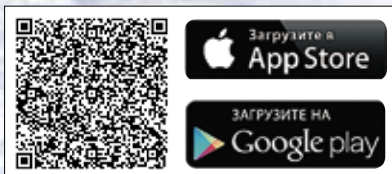
117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 64318

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

**ХРОНИКА**

Хроника. События. Факты. Новости _____ **67**

НЕДРА

Сидорова Г.П., Авдеев П.Б., Якимов А.А., Овешников Ю.М.

Состояние и перспективы освоения Южно-Аргунского угленосного района _____ **76**

Агафонов В.В.

Интегральное обоснование постоянных кондиций угольных запасов _____ **82**

Ботвенко Д.В., Казанцев В.Г.

Моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород на базе деформационной теории пластичности _____ **86**

ГЕОЛОГИЯ

Гриб Н.Н., Кузнецов П.Ю.

Прогноз оптимальной плотности сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки на основе кластерной организации угольных месторождений _____ **92**

ЭКОЛОГИЯ

Колесникова Л.А., Новиков А.С.

Анализ существующих методик оценки экологических рисков промышленных предприятий _____ **97**

Слепов А.Н., Лагунов А.Н., Коротченко И.С., Бояринова С.П., Первышина Г.Г.

Оценка возможности использования Sorbus aucuparia для рекультивации нарушенных земель вблизи разреза «Бородинский» _____ **101**

Зеньков И.В., Морин А.С., Вокин В.Н., Киришина Е.В., Жукова В.В.

Результаты исследования условий развития соснового бора в восточном секторе внутренних отвалов угольного разреза «Бородинский» _____ **106**

ЗА РУБЕЖОМ

Воронцов В.Б., Тимофеев О.А., Шарипов Ф.Ф.

Актуальные тенденции рынка угля в Китае во втором полугодии 2018 года _____ **110**

Список реклам:

AURY	1-я обл.	Cantoni Motor S.A.	7
ИМПЭКС ИНДАСТРИ	2-я обл.	НМЗ Искра	25
Компания ДЭП	3-я обл.	НПП Завод МДУ	25
НПО Гранч	4-я обл.	МУФТА ПРО	59
Уголь России и Майнинг 2019	4	China Coal & Mining Expo 2019	75
Север Минералс	6		

* * *

Журнал «Уголь» входит

в международные реферативные базы данных и систем цитирования

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

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

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

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

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

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

Подписные индексы:

– Каталог Роспечати «Газеты. Журналы» – **71000, 71736, 73422**

– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717, 87776, 887717**

– Каталог «Российской прессы» – **11538**

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

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

VERZHANSKY A.P., Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 125009, Russian Federation

GALKIN V.A., Dr. (Engineering), Prof., Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

ZAIDENVARG V.E., Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 119019, Russian Federation

ZAKHAROV V.N., Dr. (Engineering), Prof., Corresp. Member of the RAS,

Moscow, 111020, Russian Federation

KOVALCHUK A.B., Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 119019, Russian Federation

LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof., Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

MALYSHEV Yu.N., Dr. (Engineering), Prof., Acad. of the RAS, Moscow, 125009, Russian Federation

MOKHNACHUK I.I., Ph.D. (Economic), Moscow, 109004, Russian Federation

MOCHALNIKOV S.V., Ph.D. (Economic), Moscow, 107996, Russian Federation

PETROV I.V., Dr. (Economic), Prof., Moscow, 119071, Russian Federation

POPOV V.N., Dr. (Economic), Prof., Moscow, 119071, Russian Federation

POTAPOV V.P., Dr. (Engineering), Prof., Kemerovo, 650025, Russian Federation

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

ROZHKOV A.A., Dr. (Economic), Prof., Moscow, 119071, Russian Federation

RYBAK L.V., Dr. (Economic), Prof., Moscow, 119034, Russian Federation

SKRYL' A.I., Mining Engineer, Moscow, 119049, Russian Federation

SUSLOV V.I., Dr. (Economic), Prof., Corresp. Member of the RAS, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

SHCHADOV V.M., Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 119034, Russian Federation

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

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

Foreign members of the editorial council:

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

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

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

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

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

Ugol' Journal Edition LLC

Leninsky Prospekt, 2A, office 819 Moscow, 119049, Russian Federation

Tel.: +7 (499) 237-2223

E-mail: ugol1925@mail.ru

www.ugolinfo.ru

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

Established in October 1925

FOUNDERS

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

APRIL

4' 2019

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL**CONTENT****UGOL ROSSII & MINING**

International specialized exhibitions: «Ugol Rossii & Mining», «Health and Labor Safety», «Mineral Resources Russia» _____ 5

UNDERGROUND MINING

Pavlenko M.V., Khaidina M.P., Kuziev D.A., Pihotorinskiy D., Muratov A.Z.

Impacts of the combine harvester in the production of coal to increase methane recovery array in the workspace lava _____ 8

SAFETY

Portola V.A., Zhdanov A.N., Bobrovnikova A.A.

The prospect of using antipyrogens to prevent spontaneous combustion of coal stores _____ 14

LABOUR SAFETY

Voroshilov Ya.S., Fomin A.I.

Impact of coal dust on the professional morbidity of coal industry workers _____ 20

ECONOMIC OF MINING

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

Analysis of the mineral resource base of perspective coal basins and deposits in Russia _____ 26

Haritonova T.V., Shvandar D.V.

Research approaches to the management of costs and financial results at the enterprises of the coal industry in the context of the transformation of the global coal market _____ 30

Razovskiy Yu.V., Vishnyakov Ya.D., Saveleva E.Yu., Kiseleva S.P., Makolova L.V.

The Arctic way _____ 36

Ulytsky O.A., Suhina E.N., Tkach V.A., Kamushkov A.S.

Economic mechanisms of coal mining waste management at realization of public-private partnerships _____ 39

RESOURCES

Safronov Ye.G., Sunteev A.N., Korobkova Yu.Yu., Abdrakhimov V.Z.

Environmental, economic and practical aspects of the use of large-tonnage waste of fuel and energy complex – shale ash in the production of porous filler _____ 44

Bazhin V.Yu., Kuskov V.B., Kuskova Ya.V.

Problems of using unclaimed coal and other carbon-containing materials as energy briquettes _____ 50

MINE VEHICLES

Kariman S.A.

Creation of a high-performance plate conveyor with isolated transportation of gas-bearing coal in the mine. Production cost of the conveyor _____ 55

COAL PREPARATION

Greku V.S.

AURY high-frequency screens _____ 60

Dudchenko O.L., Fedorov G.B.

Vibroacoustic technique for intensification of coal preparation _____ 62

CHRONICLE

The chronicle. Events. Facts. News _____ 67

MINERALS RESOURCES

Sidorova G.P., Avdeev P.B., Yakimov A.A., Oveshnikov Yu.M.

Evaluation and prospects of the Southern Argun's coal-bearing area exploitation _____ 76

Agafonov V.V.

Integrated study of permanent conditions of coal reserves _____ 82

Botvenko D.V., Kazantsev V.G.

Modeling of the stress-strain state of rocks on the basis of the deformation theory of plasticity _____ 86

GEOLOGY

Grib N.N., Kuznetsov P.Yu.

Optimal density planning of exploratory wells network during pre-mining grade control drilling based on cluster arrangement of coal deposits _____ 92

ECOLOGY

Kolesnikova L.A., Novikov A.S.

The analysis of the existing techniques of assessment of environmental risks _____ 97

Slepov A.N., Lagunov A.N., Korotchenko I.S., Boyarinoва S.P., Pervyshina G.G.

Assessment of the possibility of using *Sorbus aucuparia* for the recultivation of disturbed lands near «Borodinsky» open-pit mine _____ 101

Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Zhukova V.V.

The results of a study of the conditions for the development of pine forest in the eastern sector of the internal waste dumps of the «Borodinsky» open-pit mine _____ 106

ABROAD

Vorontsov V.B., Sharipov F.F., Timofeev O.A.

Current trends in the coal market in China in the second half of 2018 _____ 110



4-7 июня 2019
Новокузнецк / Россия

XXVI Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

X Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

V Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк
т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru

www.ugolmining.ru

Встречаемся в Новокузнецке!

С 4 по 7 июня 2019 г. в г. Новокузнецке пройдут:

**XXVI Международная
специализированная выставка
«Уголь России и Майнинг»**

**X Международная
пециализированная выставка
«Охрана, безопасность труда
и жизнедеятельности»**

**V Международная специализированная выставка
«Недра России»**

Организаторы форума – выставочная компания «Кузбасская ярмарка», г. Новокузнецк (член Всемирной ассоциации выставочной индустрии, Российского союза выставок и ярмарок, Кузбасской торгово-промышленной палаты) и «Мессе Дюссельдорф ГмбХ» (Германия).

Место встречи изменить нельзя – это место – город Новокузнецк, ВК «Кузбасская ярмарка», выставка «Уголь России и Майнинг». Больше четверти века в первые дни июня сюда приезжают специалисты мирового уровня – ведущие производители горношахтного оборудования, переработчики угля, ученые и специалисты.

Международная специализированная выставка технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» и международные специализированные выставки «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» – единственный в России проект для всех отраслей горно-рудной промышленности и уникальная площадка для демонстрации новейших технологий, которая открывает зарубежным и отечественным компаниям новые горизонты сотрудничества и позволяет использовать представленные возможности для развития бизнеса.

На крупнейшей площадке выставочного комплекса «Кузбасская ярмарка» ежегодно представляются новейшее оборудование и технологии, используемые во всех сферах.

Высокий уровень выставки подтверждается знаками Российского союза выставок и ярмарок – свидетельством особого значения выставочного мероприятия для российской экономики, а также UFI – Всемирной ассоциации выставочной индустрии, что подтверждает международное признание мероприятия. По данным Общероссийского рейтинга выставок, «Уголь России и Майнинг» признана Лучшей выставкой России по тематике «Природные ресурсы. Горнодобывающая промышленность» в номинациях «Выставочная площадь», «Профессиональный интерес», «Международное признание» и «Охват рынка».

В выставках 2018 г. приняли участие более 600 экспонентов из 27 стран мира: Австрии, Великобритании, Германии, Дании, Израиля, Испании, Италии, Казахстана, Канады, Китая, Норвегии, Польши, России, Республики Беларусь, Сербии, США, Франции, Финляндии, Эстонии, Украины, Швейцарии, Швеции и Японии.

Выставка продолжает развиваться и расти год от года, неизменно предоставляя участникам и посетителям насыщенную деловую программу и все необходимые условия для продуктивной работы,



знакомства с отраслевыми новинками, установления новых контактов с партнерами, заказчиками, представителями органов власти.

Мероприятия научно-деловой программы по традиции пройдут в формате тематических дней: «День генерального директора», «День технического директора», «День главного механика» и будут посвящены вопросам промышленной и экологической безопасности.



Ковдорский ГОК, LTC1900-15 используется для осаждения и уплотнения мелкодисперсной апатит-штаффелит-магнетитовой пульпы

Эффективность применения пластинчатых сгустителей в угольной промышленности

Практика использования радиальных сгустителей в угольной отрасли Кузбасса прочно обосновалась десятилетия назад. В мае 2018 г. компания Metso совместно с компанией «Север Минералс» впервые внедрила пластинчатый сгуститель Metso IPS в производственный процесс Обоганительной фабрики «Междуреченская», адаптировав более чем сорокалетний мировой опыт Metso к угольной сфере. Специалисты обеих компаний совместно предложили инженеринговое решение, которое позволило увеличить производственную мощность фабрики, частично сократить ее издержки и использовать существующую площадь предприятия максимально эффективно.

Технологическое решение было тщательно проработано: проведены опытно-промышленные испытания пилотной установки LTS15. Их результаты позволили обосновать внедрение технологии IPS в технологический процесс фабрики. В 2016 г. выделено финансирование по проекту. В 2017 г. запущена тендерная процедура под инвестиции и организована референс-поездка в Индию для технологий ОФ «Междуреченская» с целью продемонстрировать мировой опыт компании Metso в угольной промышленности на примере трех индийских фабрик, на которых пластинчатые сгустители успешно применялись на протяжении более 15 лет.

По завершении поездки и успешно проведенных испытаний, доказавших целесообразность и потенциальную эффективность внедрения технологического решения, было принято окончательное решение о внедрении пластинчатых сгустителей. Дополнительными факторами в пользу установки стали:

- возможность увеличить производственные мощности без глобальных модернизаций за счет установки пластинчатого сгустителя в ограниченном пространстве совместно с эксплуатируемыми радиальными сгустителями;

- сокращение удельного расхода флокулянтов на 5-10% по сравнению с радиальными сгустителями за счет сокращения потребной скорости осаждения материала.

В течение восьми месяцев после ввода в эксплуатацию пластинчатый сгуститель находится в режиме непрерывной эксплуатации в операции сгущения хвостов флотации в параллели с существующими радиальными сгустителями.

Достиженные результаты:

- **Увеличение производительности технологической цепочки с минимальными инвестициями в реконструкцию.** Меньшие, относительно радиальных сгустителей, габариты позволили предприятию установить и запустить в работу пластинчатый сгуститель в рамках технического перевооружения.

Для этого специалисты компаний Metso и «Север Минералс» тщательно изучили площадку клиента, проработали инженеринговое решение и предложили такую форму сгустителя, которую удалось разместить в рамках существующего цеха на место бака чистой воды.

- Опыт эксплуатации **пластинчатого сгустителя подтверждает все технологические показатели на уровне заявленных.** Установленная система автоматизации позволяет контролировать все ключевые параметры работы оборудования и управлять процессом, задавая требуемые значения технологических параметров. Они, в свою очередь, поддерживаются системой и отслеживают информацию, поступающую от контрольно-измерительных приборов в реальном времени.

- Реализованный проект показывает **преимущество в удельной производительности на единицу занимаемой площади до четырех раз** по сравнению с «классическими» радиальными сгустителями в данном применении.

Также были проведены испытания работы сгустителя без применения флокулянтов с целью проверки его возможностей селективного осаждения (сгущения) шлама. Полученный результат: сгущенный продукт с плотностью до 300 г/л и существенной разностью зольности «твердого» в сливе и сгущенном продукте.

Технология использования пластинчатых сгустителей IPS активно внедряется в золоторудной отрасли и успешно решает специфическую проблему данного применения – большое содержание глины в питании:

- Амур золото (монтаж и запуск – 2018 г.),

- Монтаж Алдан золото (в процессе монтажа и установки, запуск – середина 2019 г.).

Дополнительная информация

Дата старта эксплуатации пластинчатых сгустителей Metso IPS в угольной отрасли России: 30.05.2018.

Площадка: АО «Обоганительная фабрика «Междуреченская» (перерабатывает уголь марок КС, ОС, ССр, Тр., производственная мощность – 4,5 млн т в год).

Модель сгустителя: LTS500-F8-E2.3 производства компании Metso.

Поставщик: АО «Север Минералс».



На разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» введен в эксплуатацию новый экскаватор KOMATSU PC-2000-8

В марте 2019 г. на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» введен в эксплуатацию новый экскаватор гидравлический обратная лопата Komatsu PC-2000-8 № 771.

Вместимость ковша новой машины составляет 12 куб. м, экскаватор на гусеничном ходу может эффективно работать с автосамосвалами грузоподъемностью 220 т; инвестиции в приобретение данной техники составили свыше 140 млн руб.

«На разрезе «Черногорский» впервые два аналогичных экскаватора были введены в эксплуатацию в конце 2017 года, – говорит генеральный директор «СУЭК-Хакасия» **Алексей Килин**. – Прошедший период показал, что техника полностью соответствует условиям использования на разрезе. По результатам работы в 2018 г. рекорды записали в свой актив экипаж экскаватора Komatsu PC-2000 № 673 во главе с бригадиром Андреем Корчагиным – 5219,2 тыс. куб. м горной массы и экипаж экскаватора Komatsu PC-2000 № 678 во главе с Прохором Бугаевым – 5531,5 тыс. куб. м. От «Комацу СНГ» мы получили письменное уведомление о том, что эти результаты являются наивысшими достижениями для экскаваторов данной модели в мире».

«Чтобы создать оптимальные условия для перехода лучших методов работы между экипажами, на разрезе «Черногорский» принято в новые бригады включать машинистов, показавших высокие результаты в составе экипажей-рекордсменов, – рассказывает директор разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» **Геннадий Шаповаленко**. – Бригадиром на новом экскаваторе Komatsu PC-2000-8 № 771 назначен Роман Минхаев, который ранее эффективно и безопасно работал в экипаже Андрея Корчагина, поэтому есть все основания ожидать, что с вводом в эксплуатацию новой машины производственное соревнование между бригадами выйдет на еще более высокий уровень».

По результатам 2018 года в ООО «СУЭК-Хакасия» производительность труда в пересчете на горную массу составила 7064 куб. м на одного сотрудника в месяц; рост за пять лет составил 207%.

CANTONI MOTOR

DRIVING YOUR BUSINESS

Электродвигатели
с 0,04 по 6000кВт
общего и специального
назначения.

Двигатели для горной
промышленности
и взрывобезопасные
двигатели.



Cantoni Motor S.A.
3 Maja 28
43-400 Cieszyn, Poland
tel. (+48 33) 813 87 00
fax (+48 33) 813 87 01
motor@cantonigroup.com

www.cantonigroup.com

РЕКЛАМА

Факторы воздействия комбайна при добыче угля на увеличение метаноотдачи массива в рабочее пространство лавы

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-8-11>

ПАВЛЕНКО Михаил Васильевич

Канд. техн. наук,
доцент кафедры БЭГП
Горного Института НИТУ «МИСис»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (915) 207-05-57,
e-mail: mihail_mggy@mail.ru

ХАЙДИНА Мария Павловна

Канд. техн. наук,
доцент кафедры РЭГиГКМ
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина,
119991, г. Москва, Россия,
e-mail: rgu.cbt@gmail.com

КУЗИЕВ Дильшат Алишерович

Канд. техн. наук,
доцент кафедры ГОТиМ
Горного института НИТУ «МИСис»,
119049, г. Москва, Россия

ПИХТОРИНСКИЙ Денис

Аспирант кафедры ГОТиМ
Горного института НИТУ «МИСис»,
119049, г. Москва, Россия

МУРАТОВ Айбулат Зайнуллоевич

Аспирант кафедры ГОТиМ
Горного института НИТУ «МИСис»,
119049, г. Москва, Россия

В статье рассматривается применение колебательных воздействий на низкопроницаемый угольный пласт в процессе разрушения угольного массива комбайном с целью увеличения искусственных систем трещин, что в конечном итоге способствует увеличению извлечения газа из твердого тела. Метод вибрационного воздействия апробирован на подземных выработках в угольном пласте шахты и является новым и эффективным способом создания новых систем газопроводящих газовых трещин. Подтверждается возможность применения угледобывающего комбайна для повышения газоотдающей поверхности и увеличения проницаемости низкопроницаемого угольного массива, вибрационное воздействие в угольном массиве в области резонансных частот при работе угольного комбайна с целью формирования предельных разрушающих напряжений в газоносном угольном пласте и создания обширной и равномерной зоны искусственных трещин в массиве.

Ключевые слова: вибрация, трещины, метан, способ, воздействие, комбайн, массив.

ВВЕДЕНИЕ

При работе угольного комбайна появляется вибрация, обусловленная механическим соударением резцов об угольный массив и разрушением угольных блоков режущими зубками комбайна. Рассмотрим вибрационное воздействие, которое возникает в процессе разрушения угля комбайном [1, 2]. При этом количество выделившегося метана в процессе вибровоздействия при соударении зубков о пласт при разрушении угля существенно увеличивается. Повышение содержания метана в атмосфере рабочего пространства вблизи угольного комбайна можно объяснить приростом величины содержания его за счет дополнительного увеличения газоотдающей поверхности и переходом этого дополнительного объема метана в свободное состояние, выделяющегося в атмосферу горной выработки в процессе вибровоздействия на угольный массив [3, 4, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Скорость перемещения отечественных выемочных комбайнов при отбойке угля с сопротивляемостью резанию $A = 100$ кН/м не превышает 4,6 м/мин у широко применяемого комбайна типа 2К-52 и 4,2 м/мин у комбайна типа 2КШ-3, при этом максимальная глубина серповидного реза соответственно равна 4,5 и 4,9 см [6].

При сопротивляемости резанию 300 кН/м скорость подачи названных комбайнов составляет всего 1,5 и 1,4 м/мин, а максимальная глубина серповидного реза – 1,5 и 1,8 см соответственно.

Увеличение глубины резания пласта резами добычно-го комбайна будет сопровождаться изменением частотных характеристик вибровоздействия. При количестве резцов, а их насчитывается 45 ед. на шнеке 2КШ-3, только половина из них постоянно участвует в разрушении угля ($n_{ш} = 22,5$).

Известно, что скорость подачи очистного комбайна со шнековым исполнительным органом может быть выражена зависимостью [6]:

$$V_n = h_m \cdot n_{ш} \cdot n_1 \text{ м/мин}, \quad (1)$$

где $n_{ш}$ – скорость вращения шнека, мин^{-1} ; n_1 – количество резцов в одной линии резания.

Потенциальная производительность комбайна может определяться по формуле А.В. Топчиева и В.И. Солода [5]:

$$Q = V_n \times m \times B, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2)$$

где Q – теоретическая производительность комбайна; V_n – скорость подачи комбайна при отбойке угля, м/мин; B – ширина захвата комбайна, м; m – вынимаемая мощность пласта угля, м; γ – объемный вес угля в массиве, т/м.

Метановыделение из угольного массива при разрушении его комбайном можно описать математически [7, 8], при этом выделить как отдельный процесс метановыделения при вибровоздействии в процессе разрушения угольного массива при работе комбайна при добыче.

Резание угля носит циклический характер, а именно, скалывание, дробление и переизмельчение массива [9, 10].

Цикл разрушения угольного массива комбайном можно рассматривать как последовательность этапов:

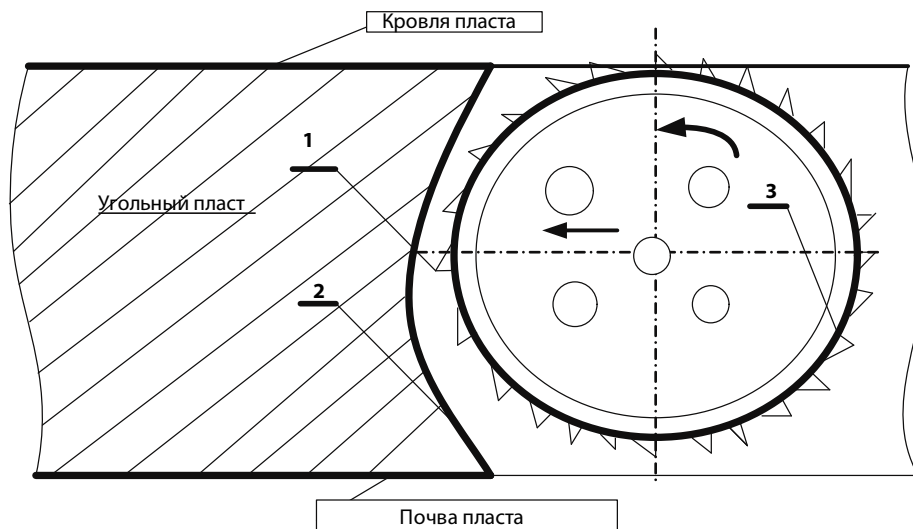
– при движении резца по угольному массиву его усилие частично передается на угольный массив, и происходит его разрушение (см. рисунок);

– параллельно в процессе работы и разрушения угля режущими зубками комбайна наблюдается вибрация. Увеличение частоты соударения зубков ведет к увеличению частоты вибрации передаваемой в массив угольного пласта. Вследствие многократных ударов резца об угольный забой наступает процесс увеличения метановыделения. Это связано с тем, что дополнительный объем метана выделяется при внесении дополнительной энергии вибровоздействия на систему «уголь+метан» с последующим разделением ее на составляющие уголь и метан [5, 11].

Метановыделение на выемочном участке определяют по производительности комбайна очистного забоя, полезной мощности и природной метаносности разрабатываемого пласта, мощности угольного массива и метаносности сближенных пластов угля, расположенных в кровле и почве разрабатываемого пласта, оно может определяться по формуле [6]:

$$I_{уч} = j[x_{пл}(1 - \kappa_e) - x_1] + \frac{A_c}{1440} \left[\frac{m_i}{m_b} (x_{c.п} - x'_{c.п}) \cdot \left(1 - \frac{M_i}{M_p} \right) \right] I_{пор}, \quad (3)$$

где $I_{уч}$ – метановыделение на выемочном участке, $\text{м}^3/\text{мин}$; j – производительность угледобывающей техники в очистном забое, т/мин; $x_{пл}$ – метаносность разрабатываемого пласта, $\text{м}^3/\text{т}$ с.б.м.; κ_e – степень естественной дегазации разрабатываемого пласта, доли ед.; x_1 – остаточная метаносность отбитого в забое угля на выходе из выемочного участка, $\text{м}^3/\text{т}$ с.б.м.; A_c – добыча угля в очистном забое, т/сут.; m_i – мощность i -го сближенного пласта в зоне влияния очистного забоя, м; m_b – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м; $x_{c.п}$ – метаносность i -го сближенного угольного пласта, $\text{м}^3/\text{т}$ с.б.м.; $x'_{c.п}$ – метаносность i -го сближенного угольного пласта после естественной его дегазации, $\text{м}^3/\text{т}$ с.б.м.; M_i – расстояние от раз-



Процесс разрушения угольного пласта исполнительным органом комбайна: 1 – зубки передней части исполнительного органа комбайна, находящиеся в контакте с угольным пластом; 2 – поверхность угольного пласта, разрушаемая зубками комбайна; 3 – зубки комбайна, не находящиеся в контакте с угольным забоем

Fig. The process of destruction of coal seam by executive body of combine: 1 – the teeth of the front part of the executive body of the combine which are in contact with the coal seam; 2 – surface of the coal seam destructed by teeth of combine; 3 – combine teeth which are not in contact with the coal face

Основные технические параметры комбайна

Диаметр исполнительных органов, мм	800–1400
Максимальная производительность при сопротивлении угля резанию 360 кН/м, т/ч	1200
Обороты исполнительного органа, об/мин ⁻¹	47–60
Скорость подачи комбайна, м/мин	0–11,5
Мощность эл. двигателей, кВт:	
– рабочие	2×250
– передвижки	2×30
– общая	567,5

рабатываемого пласта до i -го сближенного пласта угля, м; M_p – предельное расстояние разгружающего действия очистного забоя в кровле/почве пласта, м; $I_{пор}$ – метано-выделение из пород, м³/мин.

Однако при этом расчете не учитывается то, что идет интенсификация выделения метана из толщи угля ввиду вибрационного воздействия на него и звукового фактора, как от работы самого комбайна, так и от соударения резов об угольный забой.

При резании рабочим резцом комбайна возникают высокие контактные напряжения, образуя механическое воздействие на массив угля с появлением вибрационного эффекта в пласте. Резец воздействует лишь на часть угольного массива, расположенную по линии резания угольного массива. При этом энергия, подводимая к резцу, расходуется на скалывание, дробление угля и развитие трещин в массиве дальше линии контакта с забоем. Однако последние (1969 г.) исследования, проведенные проф. А.Г. Фроловым и другими учеными ИГД им. А.А. Скочинского, показывают, что энергия, передаваемая резцу, расходуется не только в верхней зоне, но и почти в такой же мере и в нижней зоне контакта с забоем пласта. Энергия здесь затрачивается на образование новых систем трещин, при этом в массиве распространяется интенсивная звуковая и механическая вибрация.

Резцы выемочных машин отбивают стружку угля от пласта в результате непрерывного статического и динамического воздействий – в этот момент и возникает вибрация в угольном массиве.

Увеличивается поверхность обнажения угольного пласта как по мощности, так и на глубину захвата. Разрушение угля осуществляется, как правило, радиальными или тангенциальными резцами. Основная площадь режущей части резца в контакте с массивом угля при определенных частотах испытывает резонанс в пласте, который сопровождается непрерывным колебанием отдельных блоков угля. По мере увеличения скорости движения комбайна напряжение впереди разрушаемого угольного массива на участке контакта резца с забоем угля возрастает. При этом сила, необходимая для переизмельчения уже отбитого угля, снижается.

По мере движения комбайна увеличиваются вибрационное воздействие и влияние акустического сигнала на массив, что существенно вносит свой вклад в разделение системы «уголь+метан». Это является одним из основных источников интенсификации метаноотдачи, который образуется в процессе непрерывного трещинообразования в угольном массиве.

На основании длительных наблюдений среднее математическое ожидание объема выделяемого метана из обна-

женной поверхности угольного пласта в лаве обычно составляет 4,2–5,1 м³/мин.

Количество выделившегося метана из угля, который разрушается в процессе добычи комбайном, может быть описано следующей формулой:

$$V_{ду} = V_k \cdot (V_{дк} \pm D_{ду}), \quad (4)$$

где $V_{ду}$ – объем выделения метана из добываемого угля (м³/мин); V_k – скорость движения комбайна, м/мин; $V_{дк}$ – объем выделения метана из добываемого угля при движении комбайна со скоростью 1 м/мин (м³/мин·м); $D_{ду}$ – дисперсия объема выделения метана из добываемого угля, м³/мин.

С учетом технических характеристик комбайна, а также опытным путем получены следующие значения выделения метана при добыче угля:

- скорость движения комбайна – 1–10 м/мин;
- объем выделения метана из добываемого угля при движении комбайна со скоростью 1 м/мин – 0,65 м³;
- дисперсия объема выделения метана из добываемого угля – 0,07 м³.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из проведенных исследований установлено [5, 6], что метановыделение из отбитого угля, с точки зрения фундаментальных законов метаноотдачи, представляет собой процесс метаноотдачи из угольного массива, обусловленный волновым и механическим воздействием на уголь.

Таким образом, наличие вибрации в процессе разрушения резцами комбайна угольного массива приводит к значительному вкладу в общий баланс метановыделения в рабочее пространство лавы, так как это стимулирует увеличение газоотдачи из вновь образовавшихся разрушенных угольных блоков.

Список литературы

1. An improved model of gas flow in coal based on the effect of penetration and diffusion / J.P. Wei, H.L. Wang, D.K. Wang, B.H. Yao // Journal of China University of Mining & Technology. 2016. Vol. 45. N 5. Pp. 873–878.
2. Effect of protective coal seam mining and gas extraction on gas transport in a coal seam / B. Yao, Q. Ma, J. Wei, J. Ma, D. Cai // International Journal of Mining Science and Technology. 2016. Vol. 26. N 4. Pp. 637–643.
3. Rock burst monitoring by integrated microseismic and electromagnetic radiation methods / X.L. Li, E.Y. Wang, Z.H. Li, Z.T. Liu, D.Z. Song, L.M. Qiu // Rock Mechanics & Rock Engineering. 2016. Vol. 49. N 11. Pp. 4393–4406.

4. State of the art review on mechanism and prevention of coal bumps in China / Y.-D. Jiang, Y.-S. Pan, F.-X. Jiang, L.-M. Dou, Y. Ju // *Journal of the China Coal Society*. 2015. Vol. 39. N 2. Pp. 205–213. (Chinese).

5. Павленко М.В. Управление процессом метаноотдачи из низкопроницаемого угольного пласта на основе вибрационного воздействия // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2016. № 7. С. 306-312.

6. Машины и оборудование подземных горных работ: Учебно-методический комплекс / Сост. Д.А. Юнгмейстер. СПб.: СПГГУ, 2017. 117 с.

7. Mohammadi Azizabadi HR, Mansouri H., Fouché O. Coupling of two methods, waveform superposition and numerical, to model blast vibration effect on slope stability in jointed rock masses // *Computers and Geotechnic*. 2014. Pp. 40-42.

8. Enhance hydraulic fractured coalbed methane recovery by thermal stimulation / H. Wang, H. Merry, G. Amorer, B. Kong. In Proceedings of the SPE/CSUR Unconventional Resources Conference on Society of Petroleum Engineers. SPE 175927. Muscat. Oman. January 2015.

9. Ayunov D.E., Permyakov M.E., Yushin V.I. Seismothermal Effect in Operation of Vibro-Source on Bystrovsk Test Ground, Proc. 8th Int. Cong. GEO-Sibir-2012. Vol. 3. Novosibirsk: SGGA, 2013.

10. Saadat M., Khandelwal M., Monjezi M. An ANN-based approach to predict blast-induced ground vibration of Gol-E-Gohar iron ore mine, Iran // *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2014. P. 67-76.

11. Yushin V.I., Ayunov D.E. Thermal Effect in Soil under Vibration Impact, Proc. Int. Conf. Geo-Sibir-2014, Vol. 3, Novosibirsk: SGGA, 2014.

UNDERGROUND MINING

UDC 622.232.72:534.232:622.411.33 © M.V. Pavlenko, M.P. Khaidina, D.A. Kuziev, D. Pihorinskiy, A.Z. Muratov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 8-11

Title

IMPACTS OF THE COMBINE HARVESTER IN THE PRODUCTION OF COAL TO INCREASE METHANE RECOVERY ARRAY IN THE WORKSPACE LAVA

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-8-11>

Authors

Pavlenko M.V.¹, Khaidina M.P.², Kuziev D.A.¹, Pihorinskiy D.¹, Muratov A.Z.¹

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

² Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, 119991, Russian Federation

Authors' Information

Pavlenko M.V., PhD (Engineering), Associate Professor of department of Mining Institute, tel.: +7 (915) 207-05-57, e-mail: mihail_mggy@mail.ru

Khaidina M.P., PhD (Engineering), Associate Professor of department, e-mail: rgu.cbm@gmail.com

Kuziev D.A., PhD (Engineering), Associate Professor of department of Mining Institute

Pihorinskiy D., Graduate student of department of Mining institute

Муратов А.З., Graduate student of department of Mining institute

Abstract

The paper deals with the application of vibrational effects on the low-permeable coal formation in the process of coal mine destruction by combine in order to increase the artificial crack systems, which ultimately contributes to the increase of gas extraction from the solid. The method of vibration impact is tested on underground workings in the coal mine and is a new and effective way to create new systems of gas-conducting gas cracks. The possibility of using a coal-mining combine to increase the gas-yielding surface and increase the permeability of low-permeable coal mass is confirmed. Vibration impact in the coal massif in the area of resonant frequencies during the coal combine operation in order to form the ultimate destructive stresses in the gas-bearing coal seam and create a vast and uniform zone of artificial cracks in the massif.

Figures:

Fig. The process of destruction of coal seam by executive body of combine: 1 – the teeth of the front part of the executive body of the combine which are in contact with the coal seam; 2 – surface of the coal seam destructed by teeth of combine; 3 – combine teeth which are not in contact with the coal face

Keywords

Vibration, Cracks, Methane, Method, Effect, Combine, Array, Increase.

References

1. Wei J.P., Wang H.L., Wang D.K. & Yao B.H. An improved model of gas flow in coal based on the effect of penetration and diffusion. *Journal of China University of Mining & Technology*, 2016, Vol. 45(5), pp. 873–878.

2. Yao B., Ma Q., Wei J., Ma J. & Cai D. Effect of protective coal seam mining and gas extraction on gas transport in a coal seam. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2016, Vol. 26(4), pp. 637–643.

3. Li X.L., Wang E.Y., Li Z.H., Liu Z.T., Song D.Z. & Qiu L.M. Rock burst monitoring by integrated microseismic and electromagnetic radiation methods. *Rock Mechanics & Rock Engineering*, 2016, Vol. 49(11), pp. 4393–4406.

4. Jiang Y.-D., Pan Y.-S., Jiang F.-X., Dou L.-M. & Ju Y. State of the art review on mechanism and prevention of coal bumps in China. *Journal of the China Coal Society*, 2015, Vol. 39(2), pp. 205–213. (Chinese).

5. Pavlenko M.V. Upravleniye protsessom metanootdachi iz nizkopronitsayemogo ugol'nogo plasta na osnove vibratsionnogo vozdeystviya [Managing the process of methane recovery from a low-permeable coal seam on the basis of vibration exposure]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2016, No. 7, pp. 306-312.

6. Jungmeister D.A. *Mashiny i oborudovaniye podzemnykh gornykh robot: Uchebno-metodicheskiy kompleks* [Machinery and equipment for underground mining: Teaching complex]. Saint-Petersburg, SPGGU Publ., 2017, 117 p.

7. Mohammadi Azizabadi HR, Mansouri H. & Fouché O. Coupling of two methods, waveform superposition and numerical, to model blast vibration effect on slope stability in jointed rock masses. *Computers and Geotechnic*, 2014, pp. 42-40.

8. Wang H., Merry H., Amorer G. & Kong B. Enhance hydraulic fractured coalbed methane recovery by thermal stimulation. In Proceedings of the SPE/CSUR Unconventional Resources Conference on Society of Petroleum Engineers. SPE 175927. Muscat, Oman, January 2015.

9. Ayunov D.E., Permyakov M.E. & Yushin V.I. Seismothermal Effect in Operation of Vibro-Source on Bystrovsk Test Ground, Proc. 8th Int. Cong. GEO-Sibir-2012, Vol. 3, Novosibirsk, SGGA, 2013.

10. Saadat M., Khandelwal M. & Monjezi M. An ANN-based approach to predict blast-induced ground vibration of Gol-E-Gohar iron ore mine, Iran. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2014, pp. 67-76.

11. Yushin V.I. & Ayunov D.E. Thermal Effect in Soil under Vibration Impact, Proc. Int. Conf. Geo-Sibir-2014, Vol. 3, Novosibirsk, SGGA, 2014.

Администрация Кемеровской области информирует

В работе всероссийского съезда угольщиков в Междуреченске приняли участие порядка 400 угольщиков России



19 марта 2019 г. губернатор Кемеровской области Сергей Цивилев дал старт работе масштабного совещания по промышленной безопасности с участием руководителей и инженерно-технических работников угольных предприятий России, представителей профильных ведомств и учебных заведений.

Так, начальник управления по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору **Геннадий Ермак** доложил участникам съезда, что наибольшее количество жертв при добыче угля приносят взрывы газа и угольной пыли, обрушения горной массы, на подземном ленточном конвейерном транспорте и при обслуживании машин и механизмов, а основной причиной смертельного травматизма по-прежнему остается «человеческий фактор».

«Для объективной оценки состояния промышленной безопасности на опасных производственных объектах и своевременного реагирования разработаны требования о передаче в Ростехнадзор данных о критическом изменении контрольных параметров. В основе такой коммуникации находятся многофункциональные системы безопасности (МФСБ). Наличие в Ростехнадзоре и на предприятиях объективных данных, позволит прогнозировать возможность аварии, своевременно реагировать на аварию, открыто принимать управленческие решения, точно распоряжаться имеющимися ресурсами, исключить необо-

снованные проверки, минимизировать коррупционные риски», – отметил **Геннадий Ермак**.

Как сообщил начальник отдела промышленной безопасности и экологии в угольной промышленности Министерства энергетики Российской Федерации **Валерий Гришин**, затраты на промышленную безопасность и охрану труда устойчиво растут и составили в 2018 г. 12 819,7 млрд руб. Из этой суммы 44% затрачивается на обеспечение мероприятий по предупреждению опасных и вредных производственных факторов, 23% – на оснащение шахт современными системами контроля состояния и прогноза развития явлений, потенциально способных привести к авариям и смертельному травматизму.

«В текущем году рабочая группа при Минэнерго России для формирования комплекса мер, направленных на повышение безопасности и улучшение условий труда в угольной промышленности, подготовит ряд предложений. В основу лягут проекты нормативных документов по аэрологической безопасности угольных шахт, организации маршрутов эвакуации людей из шахты и движения аварийно-

спасательных формирований при авариях. Также будут использованы данные системы оптического контроля оператора (ОКО) повышающей безопасность перевозок, руководства Ростехнадзора по безопасности по взрывозащите горных выработок и опыт короткозобойных систем разработки на шахтах России и за рубежом», – анонсировал **Валерий Гришин**.

В рамках съезда заместитель руководителя Госинспекции труда в Кемеровской области **Валерий Бучнев** доложил о состоянии охраны труда в угольной отрасли. Кемеровский межрайонный прокурор по надзору за исполнением законов в угледобывающей отрасли **Евгений Шарафутдинов** рассказал о практике прокурорского надзора за исполнением угольщиками Кузбасса законодательства в сфере охраны труда и промышленной безопасности. Опытом работы профсоюзных организаций в области охраны труда на предприятиях угольной отрасли в 2018 г. поделился председатель Российского независимого профсоюза работников угольной промышленности **Иван Мохначук**.

С целевой программой профилактики болезней системы кровообращения у работников угольных предприятий участников съезда познакомила заместитель губернатора Кемеровской области по вопросам социального развития **Елена Малышева**. Заместитель губернатора выступила с предложением апробировать ее в пилотных территориях – в Анжеро-Судженске, Ленинске-Кузнецком и Междуреченске, а в последующем распространить опыт на весь регион. В состав разработчиков проекта должны войти представители департамента охраны здоровья населения области, муниципалитетов, угольных предприятий, областного кардиологического диспансера и Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, профильных отделов Администрации Кемеровской области, областного медицинского колледжа и Кемеровского государственного медицинского университета. «Необходимо возрождать в территориальных поликлиниках специализированные амбулаторно-поликлинические участки. Они должны выполнять задачи по полноценной диспансеризации работников угольной отрасли, лечению и диспансерно-

му наблюдению, составлению индивидуальных программ профилактики болезни системы кровообращения. Таким образом, появится постоянно действующий механизм определения риска и профилактики болезни системы кровообращения, функционирующий за счет средств ОМС», — отметила **Елена Мальшева**.

О реализации областного закона «О мерах по выявлению на территориях угледобывающих и горнорудных предприятий лиц, находящихся в состоянии алкогольного, наркотического и токсического опьянения» рассказал главный нарколог Сибирского федерального округа, главный нарколог Кемеровской области **Андрей Лопатин**. «В Кузбассе накоплен успешный опыт сотрудничества наркологической службы с собственниками промышленных предприятий. Был обучен медперсонал, переоснащены медпункты угольных компаний. За 10 лет нам удалось добиться серьезного снижения фактов выявления сотрудников в состоянии наркотического или алкогольного опьянения. Вместе с тем, необходимо продолжать и совершенствовать эту работу, закупать диагностические системы для выявления злоупотребления алкоголем и хронической интоксикации организма, определения новых видов наркотических средств», — отметил **Андрей Лопатин**.

На основе комплексного изучения ситуации, приводящих к авариям на угольных предприятиях и обмена опытом по применению новейших практик в сфере промышленной безопасности рабочей группой сформирован ряд рекомендаций. В том числе Сибирскому управлению Ростехнадзора должно ужесточить способы надзорной деятельности, в том числе проводить проверки без уведомления и в полной мере использовать права дисквалификации руководителей и специалистов за несоответствие промышленной безопасности требованиям закона и угрозу жизни людей. Государственной инспекции труда в Кемеровской области при проверках уделять пристальное внимание качеству медицинских осмотров, проверкам перед спуском сотрудников в шахту, обращать внимание на наличие своевременного обучения работников. Руководителям угольных предприятий резолюцией предписано при разработке планов ведения горных работ одной из приоритетных задач считать снижение негативных воздействий на окружающую среду, население и тер-

риторию области и активнее внедрять мероприятия, поддерживающие реализацию регионального комплексного проекта «Чистый уголь – чистый Кузбасс».

Наша справка.

С 2011 по 2018 гг. в законодательство Российской Федерации внесены изменения ужесточающие требования безопасности и санкции в отношении нарушителей этих требований. На угольных шахтах внедрена дегазация и многофункциональные системы промышленной безопасности. Приняты новые инструкции и федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, среди которых «Правила безопасности в угольных шахтах». Сегодня статистика показывает снижение количества аварий и несчастных случаев со смертельным исходом на угольных предприятиях. Например, с 2010 г. аварийность уменьшилась в 4,4 раза, а количество смертельных случаев – в 7,9 раз. При этом, ввод новых требований не оказал ограничивающего воздействия на бизнес. Объем угледобычи постоянно увеличивается, и в 2018 г. стал рекордным для постсоветской России – 439,3 млн т.

Администрация Кемеровской области информирует

В Кузбассе введут «Золотые правила безопасности труда» для работников угольных компаний

В рамках Всероссийского съезда руководителей угольной промышленности прошло совещание, посвященное технике безопасности и охране труда на угольных предприятиях.

В мероприятии приняли участие представители Ростехнадзора, прокуратуры Кемеровской области, иных надзорных органов и специалисты угольных компаний.

Результатом совещания стало решение внедрить на предприятиях угольной отрасли именные буклеты «Золотые правила безопасности труда». В такой карманной книжке будут расписаны полномочия работника, правила обеспечения безопасности и сохранения жизни, а также информация о видах ответственности и нарушениях промышленной безопасности охраны труда, принципы работы отдельных специалистов.

Заместитель губернатора **Андрей Панов** подчеркнул, что приоритетом в работе по охране труда является изменение культуры поведения всех работников компаний в отношении промышленной безопасности. «Поэтому введение таких буклетов необходимо и позволит уменьшить количество несчастных случаев. Мы рекомендуем внедрять такие правила во всех угольных компаниях Кузбасса, чтобы работники понимали, какие необходимо принимать меры, не допуская нарушений и аварий на производстве», — добавил заместитель губернатора.

Так, АО ХК «СДС-Уголь» совместно с Администрацией Кемеровской области уже разработало и внедри-

ло карманный буклет-памятку «Золотые правила безопасности труда на предприятиях АО ХК «СДС-Уголь». Эти «Золотые правила» содержат ключевые требования безопасного выполнения работ, сформированные на основе опыта ведущих угледобывающих компаний в области промышленной безопасности и охраны труда. Требования, включенные в памятку, обязательны для выполнения всеми работниками, а также персоналом подрядных организаций. «Думаю, что «Золотые правила» АО ХК «СДС-Уголь» должны быть взяты за основу на кузбасских угольных предприятиях, внедрены и доведены до каждого работника», — заключил **Андрей Панов**.

Перспектива применения антипирогенов для предотвращения самовозгорания складов угля

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-14-19>

ПОРТОЛА Вячеслав Алексеевич

Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры аэрологии,
охраны труда и природы
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (905) 913-74-29,
e-mail: portola2@yandex.ru

ЖДАНОВ Александр Николаевич

Заместитель начальника управления
АО «СУЭК-Кузбасс»,
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,
тел.: +7 (38456) 9-33-11,
e-mail: suek-kuzbass@suek.ru

БОБРОВНИКОВА Алена Александровна

Канд. хим. наук,
доцент кафедры химии, технологии
неорганических веществ и наноматериалов
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (913) 307-66-38,
e-mail: bobrownickowa.al@yandex.ru

Очаги самовозгорания, возникающие на угольных складах при длительном хранении угля, наносят большой экономический ущерб предприятиям, угрожают жизни и здоровью людей. Проведенные лабораторные исследования показали, что для предотвращения развития эндогенных пожаров можно управлять длительностью инкубационного периода самовозгорания угля. Применение водных растворов антипирогенов уменьшает скорость сорбции кислорода углем, что позволяет замедлить процесс самовозгорания за счет снижения количества выделяющегося тепла. Одновременно увеличиваются потери тепла на нагревание и испарение жидкости. Исследованные антипирогены уменьшают константу скорости сорбции кислорода в 1,5-2 раза, а количество влаги увеличивается на 5-10%, что позволяет увеличить длительность инкубационного периода в 2-2,5 раза. Проведенные расчеты показывают, что доля хранимого на складе угля, обрабатываемого раствором антипирогена, существенно снижается с увеличением высоты угольного склада. В меньшей степени снижается доля обрабатываемого угля с ростом площади основания угольного склада. Количество антипирогена, необходимого для предотвращения эндогенного пожара на складе угля, может составлять несколько десятков тонн.

Ключевые слова: самовозгорание угля, угольный склад, антипироген, сорбционная активность угля по отношению к кислороду, инкубационный период самовозгорания, предупреждение эндогенных пожаров.

ВВЕДЕНИЕ

Процессы самовозгорания, возникающие в окисляющихся кислородом воздуха веществах, представляют опасность для окружающей природной среды, угрожают здоровью и жизни людей. Среди распространенных веществ, окисляющихся при естественной температуре окружающей среды, наиболее подвержен самовозгоранию уголь. Дробление пластов угля в процессе добычи приводит к выделению метана и сорбции кислорода на образующиеся и открывающиеся поверхности частиц угля. В результате разрыва макромолекул на создаваемых поверхностях возникают активные центры, начинающие взаимодействовать с кислородом с образованием промежуточных комплексов и продуктов окисления. При благоприятных внешних условиях тепло, выделяющееся при окислении угля, приводит к повышению температуры скопления угля. Исследованию процесса самовозгорания угля посвящены работы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Для борьбы с самовозгоранием угля предложены различные способы и средства [8, 9, 10].

На земной поверхности очаги самовозгорания зачастую возникают в породных отвалах и угольных складах. Ущерб, наносимый открытыми горными работами окружающей среде [11, 12, 13], существенно увеличивается при нагреве угля и горных пород. В породных отвалах из-за низкой концентрации горючего вещества процесс самовозгорания развивается медленно, и в случае регулярного контроля температуры горной массы удастся своевременно обнаружить начало процесса и предотвратить возникновение эндогенного пожара. Химическая активность угля, хранимого на складах, значительно выше, чем у пород отвалов, поэтому процесс самовозгорания протекает быстро. Инкубационный период склонного к самовозгоранию угля, как правило, не превышает 1,5-2 месяца, а сроки хранения на угольных складах нередко достигают четырех и более месяцев. В основном это происходит по причине несвоевременной отгрузки угля, снижения потребления горючего в периоды высокопроизводительной добычи.

В случае если срок хранения угля в штабелях превышает инкубационный период самовозгорания, необходимы

мероприятия, позволяющие предотвратить развитие эндогенного пожара. Одним из наиболее доступных способов увеличения инкубационного периода самовозгорания угля является применение антипирогенов [1, 14], снижающих сорбционную активность угля по отношению к кислороду. В каждом конкретном случае необходим подбор вида и количества применяемого антипирогена, позволяющего избежать возникновения эндогенного пожара за время хранения угля.

ВЛИЯНИЕ АНТИПИРОГЕНОВ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИНКУБАЦИОННОГО ПЕРИОДА САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ

Длительность инкубационного периода процесса самовозгорания равна времени, за которое скопление угля нагревается за счет реакций окисления до критической температуры, равной для каменных углей 90-130°C. Длительность инкубационного периода для угля можно определить по выражению [15]:

$$\tau_{\text{инк}} = \frac{C(T_k - T_0) + 0,6jW + q_d X}{24\alpha U^{0,45} C_o q_o} \tag{1}$$

где: C – теплоемкость угля, кал/(г·К); T_k – критическая температура самовозгорания угля, °С; T_0 – начальная температура угля, °С; j – теплота испарения воды, кал/г; W – начальная влажность угля, доли ед.; q_d – удельная теплота десорбции метана, кал/мл; X – природная газоносность угля, мл/г; U – константа скорости сорбции кислорода углем, мл/(г·ч); C_o – концентрация кислорода на входе в угольное скопление, доли ед.; q_o – удельная теплота сорбции кислорода воздуха углем, кал/мл.

Анализируя уравнение (1), можно сделать вывод, что для увеличения длительности инкубационного периода самовозгорания можно использовать добавку воды в угольное скопление, также снижение константы скорости сорбции кислорода углем. Поэтому наиболее приемлемым путем предотвращения возникновения эндогенных пожаров в период хранения угля в штабелях является обработка скоплений водным раствором антипирогена. Применение такой обработки штабелей уменьшит количество поглощаемого углем кислорода, что приведет к сокращению выделения тепла. Одновременно возникнут дополнительные потери тепла из скопления угля на нагрев и образование паров жидкости, выносимых в окружающее пространство.

Для оценки возможности увеличивать длительность инкубационного периода самовозгорания были проведены

исследования влияния различных веществ на константу скорости сорбции угля. Пробы угля отбирались в забое обрабатываемого пласта 78 разреза «Камышанский». Мощность пласта средняя – 20,4 м, угол залегания – 12°, газоносность – 0,1 см³/г. Уголь пласта имеет зольность 8,5%, выход летучих – 37,4%. Начальная влажность угля составляет 6,4%. Масса исследованных проб угля равнялась 80 г. В эксперименте исследовалось влияние на сорбционную активность угля следующих составов:

- водный раствор антипирогена «А»;
- 20%-ный водный раствор карбамида;
- 20%-ный водный раствор гашеной извести;
- 1%-ный водный раствор пенообразователя «П».

С целью определения сорбционной активности угля отобранную пробу измельчают, просеивают на ситах для выделения фракции 1-3 мм. Затем пробы угля перемешивали с отобранными антипирогенами и помещали в сорбционный сосуд. Для оценки эффективности воздействия составов на сорбционную активность исследовалась и проба необработанного угля. Вычисление константы скорости сорбции кислорода углем производилось по формуле:

$$U = -\frac{V}{M\tau} \ln \frac{C_A(1 - C_o)}{C_o(1 - C_A)} \tag{2}$$

где: V – объем воздуха, находящийся в соприкосновении с углем, см³; M – масса пробы угля, г; τ – время контакта воздуха с углем, ч; C_o – начальная концентрация кислорода в сосуде, доли ед.; C_A – концентрация кислорода через время τ , доли ед.

Эксперименты показали, что по мере проведения опыта химическая активность угля уменьшается, что объясняется образованием слоя окисленного угля, препятствующего проникновению кислорода к активным центрам. Поэтому в течение эксперимента определяют константы скорости сорбции через 25, 72 и 120 ч контакта угля с воздухом, затем рассчитывают среднеарифметическое значение, которое является основным показателем химической активности угля и обозначается U_{25} .

Для оценки влияния количества антипирогена на константу скорости сорбции кислорода использовали добавку 3%-ного водного раствора антипирогена «А» в количестве 5, 10 и 15% от массы пробы угля. Результаты изменения константы скорости сорбции кислорода углем после обработки различными составами приведены в табл. 1.

Приведенные данные показывают, что уголь пласта 78 очень активен по отношению к кислороду, что делает его склонным к самовозгоранию. Анализируя изменение кон-

Таблица 1

Изменение константы скорости сорбции угля, см³/(г·ч)

Вид обработки угля	Длительность выдержки угля, ч			U_{25} см³/(г·ч)
	24	72	120	
Уголь без обработки	0,1690	0,0980	0,0745	0,1138
Уголь+8 г 1%-ного раствора «А»	0,1156	0,0641	0,0471	0,0756
Уголь+8 г 3%-ного раствора «А»	0,1275	0,0706	0,0525	0,0835
Уголь+4 г 3%-ного раствора «А»	0,1499	0,0849	0,0648	0,0999
Уголь+12 г 3%-ного раствора «А»	0,1176	0,0638	0,0473	0,0762
Уголь+8 г 20%-ного раствора гашеной извести	0,1012	0,0571	0,0416	0,0666
Уголь+8 г 20%-ного раствора карбамида	0,0852	0,0512	0,0341	0,0568
Уголь+8 г 1%-ного раствора «П»	0,0951	0,0565	0,0399	0,0638
Уголь+8 г 5%-ного раствора «А»	0,0850	0,0464	0,0297	0,0537

станты скорости сорбции кислорода углем после обработки различными составами, можно сделать вывод, что наблюдается снижение константы скорости сорбции кислорода углем после воздействия всех жидких составов, что позволяет использовать их в качестве антипирогенов для предупреждения самовозгорания угля.

Наибольшее снижение химической активности угля наблюдается после обработки водным раствором антипирогена «А» в концентрации 5%. Расчет показывает, что среднее значение сорбционной активности угля после такой обработки снижается в 2,12 раза. Второе место по эффективности занимает раствор карбамида, однако его концентрация составляет 20%, что увеличивает расход антипирогена в пять раз по сравнению с составом «А».

Константа скорости сорбции кислорода углем после обработки остальными жидкими составами снижается в среднем в 1,3-1,4 раза по сравнению с необработанными пробами. С течением времени константа скорости сорбции кислорода углем снижается у всех обработанных и необработанных проб угля. Однако темпы снижения химической активности обработанного угля выше. Так, необработанный уголь через 120 ч снизил химическую активность в 2,26 раза (с 0,1690 до 0,0745 см³/(г·ч)), а уголь, обработанный 5%-ным раствором антипирогена «А», уменьшил активность в 2,86 раза (с 0,0850 до 0,0297 см³/(г·ч)).

Влияние количества антипирогена, поданного в уголь, можно оценить на примере 3%-ного раствора «А». Результаты изменения сорбционной активности угля после обработки различным количеством антипирогена приведены на рис. 1.

Приведенные данные показывают, что увеличение добавки водного раствора антипирогена «А» до 10-12% резко снижает константу скорости сорбции кислорода углем. Дальнейшее увеличение количества антипирогена менее эффективно и незначительно уменьшает сорбционную активность угля.

Используя формулу (1), можно определить длительность инкубационного периода самовозгорания после обработки не только в зависимости от вида используемого состава, но и от поданного количества антипирогена. В табл. 2 приведены численные значения инкубационного периода самовозгорания после обработки угля водными растворами антипирогена в различных количествах.

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что жидкие составы замедляют процесс самовозгорания, увеличи-

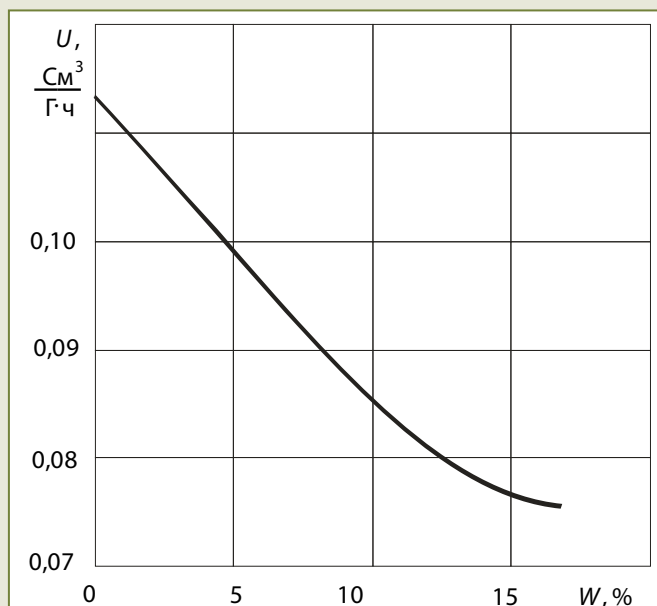


Рис. 1. Изменение константы скорости сорбции кислорода в зависимости от количества внесенного антипирогена
Fig. 1. The change in the rate of oxygen sorption rate depending on the amount of antipyrrogen introduced

вая тем самым длительность инкубационного периода. Существенное замедление процесса самовозгорания обусловлено увеличением влажности угля. Добавка жидкости отнимает значительное количество тепла из окисляющегося угля на нагрев воды и ее испарение. Вторым фактором, замедляющим процесс самовозгорания, является снижение генерации тепла за счет уменьшения скорости сорбции кислорода обработанными пробами угля.

Эксперимент показал, что длительностью инкубационного периода можно управлять как подбором антипирогена, так и количеством водного раствора, используемого для обработки угольных складов. Так, добавка 3%-ного раствора антипирогена «А» в количестве, увеличивающем влажность угля на 5%, инкубационный период становится равным 73,6 сут. Если этот раствор добавить в количестве, обеспечивающем рост влажности угля на 10%, то длительность инкубационного периода становится равной 103,4 сут. Повышение влажности угля на 15% приводит к росту инкубационного периода до 130,9 сут.

Таблица 2

Изменение длительности инкубационного периода самовозгорания угля в зависимости от вида обработки угля

Вид обработки угля	Влажность образца после обработки, %	Длительность инкубационного периода, сут.
Уголь без обработки	6,4	50
Уголь+8 г 1%-ного раствора «А»	16,4	108,1
Уголь+8 г 3%-ного раствора «А»	16,4	103,4
Уголь+4 г 3%-ного раствора «А»	11,4	73,6
Уголь+12 г 3%-ного раствора «А»	21,4	130,9
Уголь+8 г 5%-ного раствора «А»	16,4	126,3
Уголь+8 г 20%-ного раствора гашеной извести	16,4	114,4
Уголь+8 г 20%-ного раствора карбамида	16,4	122,9
Уголь+8 г 1%-ного раствора «П»	16,4	116,6

**ОЦЕНКА РАСХОДА АНТИПИРОГЕНА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ УГОЛЬНОГО
СКЛАДА**

Подобрав требуемую добавку антипирогена к углю, можно рассчитать общее количество водного раствора, необходимое для обработки склада, по формуле:

$$M_p = \frac{M_y C_p}{100}, \tag{3}$$

где: M_p – масса водного раствора антипирогена, кг; M_y – масса обрабатываемого угля, кг; C_p – содержание добавляемого водного раствора антипирогена по отношению к массе исходного угля, %.

Проведенные эксперименты показали, что достаточный эффект снижения сорбционной активности угля по отношению к кислороду достигается при добавке 10%-ного водного раствора «А» по отношению к исходной массе угля. Из формулы (3) видно, что на 1000 кг угля необходимо подать 100 кг водного раствора.

Для определения расхода антипирогена, необходимо для образования водного раствора для профилактической обработки угля, можно использовать следующее выражение:

$$M_A = \frac{M_y C_p C_{KA}}{10000}, \tag{4}$$

где: M_A – масса антипирогена, кг; C_{KA} – концентрация антипирогена в водном растворе, %.

Подача антипирогенов позволит избежать в штабелях хранимого угля развития очагов самовозгорания, представляющих большую опасность для людей и окружающей среды. Для расчета экономической эффективности профилактической обработки необходимо оценить расходы антипирогена, требуемого для предотвращения самовозгорания угля на угольном складе. Для снижения расхода антипирогена оценим, как влияют на этот параметр размеры угольного склада.

Наиболее простой и распространенной формой склада угля является усеченный конус (рис. 2).

Для расчета требуемого количества антипирогена определим площадь поверхности этой фигуры, подлежащей профилактической обработке. Площадь горизонтальной поверхности конуса зависит от радиуса нижнего основания конуса, его высоты и угла α наклона боковой поверхности конуса к основанию. Площадь горизонтальной поверхности конуса можно определить по формуле:

$$S_1 = \pi R_1^2 = \pi \left(R_0 - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2, \tag{5}$$

где: R_1 – радиус горизонтальной поверхности конуса, м; R_0 – радиус основания угольного склада, м; H – высота

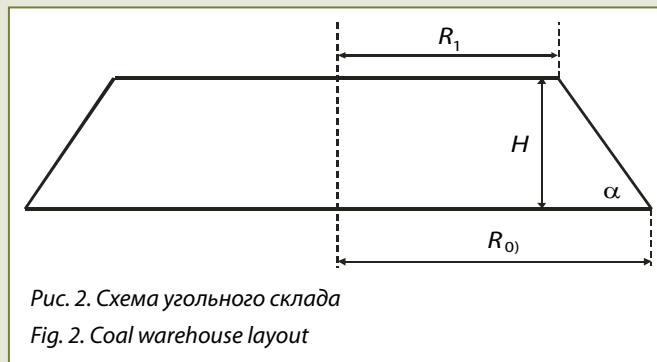


Рис. 2. Схема угольного склада
Fig. 2. Coal warehouse layout

угольного склада, м; α – угол наклона боковой поверхности конуса, градус.

Для определения площади боковой поверхности угольного склада можно использовать уравнение:

$$S_2 = 2\pi \frac{H}{\sin \alpha} \left(R_0 - \frac{H}{2\operatorname{tg} \alpha} \right). \tag{6}$$

Учитывая (5) и (6), объем угля, обрабатываемый водным раствором антипирогена, можно рассчитать по выражению:

$$V_h = h \left[\pi \left(R_0 - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 + 2\pi \frac{H}{\sin \alpha} \left(R_0 - \frac{H}{2\operatorname{tg} \alpha} \right) \right], \tag{7}$$

где h – толщина слоя угля, пропитываемая водным раствором антипирогена.

Объем всего угля в угольном складе также зависит от радиуса нижнего основания, высоты склада, угла наклона бортов и определяется из зависимости:

$$V = \frac{\pi H}{3} (R_0^2 + R_1^2 + R_0 R_1). \tag{8}$$

Долю угля в скоплении, подлежащую пропитке водным раствором антипирогена, можно определить по формуле:

$$d = \frac{V_h}{V}. \tag{9}$$

Для оценки влияния параметров угольного склада на расход водного раствора антипирогена проведен расчет по формулам (5), (6), (7), (8), (9). В качестве исходных взяты угольные склады с радиусом основания 50 и 100 м. Высота складов составляла 5, 15 и 30 м. Также по формуле (4) определялось количество антипирогена, необходимое для приготовления водного раствора при обработке угля. Добавка водного раствора антипирогена по отношению к исходному углю составляла 5%. Плотность скопления угля в штабелях равнялась 1300 кг/м³, а содержание антипирогена в водном растворе составляло 3%. Проведенные расчеты [16] и примеры эндогенных пожаров на угольных складах (рис. 3) показывают, что горит верхний слой складированного угля. Поэтому для предотвращения

Таблица 3

Параметры обрабатываемого антипирогеном угольного склада

R_0 , м	α , °	R_1 , м	H , м	S_1 , м ²	S_2 , м ²	V , м ³	V_h , м ³	d	M_A , т
50	60	47,14	5	6977	1761	36991	8738	0,236	17,0
		41,43	15	5389	4972	98657	10362	0,105	20,2
		32,86	30	3390	9015	163776	12405	0,075	24,2
100	60	97,14	5	29629	3574	152414	33203	0,218	64,7
		91,43	15	26248	10411	431887	36660	0,085	71,5
		82,86	30	21558	19895	789782	41453	0,052	80,8



Рис. 3. Эндогенный пожар на угольном складе
Fig. 3. Endogenous fire in a coal warehouse

самовозгорания толщину пропитываемого раствором антипирогена слоя угля можно ограничить 1 м. Результаты расчета приведены в табл. 3.

Приведенные результаты показывают, что для предотвращения эндогенных пожаров на складах угля необходимо обработать антипирогеном от 5 до 23% всего угля в зависимости от параметров штабеля. Причем доля угля, обрабатываемого раствором антипирогена, существенно снижается с увеличением высоты угольного склада. В меньшей степени уменьшается доля обрабатываемого угля с ростом площади основания угольного склада. Количество антипирогена, необходимого для предотвращения эндогенного пожара на складе угля, меняется от 17 до 80 т в зависимости от размера сформированного штабеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что водные растворы антипирогенов позволяют снизить опасность самовозгорания угля, хранимого на складах, за счет снижения скорости сорбции кислорода углем и увеличения его влажности. Появляется возможность управлять длительностью инкубационного периода самовозгорания угля путем подбора вида антипирогена и дозирования количества водного раствора антипирогена при профилактической обработке угля. Полученные уравнения позволяют определить количество антипирогена, необходимого для предотвращения эндогенных пожаров на угольных складах, в зависимости от предполагаемого срока хранения угля. Доля угля, обрабатываемого водным раствором антипирогена, снижается с увеличением площади основания и высоты склада. Количество антипирогена, необходимого для предотвращения эндогенного пожара на складе угля может составлять несколько десятков тонн.

Список литературы

1. Скочинский А.А., Огиевский В.М. Рудничные пожары. М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. 375 с.
2. Самовозгорания промышленных материалов / В.С. Веселовский, Н.Д. Алексеева, Л.Н. Виноградова и др. М.: Наука, 1964. 246 с.
3. Игишев В.Г. Борьба с самовозгоранием угля в шахтах. М.: Недра, 1987. 176 с.
4. Portola V.A. Assessment of the effect of some factors on spontaneous coal combustion // Journal of Mining Science. 1996. Vol. 32(6). Pp. 536-541.
5. Analytical prediction of coal spontaneous combustion tendency: velocity range with possibility of self-ignition / Q. Lin, S. Wang, S. Song, Y. Liang, T. Ren // Fuel Processing Technology. 2017. Vol. 159. Pp. 38-47.
6. Wang Q.S., Guo S.D., Sun J.H. Spontaneous Combustion Prediction of Coal by C80 and ARC Techniques // Energy and Fuels. 2009. Vol. 23(10). Pp. 4871-4876.
7. Zhang L., Qin B. Rheological characteristics of foamed gel for mine fire control // Fire and Materials. 2016. Vol. 40(2). Pp. 246-260.
8. Portola V., Galsanov N. Inert compositions for underground fire fighting in mines / Chinese Coal in the XXI Century: Mining 2014. Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. Mining, Green and Safety, October 17-20, 2014. Qingdao, China, Atlantis press, Amsterdam – Paris – Beijing, 2014. Pp. 356-360.
9. Син С.А. Защита выемочных полей шахт Кузбасса от самовозгорания угля способом инертизации выработанных пространств // Уголь. 2010. № 6. С. 16–19. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062010.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
10. Егшин В.В., Кухаренко Е.В., Александрович И.Ф. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на шахтах Кузбасса. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1994. 354 с.
11. Portola V., Bobrovnikova A., Murko E. Open pits automobile transport impact on the environment and labor safety / The 9th Russian-Chinese Symposium. Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environmental Protection, China, Qingdao, 18–21 October 2018. Paris: Atlantis Press, 2018. Pp. 345–347.
12. Аэродинамика породных отвалов и пылегазовые выбросы в атмосферу / Н.М. Качурин, В.И. Ефимов, А.Д. Левин, В.Л. Рыбак // Уголь. 2016. № 2. С. 96-99. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022016.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
13. Portola V.A., Torosyan E.S., Antufeyev V.K. Radon Emission from Coal Mines of Kuzbass Region / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 127: Urgent Problems of Modern Mechanical Engineering. 5 p. [Electronic resource]. URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/127/1/012021> (дата обращения: 15.03.2019).
14. Линденау Н.И., Маевская В.М., Крылов В.Ф. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров. М.: Недра, 1977. 319 с.

15. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по определению инкубационного периода самовозгорания угля». Серия 05. Выпуск 38. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2013. 24 с.

16. Развитие процесса самонагрева в скоплениях угля под действием молекулярной диффузии кислорода / Е.П. Ютяев, В.А. Портола, А.А. Мешков и др. // Уголь. 2018. № 10. С. 42–46. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (дата обращения 15.03.2019).

SAFETY

UDC 622.822.222:622.693.2:621.796:622.33 © V.A. Portola, A.N. Zhdanov, A.A. Bobrovnikova, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 14-19

Title

THE PROSPECT OF USING ANTIPYROGENS TO PREVENT SPONTANEOUS COMBUSTION OF COAL STORES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-14-19>

Authors

Portola V.A.¹, Zhdanov A.N.², Bobrovnikova A.A.¹

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

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

Authors' Information

Portola V.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Aerology, labor protection and nature department, tel.: +7 (905) 913-74-29, e-mail: portola2@yandex.ru

Zhdanov A.N., Head Technical department, tel.: +7 (38456) 9-33-11, e-mail: suek-kuzbass@suek.ru

Bobrovnikova A.A., PhD (Chemical), Associate Professor of Chemistry, technology of inorganic substances and nanomaterials department, tel.: +7 (913) 307-66-38, e-mail: bobrownickowa.al@yandex.ru

Abstract

The centers of spontaneous combustion that occur in coal depots during long-term storage of coal, cause great economic damage to factories, threaten the life and health of people. Laboratory studies have shown that to prevent the development of endogenous fires, you can control the duration of the incubation period of spontaneous combustion of coal. The use of aqueous solutions of antiprogens reduces the rate of oxygen sorption by coal, which allows you to slow down the process of spontaneous combustion by reducing the amount of heat generated. At the same time, heat losses for heating and evaporation of the liquid increase. The investigated antiprogens reduce the oxygen sorption rate constant by 1.5-2 times, and the amount of moisture increases by 5-10%, which allows to increase the duration of the incubation period by 2-2.5 times. The calculations show that the proportion of coal stored in the warehouse, treated with a solution of anti-pyrogen, significantly decreases with increasing height of the coal warehouse. To a lesser extent, the proportion of processed coal decreases with an increase in the area of the base of the coal warehouse. The amount of antiprogen needed to prevent an endogenous fire in a coal warehouse may be several tens of tons.

Figures:

Fig. 1. The change in the rate of oxygen sorption rate depending on the amount of antiprogen introduced

Fig. 2. Coal warehouse layout

Fig. 3. Endogenous fire in a coal warehouse

Keywords

Coal spontaneous combustion, Coal warehouse, Antiprogen, Sorption activity of coal in relation to oxygen, Spontaneous combustion incubation period, Endogenous fire prevention.

References

1. Skochinskiy A.A. & Ogievskiy V.M. *Rudnichnye pozhary* [Mine fires]. Moscow, Gornoe delo Kimmeryiskiy tsentr LLC, 2011, 375 p.
2. Veselovskiy V.S., Alekseeva N.D., Vinogradova L.N., Orleanskaya G.L. & Terpogosova E.A. *Samovozgoraniya promyshlennykh materialov* [Self-ignitions of industrial materials]. Moscow, Nauka publ., 1964, 246 p.
3. Igishev V.G. *Bor'ba s samovozgoraniem uglya v shahtah* [Fight against self-ignition of coal in mines]. Moscow, Nedra Publ., 1987, 176 p.
4. Portola V.A. Assessment of the effect of some factors on spontaneous coal combustion. *Journal of Mining Science*, 1996, Vol. 32(6), pp. 536-541.

5. Lin Q., Wang S., Song S., Liang Y. & Ren T. Analytical prediction of coal spontaneous combustion tendency: velocity range with possibility of self-ignition. *Fuel Processing Technology*, 2017, Vol. 159, pp. 38-47.

6. Wang Q.S., Guo S.D. & Sun J.H. Spontaneous Combustion Prediction of Coal by C80 and ARC Techniques. *Energy and Fuels*, 2009, Vol. 23(10), pp. 4871-4876.

7. Zhang L. & Qin B. Rheological characteristics of foamed gel for mine fire control. *Fire and Materials*, 2016, Vol. 40(2), pp. 246-260.

8. Portola V. & Galsanov N. Inert compositions for underground fire fighting in mines. Chinese Coal in the XXI Century: Mining 2014. Taishan Academic Forum – Project on Vine Disaster Prevention and Control. Mining, Green and Safety, October 17-20, 2014. Qingdao, China, Atlantis press, Amsterdam – Paris – Beijing, 2014, pp. 356-360.

9. Sin S.A. Zashchita vyemochnykh polej shaht Kuzbassa ot samovozgoraniya uglya spo-sobom inertizacii vyrabotannykh prostranstv [Protection mine sites layers of mine Kuzbass from self-ignition of coal by way covering an inert dust the developed spaces (by way of discussion)]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2010, No. 6, pp. 16–19. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062010.pdf> (accessed 15.03.2019).

10. Egoshin V.V., Kuharenko E.V. & Aleksandrovich I.F. *Preduprezhdenie i tushenie endogennykh pozharov na shahtah Kuzbassa*. [Prevention and suppression of the endogenous fires in mines of Kuzbass]. Kemerovo, Kemerovo book Publ., 1994, 354 p.

11. Portola V., Bobrovnikova A. & Murko E. Open pits automobile transport impact on the environment and labor safety. The 9th Russian-Chinese Symposium. Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environmental Protection, China, Qingdao, 18–21 October 2018. Paris, Atlantis Press, 2018, pp. 345–347.

12. Kachurin N.M., Efimov V.I., Levin A.D., Rybak V.L. Aerodinamika porodnykh otvalov i pylegazovye vybrosy v atmosferu [Aerodynamics of waste dumps and dust/gas atmospheric emission]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 2, pp. 96-99. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022016.pdf> (accessed 15.03.2019).

13. Portola V.A., Torosyan E.S. & Antufeyev V.K. Radon Emission from Coal Mines of Kuzbass Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2016, Vol. 127: Urgent Problems of Modern Mechanical Engineering, 5 p. [Electronic resource]. Available at: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/127/1/012021> (accessed 15.03.2019).

14. Lindenau N.I., Maevskaya V.M. & Krylov V.F. *Proiskhozhdenie, profilaktika i tushenie endogennykh pozharov* [Origin, prevention and suppression of the endogenous fires]. Moscow, Nedra Publ., 1977, 319 p.

15. *Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti "Instrukciya po opredeleniyu inkubacionnogo perioda samovozgoraniya uglya"* [Federal standards and rules of industrial safety "Instruction on definition of the incubatory period of self-ignition of coal"]. Series 05. Release 38. Moscow, STC PB JSC, 2013, 24 p.

16. Yutyayev E.P., Portola V.A., Meshkov A.A., Kharitonov I.L. & Zhdanov A.N. Razvitie processa samonagrevaniya v skopleniyah uglya pod dejstviem molekulyarnoy diffuzii kisloroda [Development of self-heating process in coal stocks under molecular diffusion of oxygen]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, pp. 42–46. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (accessed 15.03.2019).

Влияние угольной пыли на профессиональную заболеваемость работников угольной отрасли

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-20-24>

ВОРОШИЛОВ Ярослав Сергеевич

*Канд. техн. наук,
заместитель директора
ООО «Горный ЦОТ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (903) 907-73-71,
e-mail: yaroslav.voroshilov@gmail.com*



ФОМИН Анатолий Иосифович

*Доктор техн. наук,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (3842) 64-02-60,
e-mail: main@nc-vostnii.ru*

Приводятся результаты исследования в области управления условиями труда на рабочих местах, воздействия вредного опасного фактора – пыли (аэрозоли преимущественно фиброгенного действия) на организм работников, находящихся в контакте с производственной пылью. Концентрация горного производства и повышенные нагрузки на подготовительные и очистные забои приводят к увеличению профессиональных рисков, превышению предельно допустимых концентраций пыли на рабочих местах работников угольной отрасли, развитию у них профессиональных пылевых заболеваний легких (пневмокониозы). Приведены показатели профессиональной заболеваемости работников на предприятиях угольной отрасли Кузбасса, представлены группы риска. На примере показан расчет уровней пылевой нагрузки и определения допустимого стажа работы в данных условиях, подтверждена вероятность развития профессионального заболевания пылевой этиологии. Предложена система непрерывного автоматизированного контроля пылевой обстановки в шахте с регистрацией дисперсного состава пыли, что позволит оперативно и объективно оценивать состав воздуха рабочей зоны, проводить расчет пылевой нагрузки с учетом дисперсного состава, снижать риски развития заболеваний органов дыхания у шахтеров.

Ключевые слова: угольная промышленность, промышленная пыль, профессиональные заболевания, контроль запыленности воздуха рабочей зоны.

ВВЕДЕНИЕ

По сравнению с другими отраслями промышленности во многих странах мира условия труда в горнодобывающей промышленности являются наиболее опасными. Горнодобывающая промышленность является опасным видом деятельности в войне с непредсказуемыми силами природы. В результате, горнодобывающая промышленность продолжает быть связанной с высоким уровнем несчастных случаев, травм и заболеваний [1].

Во многих странах посредством эпидемиологических обзоров и исследований профессиональные риски постоянно изменяются, при этом расширяются знания о профессиональных заболеваниях, что влечет за собой необходимость в изменении и дополнении списка профессиональной заболеваемости, отражая настоящее положение дел в области знаний, для удовлетворения нужд пострадавших от данных заболеваний» [2].

Нормативно-правовыми актами Российской Федерации декларируется принцип «социального государства», поэтому вопрос обеспечения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности требует как от Правительства Российской Федерации в целом, так и от региональных органов власти и руководства предприятий в частности обеспечения и соблюдения определенных мер безопасности.

Профессиональная заболеваемость в Российской Федерации напрямую зависит от состояния условий труда. Данные об условиях труда позволяют установить связь между уровнем профессиональной заболеваемости и условиями труда работающих, что позволяет целенаправленно проводить работу по улучшению (оздоровлению) условий труда и снижению уровня профессиональной заболеваемости [3].

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТНИКОВ

Предприятия, ведущие добычу угля как открытым, так и подземным способом, являются сложными природно-техногенными системами и относятся к опасным производственным объектам (ОПО), в которых протекают взаимосвязанные горно-геологические, физико-химические, аэрологические, технологические, производственные и социальные процессы, которые могут привести к производственно-обусловленной или профессиональной заболеваемости, травмированию работников при выполнении технологических операций горного производства.

При современной концентрации и интенсификации горного производства, внедрении высокопроизводительной техники в разы возрастают нагрузки на подготовительные и очистные забои. Добыча угля на шахтах и разрезах про-

исходит при ограничениях, прописанных требованиями охраны труда и промышленной безопасности, реализация которых затруднена в рамках существующих подходов.

Пыль, образующаяся в процессе бурения, взрывания, выемки, погрузки, дробления и транспортировки горной массы, является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное воздействие на здоровье работников горных предприятий.

Гигиеническое значение имеют масса пыли, ее химический состав, растворимость, дисперсность и форма частиц, электрический заряд.

Дисперсность пыли обуславливает длительность пребывания частиц в воздухе рабочей зоны, ее физико-химическую активность, возможность проникновения, отложения и накопления пыли в органах дыхания человека. Проведенные расчеты говорят о том, что частицы размером свыше 100-200 мкм оседают со скоростью от 1 до 100-200 мин. (с постоянной скоростью по закону Джорджа Стокса), а частицы размером менее 0,1 мкм находятся в броуновском движении.

Для проникновения частиц в глубокие дыхательные пути человека имеют значение их форма, плотность, электростатическая зарядность. В глубокие дыхательные пути, согласно исследованиям, может проникать пыль размером свыше 5 мкм. Вдыхаемая пыль задерживается на слизистой оболочке носа, трахее, бронхов, порядка 10% проникает до альвеол, где она подвергается фагоцитозу (процессу захватывания и переваривания твердых частиц). Часть фагоцитов с пылинками выделяется из организма с мокротой.

Пыль, обладающая слабовыраженным токсическим действием, вызывает вначале гипертрофию макрофагов, затем, после поглощения большого количества пылинок, – гибель клеток. Продукты жизнедеятельности и разрушения макрофагов способствуют развитию соединительной ткани в легких. Частицы крупнее 10 мкм оседают в полости носа, в верхних отделах бронхов и удаляются с помощью реснитчатого эпителия. При длительном действии пыли в слизистой оболочке возникают гипертрофические, а затем атрофические процессы (уменьшение объема функционирующих тканей, органов).

В воздухе рабочей зоны на рабочих местах предприятий угольной отрасли наиболее распространены фиброгенные пыли, действующие на органы дыхания и вызывающие хронический бронхит и пневмокониоз.

По уровню профессиональной заболеваемости Кемеровская область более 10 лет занимает первое место, в 7–8 раз превышая общероссийский показатель. Высокий уровень общей и профессиональной заболеваемости работников в регионе является следствием вредного воздействия неблагоприятных условий труда на жизнь и здоровье работников угольной отрасли [3].

Так, в 2017 г. на предприятиях угольной отрасли Кузбасса вновь выявлено 672 случая профессиональных заболеваний у работников (удельный вес – 75,76%). Число профессиональных заболеваний у работников угольной отрасли региона на 10 тысяч занятого населения составило 67,16 случаев (РФ – 1,31 случая) [4].

В наибольшей степени профессиональным заболеваниям подвержены работники основных рабочих профессий предприятий по добыче угля: на шахтах у проходчиков – 143 случая заболевания, у машинистов горных вые-

мочных машин – 82 случая, у горнорабочих очистного забоя – 77 случаев, у подземных электрослесарей – 69 случаев, у горнорабочих подземных – 29 случаев.

На предприятиях, ведущих добычу угля открытым способом: у машиниста экскаватора – 57 случаев профессиональных заболеваний, у водителей, занятых на транспортировании горной массы в технологическом процессе, – 53 случая, у машинистов бульдозера – 18 случаев, у машинистов буровой установки – 14 случаев.

Несмотря на реализацию мероприятий по обеспечению пылевзрывобезопасности горных выработок угольных шахт, проведенные на рабочих местах замеры показывают, что при невыполнении специальных мер по пылеподавлению концентрация пыли в призабойном пространстве при работе проходческого комбайна может достигнуть 20-25 г/м³, очистного – 50-70 г/м³, а при взрывных работах от – 300 до 500 г/м³.

На рабочих местах работников ведущих профессий: машиниста горно-выемочных машин (МГВМ), горнорабочего и электрослесаря подземного, машиниста шахтного электровоза шахты им. В.И. Ленина среднесменные концентрации пыли составили 13,36-25,73 мг/м³ при гигиеническом нормативе 10 мг/м³. На рабочих местах МГВМ, горнорабочего очистного забоя (ГРОЗ), машиниста электровоза шахты «Ольжерасская-Новая» среднесменная концентрация пыли составляет 12,48-20,37 мг/м³ при том же нормативе. На рабочих местах МГВМ, ГРОЗ, машиниста электровоза шахты «Сибиргинская» среднесменная концентрация пыли зафиксирована от 13,9 до 24,99 мг/м³. На рабочих местах МГВМ и проходчиков шахты АО «Распадская-Коксовая» – от 12,6 до 30,3 мг/м³.

Рассмотрим характерный пример возникновения профессионального заболевания у конкретного работника угольной шахты на различных рабочих местах. Работник проработал подземным горнорабочим 5 лет, затем перешел на другую шахту, где проработал горнорабочим очистного забоя (ГРОЗ) 7 лет, после чего был переведен машинистом горной выемочной машины (МГВМ) и проработал на этом рабочем месте 3 года.

Определим контрольные показатели для расчета вероятности профессионального заболевания пылевой этиологии. Приведем контрольные цифры по каждому этапу.

На первом этапе у подземного горнорабочего среднесменная концентрация (ССК) пыли составляла 14,6 мг/м³ (класс (3.1) при ПДК = 10 мг/м³).

При стаже работы 5 лет с количеством рабочих смен в году 248 и при объеме легочной вентиляции 10 м³ пылевая нагрузка составила: ПН = 14,6 × 248 × 5 × 10 = 181040 мг. Контрольный уровень пылевой нагрузки за этот же период работы равен: КПН = 10 × 248 × 5 × 10 = 124000 мг. Определяем контрольный уровень пылевой нагрузки за средний рабочий стаж, который принимаем равным 25 годам: КПН₂₅ = 10 × 25 × 248 × 10 = 620000 мг. Затем определяем допустимый стаж работы в данных условиях: T₁ = 620000/14,6 × 248 × 10 = 17,1 года.

На втором этапе у ГРОЗ среднесменная концентрация (ССК) пыли составляла: ССК = 305,8 мг/м³ при ПДК = 10 мг/м³.

На данном рабочем месте при стаже работы 7 лет с количеством рабочих смен в году 248 и при объеме легочной вентиляции 10 м³ пылевая нагрузка ПН = 305,8 × 248 × 7 × 10 = 530868 мг. Контрольный уровень пылевой на-

грузки за этот же период работы равен: $KПН = 10 \times 248 \times 7 \times 10 = 173600$ мг. Определяем контрольный уровень пылевой нагрузки за средний рабочий стаж, который принимаем равным 25 годам: $KПН_{25} = 10 \times 25 \times 248 \times 10 = 620000$ мг. Определяем допустимый стаж работы в данных условиях: $T_2 = 620000/305,8 \times 248 \times 10 = 0,82$ года.

На третьем этапе на рабочем месте машиниста горных выемочных машин среднесменная концентрация пыли составила $60,4$ мг/м³ при том же ПДК.

Таким образом, при стаже работы 3 года с количеством рабочих смен в году 248 и при объеме легочной вентиляции 10 м³ пылевая нагрузка составила: $ПН = 60,4 \times 248 \times 3 \times 10 = 449376$ мг. Контрольный уровень пылевой нагрузки за этот же период работы будет равен: $KПН = 10 \times 248 \times 3 \times 10 = 744000$ мг. Определяем контрольный уровень пылевой нагрузки за средний рабочий стаж, который принимаем равным 25 годам: $KПН_{25} = 10 \times 25 \times 248 \times 10 = 620000$ мг. Допустимый стаж работы в данных условиях составит: $T_3 = 620000/60,4 \times 248 \times 10 = 4,1$ года.

Теперь можно рассчитать итоговый допустимый стаж работы в условиях запыленной атмосферы на конкретных рабочих местах данного работника. Среднесменная концентрация пыли за рассматриваемый период трудовой деятельности работника составила: $ССК = (14,6 \times 5 + 305,8 \times 7 + 60,4 \times 3) / 15 = 159,65$ мг/м³. Пылевая нагрузка за 15 лет работы составит: $ПН = 159,65 \times 248 \times 15 \times 10 = 5938980$ мг. Контрольный уровень пылевой нагрузки за этот же период работы равен: $KПН = 10 \times 248 \times 15 \times 10 = 372000$ мг. Определим контрольный уровень пылевой нагрузки за средний рабочий стаж, который принимаем равным 25 годам: $KПН_{25} = 10 \times 25 \times 248 \times 10 = 620000$ мг. Определим допустимый стаж работы в данных условиях: $T_{об.} = 620000/159,65 \times 248 \times 10 = 1,56$ года.

Учитывая вышеизложенное, можно твердо констатировать что, вероятность возникновения у данного работника профессионального заболевания силикоза составляет более 50%.

Следовательно, по результатам расчета есть основания для постановки предварительного диагноза «силикоз» с направлением данного работника на обследование в центр профпатологии. В рекомендациях по профессиональной пригодности этого работника следует указать необходимость смены рабочего места с условиями труда, исключающими воздействие повышенных концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

Исследования подтвердили, что концентрация угольной и углеродной пыли в воздухе рабочей зоны (аэрозоли преимущественно фиброгенного действия) изменялась для разных угольных шахт и угольных пластов в очень широких пределах. Это обусловлено, во-первых, горно-геологическими условиями пластов и физическими свойствами углей и, во-вторых, эффективностью используемых противопылевых мероприятий. Установлено следующее распределение по классам условий труда при учете пылевого фактора внутри производственных служб.

Аппарат управления:

класс 3.1: главный энергетик;

класс 3.2: директор шахты, заместитель директора шахты, главный инженер, старший механик.

Маркшейдерская служба: все рабочие места относятся к классу 3.1.

Участок ВТБ:

класс 3.1: машинист подземных установок;

класс 3.2: раздатчик ВВ, горнорабочий подземный, горнорабочий по ремонту горных выработок;

класс 3.3: начальник участка, заместитель и помощник начальника участка, механик, электрослесарь подземный, машинист бурового станка;

класс 3.4: мастер горный, мастер-взрывник.

Участок водоотлива:

класс 3.1: машинист подземных установок, электрослесарь подземный, горнорабочий по ремонту горных выработок;

класс 3.2: мастер горный, горнорабочий подземный.

Участок ВШТ: все рабочие места относятся к классу 3.1.

Очистной участок:

класс 3.1: горнорабочий по ремонту горных выработок;

класс 3.2: горнорабочий подземный;

класс 3.3: горнорабочий подземный, электрослесарь подземный, машинист подземных установок;

класс 3.4: начальник участка, механик и помощник механика, мастер горный, ГРОЗ, машинист горных выемочных машин.

Проходческий участок:

класс 3.1: горнорабочий по ремонту горных выработок;

класс 3.4: начальник и заместитель начальника участка, механик и помощник механика, мастер горный, проходчик, машинист горных выемочных машин, горнорабочий подземный, электрослесарь подземный, машинист подземных установок [3, 5, 6, 7, 8].

Распределение степеней вредности по производственным участком по содержанию в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия приведено на *рис. 1* (среднесменные концентрации) и *рис. 2* (максимальные разовые концентрации угольной и углеродной пыли).

ВЫВОДЫ

В результате проведенной оценки значимости вредных и опасных производственных факторов физической группы установлено, что их идентификация на рабочих местах возможна по всем вредностям, кроме аэрозолей преимущественно фиброгенного действия. На однотипных рабочих местах вариация запыленности воздуха может находиться в пределах классов 2–3.4. Это предполагает необходимость персонифицированного рассмотрения каждого случая профессионального заболевания пылевой этиологии. При этом показано, что идентификация показателей значимости вредных производственных факторов позволяет установить этиологию и причинную обусловленность профессиональных заболеваний на типичных рабочих местах работников подземной группы угольных шахт [3, 9, 10].

Угольная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных производственных факторов, оказывающих негативное воздействие не только на здоровье человека, но и на безопасность работников.

Для разработки и реализации мероприятий по обеспечению пылевзрывобезопасности горных выработок угольных шахт необходимы оперативные и достоверные данные о состоянии рудничной атмосферы.

Введение сплошного автоматизированного контроля пылевой обстановки совместно с другими противопылевыми

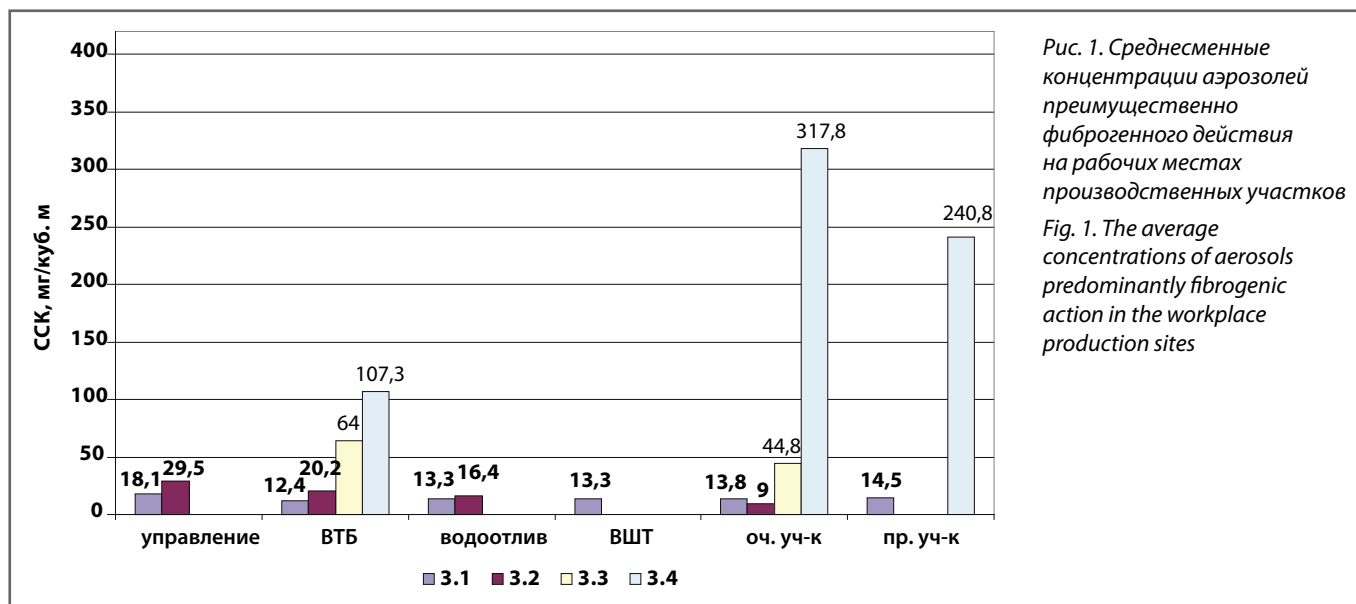


Рис. 1. Среднесменные концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия на рабочих местах производственных участков

Fig. 1. The average concentrations of aerosols predominantly fibrogenic action in the workplace production sites

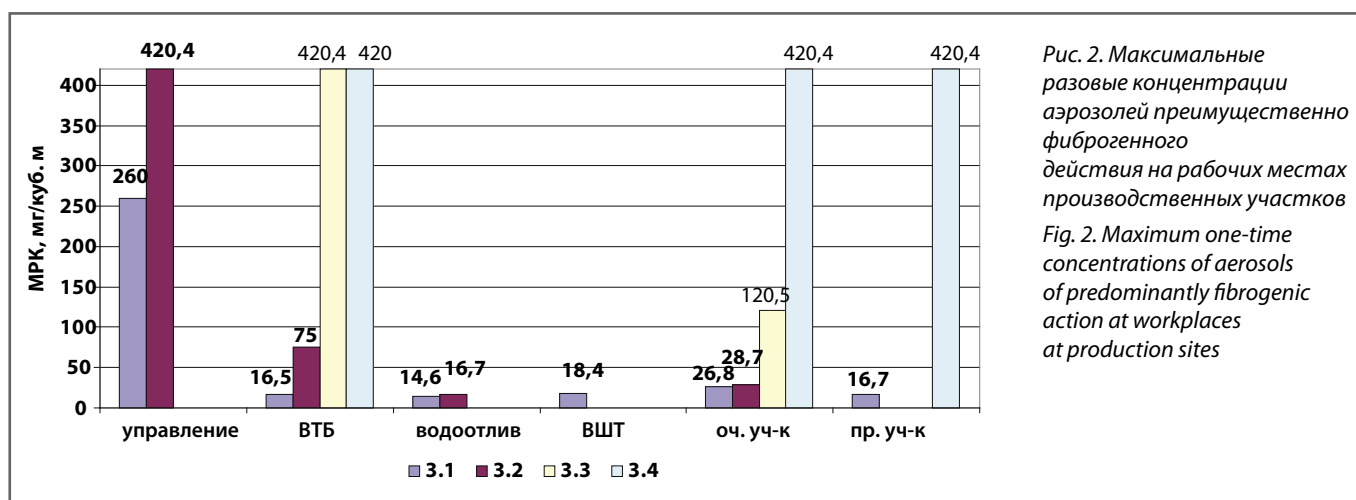


Рис. 2. Максимальные разовые концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия на рабочих местах производственных участков

Fig. 2. Maximum one-time concentrations of aerosols of predominantly fibrogenic action at workplaces at production sites

мероприятиями на угольных шахтах позволяет уменьшить пылевую нагрузку на работников, снизить риски профессиональных заболеваний пылевой этиологии. Исследования подтверждают факт того, что в структуре профессиональных заболеваний работников угольной отрасли Кузбасса просматривается тенденция снижения удельного веса заболеваний пылевой этиологии. Так, если в 1995–1997 гг. заболевания органов дыхания работников угольной отрасли Кузбасса составляли 43% от всех профессиональных заболеваний, то в 2001–2003 гг. – уже 28%, в 2004–2008 гг. – 13%, а в 2017 г. – 13,7%. Безусловно, это результат проводимых на предприятиях отрасли организационно-технических мероприятий, но риск профзаболеваний пылевой этиологии остается еще высоким и социально значимым, что свидетельствует о наличии проблем в сфере условий, охраны труда и промышленной безопасности, в отсутствии системного подхода. Поэтому для совершенствования системы управления охраной труда, снижения риска профессиональных заболеваний, аварийности, связанной со взрывами метана и угольной пыли, предлагается усовершенствование приборной базы автоматизированного контроля за пылевой обстановкой на угольных шахтах, создание систем, не только измеряющих концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны, но и определяющих дисперсный состав, а также пылеотложение в выработках. Системы, регистри-

рующие дисперсный состав витающей пыли, позволят получить развернутую картину по работе систем пылеподавления, концентрации респираторной и крупных фракций пыли, а также пылеотложению на протяжении горных выработок, что позволит более объективно оценивать состав воздуха рабочей зоны, проводить расчет пылевой нагрузки с учетом дисперсного состава.

Интеграция этих приборов в общую сеть автоматизации шахты позволит проводить непрерывный, автоматический мониторинг респираторной фракции пыли, снизить профессиональные риски.

Список литературы

1. Onder S. Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models // Safety Science. 2013. Vol. 59. Pp. 86-92.
2. New risks and trends in the safety and health of women at work / Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. doi: 10.2802/69206.
3. Фомин А.И. Оценка условий труда при расследовании и регистрации случаев профзаболеваний в угольной отрасли. Кемерово: ФГУП «НЦ ВостНИИ», 2007. С. 202.
4. Государственный доклад Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области «О со-

стоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Кемеровской области в 2017 году».

5. Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Постановление Главного санитарного врача РФ от 13.02.2018 № 25.

6. Федеральный закон РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

7. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.01.2014 № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению.

8. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09.12.2014 № 996н «Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах работников, занятых на подземных работах».

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.12.2000 № 967 «Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний» (в ред. от 24.12.2014 № 1469).

10. ГОСТ Р 55175-2012. Атмосфера рудничная. Методы контроля запыленности. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.11.2012 № 1151-ст.

UDC 622.872:616.24-003.661:613.6 © Ya.S. Voroshilov, A.I. Fomin, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 20-24

Title IMPACT OF COAL DUST ON THE PROFESSIONAL MORBIDITY OF COAL INDUSTRY WORKERS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-20-24>

Authors

Voroshilov Ya.S.¹, Fomin A.I.²

¹ "Gorniy TsOT", LLC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

² "Scientific Centre "VostNII" for Industrial and Environmental Safety in Mining Industry" JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

Authors' Information

Voroshilov Ya.S., PhD (Engineering), Deputy Director,
tel.: +7 (903) 907-73-71, e-mail: yaroslav.voroshilov@gmail.com

Fomin A.I., Doctor of Engineering Sciences, Leading Researcher,
tel.: +7 (3842) 64-02-60, e-mail: main@nc-vostnii.ru

Abstract

The results of the study in the field of management of working conditions in the workplace, the impact of harmful dangerous factors-dust (aerosol mainly fibrogenic action) on the organism of workers in contact with the production of dust. The concentration of mining production and increased load on the preparatory and treatment faces lead to an increase in occupational risks, exceeding the maximum permissible concentrations of dust in the workplace of coal industry workers, the development of their occupational dust disease. The indicators of occupational morbidity of workers at the enterprises of the coal industry of Kuzbass are given, risk groups are presented. The example shows the calculation of the levels of dust load and determine the allowable length of service in these conditions, confirmed the probability of development of occupational disease-dust etiology. The proposed system automated continuous monitoring of dust conditions in the mine, with the registration of disperse composition of dust that will allow you to quickly and objectively assess the composition of the air of the working area, to organize the calculation of dust loading with a given particle size distribution, reducing press risk of respiratory diseases in miners.

Figures:

Fig. 1. The average concentrations of aerosols predominantly fibrogenic action in the workplace production sites

Fig. 2. Maximum one-time concentrations of aerosols of predominantly fibrogenic action at workplaces at production sites

Keywords

Coal industry, Industrial dust, Occupational diseases, Air dust control of the working zone.

References

1. Onder S. Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models. *Safety Science*, 2013, Vol. 59, pp. 86-92.
2. New risks and trends in the safety and health of women at work. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2013. doi: 10.2802/69206.
3. Fomin A.I. *Otsenka usloviy truda pri rassledovanii i registratsii sluchayev profzabolevaniy v ugol'noy otrasli* [Assessment of working conditions in the investigation and registration of occupational diseases in the coal industry]. Kemerovo, FGUP "Nts VostNII" Publ., 2007, pp. 202.

4. Gosudarstvennyy doklad Upravleniya Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka po Kemerovskoy oblasti "O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya Kemerovskoy oblasti v 2017" [State report of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Kemerovo Region "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population of the Kemerovo Region in 2017"].

5. *Ob utverzhdenii gijienicheskikh normativov GN 2.2.5.3532-18. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) vrednykh veshchestv v vozduhe rabochej zony* [About the statement of hygienic standards GN 2.2.5.3532-18. The maximum permissible concentration (MPC) of harmful substances in the air of the working area]. Resolution of the Chief Sanitary Doctor of the Russian Federation of February, 13, 2018, No. 25.

6. *Federalnyy zakon RF ot 28.12.2013 g. № 426-FZ "O special'noy ocenke usloviy truda"* [Federal Law of the Russian Federation of December 28, 2013 No. 426-FZ "On Special Assessment of Working Conditions"].

7. *Prikaz Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity Rossiyskoy Federatsii ot 24.01.2014 g. № 33n "Ob utverzhdenii Metodiki provedeniya spetsial'noy otsenki usloviy truda, Klassifikatora vrednykh i (ili) opasnykh proizvodstvennykh faktorov, formy otcheta o provedenii spetsial'noy otsenki usloviy truda i instruksii po yeye zapolneniyu* [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of January 24, 2014, No. 33n "On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions, Classifier of harmful and (or) occupational hazards, form of a report on conducting a special assessment of working conditions and instructions for filling it out].

8. *Prikaz Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity Rossiyskoy Federatsii ot 09.12.2014 g. № 996n "Ob utverzhdenii osobennostey provedeniya spetsial'noy otsenki usloviy truda na rabochikh mestakh rabotnikov, zanyatykh na podzemnykh rabotakh"* [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of December 9, 2014, No. 996n "On approval of the specifics of conducting a special assessment of working conditions at the workplaces of underground workers"].

9. *Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 15.12.2000 g. № 967 "Ob utverzhdenii polozheniya o rassledovanii i uchete professional'nykh zabolevaniy" (v red. ot 24.12.2014 g. № 1469)* [Decree of the Government of the Russian Federation of December 15, 2000 No. 967 "On Approval of the Regulation on the Investigation and Accounting of Occupational Diseases" (as amended on December 24, 2014 No. 1469)].

10. *GOST R 55175-2012. Atmosfera rudnichnaya. Metody kontrolya zapylennosti. Prikaz Federal'nogo agentstva po tekhnicheskemu regulirovaniyu i metrologii ot 23.11.2012 g. № 1151-st.* [GOST R 55175-2012. Atmosphere miner. Methods of dust control. Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of 23.11.2012, № 1151-st.].

Повышение эффективности и безопасности БВР в угольных шахтах

Использование предохранительных взрывчатых веществ и электродетонаторов при ведении взрывных работ в подземных выработках угольных шахт и рудников, опасных по газу или пыли, обеспечивает безопасность применения при условии, что качество применяемых ВВ гарантированно соответствует требованиям НТД, а используются они строго в соответствии с инструкциями по применению. Однако при этом обязательно должны соблюдаться определенные условия. Например, заряд предохранительного ВВ должен взрываться в изолированном замкнутом объеме, когда полость шпура загерметизирована внутренней забойкой и отсутствует боковое обнажение зарядов. В этих условиях исключен выброс из шпуров раскаленных остатков ВВ и электродетонаторов, отсутствуют причины, по которым детонация ВВ переходит в режим выгорания.

В тех случаях, когда при проходке подземных горных выработок не исключена вероятность загазирования призабойного пространства до момента производства взрывных работ и возможен выброс из шпура раскаленных продуктов взрыва и остатков от средств инициирования, необходимы дополнительные меры безопасности.

Это прежде всего создание предохранительной среды в призабойном пространстве.

С этой целью АО «НМЗ «Искра» разработало и серийно изготавливает устройство распылительное с блокировкой взрывной сети (УРСБ), предназначенное для обеспечения предварительной инертизации призабойного пространства горных выработок с помощью распыления огнетушащего порошка перед взрывом шпуровых зарядов при ведении взрывных работ в подземных выработках

шахт и рудников, опасных по газу или пыли, в комплекте с устройствами ИСКРА-Ш.

При срабатывании УРСБ происходит инициирование волноводов устройств ИСКРА-Ш с одновременным распылением огнетушащего порошка зарядом ВВ. Частицы огнетушащего порошка, с одной стороны, разбавляют взрывчатую газопылевую смесь, а с другой, связывают активные радикалы, обуславливающие возникновение и развитие цепной реакции во взрывчатой смеси, что дает предупреждение воспламенения газопылевых углеводородных смесей как при взрывании в угольных шахтах, так и в рудниках с нефтепроявлениями.

При применении УРСБ инициирование шпуровых зарядов производится устройствами неэлектрической системы инициирования ИСКРА-Ш взамен применяемого ранее электрического способа взрывания. Основными недостатками данного способа в современных условиях являются большой расход времени на монтаж и проверку электро-взрывной сети, а также ограниченный набор ступеней замедления предохранительных электродетонаторов.

В настоящее время УРСБ используется в производственных условиях угольных шахт и рудников, опасных по газу или пыли, что позволяет сократить время монтажа взрывной сети до 30% по сравнению с электровзрыванием, значительно увеличить скорость проходки горных выработок, обеспечить повышение эффективности и безопасности ведения БВР.

К.А. Вандакуров, А.С. Иванов, С.А. Кондратьев
(АО «НМЗ «Искра»)

Группа «Сибантрацит»: итоги 2018 года

Группа «Сибантрацит» занимает первое место в мире по производству и экспорту высококачественного антрацита UHG, является крупнейшим в России производителем металлургических углей. Группа входит в число наиболее динамично развивающихся угольных компаний страны. В 2014 г. объем добычи составил 6 млн т, в 2018 г. – 24,1 млн т, а к 2022 г. – вырастет до 58 млн т в год.


- Добыча угля и антрацита в 2018 г. – 24,1 млн т.
- Выручка в 2018 г. – 2,31 млрд дол. США.
- Инвестпрограмма в 2018 г. – 11,62 млрд руб.
- Выплачено налогов в 2018 г. – 12,76 млрд руб.
- Расходы на экологическую программу в 2018 г. – 293 млн руб.
- Соцпрограммы и благотворительность в 2018 г. – 1,9 млрд руб.

В Группу входят ведущие угольные компании Новосибирской области: АО «Сибирский Антрацит» и ООО «Разрез Восточный», крупный производитель угля в Кемеровской области ООО «Разрез Кийзасский». В 2019 г. начнется добыча на Сугодинско-Огоджинском месторождении (Амурская область), ресурсы которого оцениваются в 1,5 млрд т, а в 2020 г. и на участке «Верхнетешский» в Кузбассе.

Управление всеми предприятиями Группы осуществляет ООО «Управляющая компания «Сибантрацит».

www.sibanthracite.ru

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

Анализ минерально-сырьевой базы перспективных угольных бассейнов и месторождений России

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-26-29>

ЛИННИК Юрий Николаевич

Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Экономика и управление
в топливно-энергетическом комплексе»
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (916) 110-18-77,
e-mail: ylinnik@rambler.ru

ЛИННИК Владимир Юрьевич

Доктор эконом. наук, доцент,
профессор кафедры «Экономика и управление
в топливно-энергетическом комплексе»
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (910) 439-16-01,
e-mail: d0c3n7@gmail.com

ЖАБИН Александр Борисович

Доктор техн. наук, профессор,
действительный член Академии горных наук,
профессор Тульского государственного университета,
300012, г. Тула, Россия,
тел.: +7 (4872) 73-44-44,
e-mail: zhabin.tula@mail.ru

ПОЛЯКОВ Андрей Вячеславович

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

В разрезе цели и основных задач программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года дана характеристика минерально-сырьевой базы перспективных угольных бассейнов и месторождений России, позволившая определить перечень перспективных участков для нового строительства шахт и разрезов. Выполнен анализ динамики роста добычи угля за период с 2000 по 2017 г. в разрезе угольных регионов. Установлено, что смещение угледобычи в дальневосточный регион обеспечивает не только прирост добычи на Дальнем Востоке, но и создает дополнительные возможности для дальнейшего развития экспорта угля в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Ключевые слова: угольная промышленность, шахтный фонд, карьерный фонд, динамика добычи угля, прогноз, угольный бассейн, конкурентоспособность, экспорт.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных целей долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 г. является реализация конкурентных преимуществ российских угольных компаний в осуществлении государственной энергетической политики и переходе к инновационному социально ориентированному типу экономического развития страны [1]. Среди основных задач, способствующих достижению поставленных целей, декларируются необходимость развития сырьевой базы угольной промышленности, развитие внутреннего рынка угля и увеличение экспортных поставок для укрепления позиций России на мировом энергетическом рынке. В этой связи необходимо освоение новых угольных месторождений в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, что, помимо прочего, позволит снизить влияние транспортных издержек на стоимость угля по сравнению с удаленными угледобывающими предприятиями [2, 3].

ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ

Объемы добычи российского угля в период с 2000 по 2017 гг. [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] росли темпами, превышающими рост добычи нефти и газа, что в первую очередь связано с увеличением объема экспорта угля.

По сравнению с 2000 г. общая добыча угля увеличилась в 2017 г. на 151 млн т или на 36,9%. Причем прирост прои-

зошел главным образом за счет увеличения добычи углей открытым способом в Сибирском и Дальневосточном Федеральных округах. В Печорском, Донецком (в пределах Ростовской области) бассейнах и на месторождениях Урала, наоборот, произошло резкое снижение объемов добычи угля, что связано в основном с закрытием целого ряда нерентабельных шахт.

Анализируя динамику в разрезе марочной структуры углей, видно, что прирост добычи в целом по России в сравнении с 2000 г. произошел главным образом за счет увеличения на 48,5% производства каменных углей. Напротив, добыча бурых углей за рассматриваемый период несколько снизилась и за последние семь лет стабилизировалась на уровне 68-75 млн т. За последние годы в связи с изменением спроса на металл как на внешнем, так и на внутреннем рынке менялось и производство российских коксующихся углей. Так, только за истекшие семь лет их прирост составил 26,6%, а по сравнению с 2000 г. – 31,2%.

Доминирующее положение Кузнецкого бассейна в добыче угля определяется прежде всего наличием значительных геологических запасов высококачественных каменных углей, пользующихся большим спросом у потребителей как внутри страны, так и за ее пределами, и развитой железнодорожной сетью [11].

ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ

Печорский угольный бассейн располагает значительными ресурсами коксующихся углей. Они разведаны на Воркутском, Воргашорском, Усинском, Юньягинском, Хальмер-Юском, Нижне- и Верхнесырьягинском месторождениях. По своему составу такие угли относятся к ценным маркам Ж, реже к К и характеризуются средним содержанием золы – 14-20%, низким содержанием серы – до 0,6%. Горно-геологические условия на действующих шахтах являются наиболее простыми по сравнению с другими бассейнами. Удельный вес запасов угля в пластах мощностью от 2,5 до 5 м и углами залегания по падению менее 35° составляет около 55%, а запасы в пластах мощностью менее 0,7 м вообще отсутствуют. Вместе с тем глубина залегания коксующихся углей является наибольшей в отрасли. Около 60% их находятся на глубине 900-1200 м. Следствием такой глубины залегания являются высокая газоносность пластов и опасность проявления газодинамических явлений.

Перспективными объектами развития угледобычи являются поля № 1 и № 3 Усинского месторождения, Нижнесырьягинское и Верхнесырьягинское месторождения, поле шахты № 33 Воркутского месторождения, прирезка шахтного поля Воргашорского месторождения и поле шахты «Чернореченская» в Интинском районе.

В Челябинском бассейне пласты, пригодные для освоения в перспективе, сложены бурыми углями марки ЗБ, балансовые запасы которых составляют около 504 млн т, в том числе 8,6% – пригодные для открытой разработки. Эти угли характеризуются высоким содержанием золы

(35-45%) и рабочей влаги (10-17%), небольшим содержанием серы и невысокой теплотой сгорания. Все запасы Челябинского бассейна являются неблагоприятными для разработки подземным способом.

В Кузнецком бассейне балансовые запасы угля категорий А+В+С₁ и С₂ составляют 44,2% и 43,9% соответственно от всех запасов угля в России соответствующих категорий. Имеющиеся в Кузбассе разведанные запасы углей позволяют увеличивать их добычу как на действующих предприятиях за счет прирезки новых участков, так и осуществлять новое строительство на резервных и перспективных участках.

Перспективными для освоения запасы угля сосредоточены во всех угольных районах Кузбасса и характеризуются широким диапазоном качественных показателей и горно-геологических условий разработки. В Северном и Южном Кузбассе, в Прокопьевско-Киселевском районе развиты в основном угли высокой степени углефикации (марки СС, Т, К), в Ленинско-Беловском и Ерунаковском районах – низкой степени углефикации (марки Д, ДГ и Г). Угли в основном мало- и среднезольные (до 20%), с низким содержанием серы и высокой теплотой сгорания. Наиболее благоприятными для дальнейшего освоения являются запасы угля в Ленинско-Беловском и Ерунаковском районах.

В Канско-Ачинском бассейне балансовые запасы угля категорий А+В+С₁ составляют порядка 79782 млн т, в том числе на действующих разрезах – 5449 млн т, на резервных участках – 40054,5 млн т и на перспективных для разведки участках для разрезов – 17735,5 млн т. Обеспеченность промышленными запасами угля составляет от 46 лет по разрезу «Бородинский» до 700 лет по разрезу «Березовский». На участках Абанский и Денисовский развиты мощные пласты при небольшой мощности вскрыши, которые позволяют применять высокопроизводительную выемочную технику. Остальные участки имеют условия средней сложности, однако во всех случаях запасы являются благоприятными для разработки. Таким образом, практически все запасы Канско-Ачинского бассейна являются благоприятными для освоения.

Разведанные запасы угля в *Иркутском угольном бассейне* составляют 7,5 млрд т, в том числе каменного угля – 5,2 млрд т, бурого – 2,3 млрд т. Добыча угля осуществляется открытым способом. Разрезами разрабатываются каменные угли марки ДГ и бурые угли марки ЗБ. Условия отработки средней сложности. Запасы на разрезах относятся к благоприятным. Наиболее перспективными для освоения являются участки «Головинский» 1 и «Ишидейские 1-3».

Балансовые запасы угля *Улуг-Хемского угольного бассейна* в Республике Тыва составляют 1307 млн т, из них около 1 млрд т составляют коксующиеся угли дефицитной марки «Ж». Балансовые запасы угля категорий А+В+С₁+С₂ таких основных месторождений, как Элегестское, составляют 38 млн т, Каа-Хемское – 305 млн т, Межегейское – 213 млн т и Ээрбекское – 97 млн т. Около 80% запасов угля сосредоточено в одном пласте мощностью 8,4 м. Перспективными для освоения являются все участки месторождений *Улуг-Хемского бассейна*.

Месторождения Бурятии и Читинской области представляют значительную сырьевую базу энергетических углей Забайкалья. Суммарные запасы их составляют около 5443 млн т, из которых 3217 млн т сосредоточены в Читинской области. Из действующих разрезов наиболее благоприятные условия для разработки имеет разрез «Харанорский», разрабатывающий пласт мощностью 33 м с коэффициентом вскрыши 2,1 м³/т. Запасы всех действующих разрезов относятся к благоприятным. Из резервных участков наиболее перспективными являются Харанорские 3-7.

В пределах Республики Саха (Якутия) расположены Южно-Якутский, Ленский, Зырянский угольные бассейны и восточная часть Тунгусского бассейна. На долю республики приходится свыше трети (35%) добываемого угля на востоке страны. Республика Саха (Якутия) обладает значительными прогнозными ресурсами разнообразных по качеству углей, которые на длительную перспективу послужат базой для развития угольной, металлургической и химической промышленности.

Прогнозные ресурсы углей Южно-Якутского угольного бассейна оцениваются более чем в 40 млрд т. Прогнозные ресурсы углей Зырянского бассейна по категориям составляют 8,5 млрд т. Прогнозные ресурсы углей Ленского бассейна оцениваются в 840 млрд т. Основные запасы угля сосредоточены в Южно-Якутском бассейне. Перспективным для дальнейшего освоения является также крупнейшее в России Эльгинское месторождение, где сосредоточено 2,2 млрд т. балансовых запасов особо ценных коксующихся углей.

Общие запасы углей Хабаровского края составляют 1645,6 млн т. Перспективы развития угольной промышленности в этом регионе полностью связаны с Ургальским месторождением каменных углей. Пласты угля сложного и весьма сложного строения, состоящие из 1-8 пачек угля. Общая мощность рабочих пластов изменяется от 0,1 до 6,88 м, а средняя в контуре подсчета запасов изменяется от 1,36 до 3,54 м. По группе устойчивости пласты относятся к невыдержанным и только пласты В31, В22 и В21 к относительно выдержанным. По основным качественным показателям (большое содержание золы) и технологическим свойствам (очень трудная степень обогатимости) угли участка могут использоваться только в энергетических целях.

Перспективы добычи угля в Приморском крае полностью связаны с освоением месторождений бурых низкокалорийных углей Павловского, Бикинского и Раковского месторождений. Данные месторождения обеспечены промышленными запасами угля на длительную перспективу. Однако освоение запасов подготовленных здесь участков нераспределенного фонда имеет значительный экономический риск.

На острове Сахалин расположены месторождения каменных и бурых углей с общими запасами примерно 1864 млн т. В балансовых запасах преобладают бурые угли (55,4%), а из каменных – длиннопламенные (22,4%), длиннопламенные газовые (9%) и газовые (7,6%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие перспективных для освоения подготовленных участков недр действующего фонда, смещение угольных предприятий из Кузбасса на восток страны, значительный прирост добычи угля на Дальнем Востоке, а также предусмотренный программой развития угольной промышленности России на период до 2030 г. ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей позволяет сделать вывод о том, что в ближайшей перспективе именно дальневосточный регион в состоянии будет обеспечить укрепление экспортного потенциала России на рынке Азиатско-Тихоокеанского региона.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2014 года № 1099-р об утверждении программы развития угольной промышленности на период до 2030 г. КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165139/ (дата обращения: 15.03.2019).
2. Техничко-экономические показатели работы шахт в области механизации очистных работ / Ю.Н. Линник, В.Ю. Линник, А.Б. Жабин, А.В. Поляков // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2018. Вып. 4. С. 389-403.
3. Линник Ю.Н., Линник В.Ю. Анализ состояния добычи угля открытым способом в России // Горное оборудование и электромеханика. 2012. № 10. С. 2-6.
4. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за 2006 год. Уголь. 2007. № 3. С. 23-29. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032007.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
5. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за 2007 год. Уголь. 2008. № 3. С. 29-46. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032008.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
6. 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: 15.03.2019).
7. Яновский А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. 2017. № 8. С. 10-14. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
8. Глинина О.И. Угольная промышленность в России: 295 лет истории и новые возможности // Уголь. 2017. № 10. С. 4-11. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102017.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
9. Артемьев В.Б. СУЭК – итоги 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 4-13. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
10. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 58-73. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
11. Афанасьев В.Я., Линник Ю.Н., Линник В.Ю. Уголь России: состояние и перспективы. М.: ИНФРА-М, 2014. 271 с.

UDC 330.15:553:622.33 © Yu.N. Linnik, V.Yu. Linnik, A.B. Zhabin, A.V. Polyakov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 26-29

Title**ANALYSIS OF THE MINERAL RESOURCE BASE OF PERSPECTIVE COAL BASINS AND DEPOSITS IN RUSSIA****DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-26-29>**Authors**Linnik Yu.N.¹, Linnik V.Yu.¹, Zhabin A.B.², Polyakov A.V.²¹ State University of Management, Moscow, 109542, Russian Federation² Tula State University, Tula, 300012, Russian Federation**Authors' Information****Linnik Yu.N.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Economy and management in fuel and energy complex department, tel.: +7 (916) 110-18-77, e-mail: ylennik@rambler.ru**Linnik V.Yu.**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of Economy and management in fuel and energy complex department, tel.: +7 (910) 439-16-01, e-mail: d0c3n7@gmail.com**Zhabin A.B.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor, full member of Academy Mining Sciences, tel.: +7 (4872) 73-44-44, e-mail: zhabin.tula@mail.ru**Polyakov A.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, tel.: +7 (4872) 25-71-05, e-mail: polyakoff-an@mail.ru**Abstract**

In pursuance of the purpose and main objectives of the program of development of the coal industry of Russia for the period up to 2030, the characteristic of the mineral resource base of promising coal basins and deposits of Russia, which allowed to determine the list of promising areas for new construction of mines and sections. The analysis of the dynamics of growth of coal production for the period from 2000 to 2017 in the context of coal regions. It is established that the shift of coal production to the far East region provides not only an increase in production in the far East, but also creates additional opportunities for further development of coal exports to the countries of the Asia-Pacific region.

Keywords

Coal industry, Mine fund, Career fund, Dynamics of coal production, Forecast, Coal basin, Competitiveness, Export.

References

1. The order of the Government of the Russian Federation of June 21, 2014 № 1099-p on approval of the program of development of the coal industry for the period up to 2030. ConsultantPlus. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165139/ (accessed 15.03.2019).
2. Linnik Yu.N., Linnik V.Yu., Zhabin A.B. & Polyakov A.V. Tekhniko-ehkonomicheskie pokazateli raboty shaht v oblasti mekhanizatsii ochistnykh rabot [Technical and economic performance of mines in the mechanization of cleaning

works]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle. – News of Tula State University. Earth science*, 2018, Vol. 4, pp. 389-403.

3. Linnik Yu.N. & Linnik V.Yu. Analiz sostoyaniya dobychi uglya otkrytym sposobom v Rossii [Analysis of open-pit coal mining in Russia]. *Gornoe oborudovanie i ehlektromekhanika – Mining equipment and electromechanics*, 2012, No. 10, pp. 2-6.

4. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2006 [Russia's coal industry performance for January – December, 2006]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2007, No. 3, pp. 23-29. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032007.pdf> (accessed 15.03.2019).

5. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2007 [Russia's coal industry performance for January – December, 2007]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2008, No. 3, pp. 29-46. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032008.pdf> (accessed 15.03.2019).

6. 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 15.03.2019).

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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (accessed 15.03.2019).

8. Glinina O.I. Ugol'naya promyshlennost' v Rossii: 295 let istorii i novye vozmozhnosti [The coal industry in Russia: 295 year history and new opportunities]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 10, pp. 4-11. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102017.pdf> (accessed 15.03.2019).

9. Artemiev V.B. SUEK – itogi 2017 goda [SUEK – Results of 2017]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 4-13. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (accessed 15.03.2019).

10. 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (accessed 15.03.2019).

11. Afanasyev V.Ya., Linnik Yu.N. & Linnik V.Yu. *Ugol' Rossii: sostoyanie i perspektivy* [Russian Coal: status and prospects]. Moscow, INFRA-M Publ., 2014, 271 p.

Новая горная техника поступила на разрез «Апсатский»

Дизельный гидравлический экскаватор Komatsu PC-1250 поступил на разрез «Апсатский», который входит в состав СУЭК. Новая техника была торжественно запущена в работу.

Занят экскаватор будет преимущественно на вскрышных работах, что позволит увеличить производительность на 200 тыс. куб. м в месяц.

Этот вид экскаватора – один из востребованных среди моделей тяжелого класса в горнодобывающей промышленности. Экскаватор Komatsu PC-1250 отличается хорошей производительностью даже в неблагоприятных условиях и большим усилием резания грунта. В своем классе данный экскаватор имеет вместимость ковша 6,7 куб. м. Также обеспечены комфортные условия работы машиниста. Экскаватор оборудован закрытой звукоизолированной кабиной. Она защищена от па-



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

дающих предметов и опрокидывания. Кроме того, техника оснащена регулируемым креслом с подвеской и зеркалами заднего вида, повышающими уровень обзора.

Экскаватор способен работать в условиях низких температур, что обеспечит практически бесперебойную работу горняков в северном районе Забайкалья – на Апсатском разрезе. Это одно из крупных месторождений ценных коксующихся углей. Добыча топлива ведется уже шесть лет. В последние годы на предприятии идет масштабное техническое перевооружение по инвестиционной программе СУЭК. Технический парк горняков пополняется новой горной и вспомогательной техникой. Так, в конце прошлого года в эксплуатацию были запущены новые БелАЗы грузоподъемностью 130 т и Буровой станок Atlas Copco FlexiROC D60.

Исследование подходов к управлению затратами и финансовыми результатами на предприятиях угольной промышленности в условиях трансформации мирового рынка угля

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-30-34>

ХАРИТОНОВА Татьяна Викторовна

Канд. экон. наук,
доцент кафедры «Экономика организации»
Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
125993, г. Москва, Россия,
e-mail: direct.coal@mail.ru

ШВАНДАР Дарья Владимировна

Канд. экон. наук,
доцент кафедры «Экономика организации»
Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
125993, г. Москва, Россия,
e-mail: direct.coal@mail.ru

В настоящее время конъюнктура рынков топливно-энергетических ресурсов наглядно демонстрирует перспективность добычи и экспорта угля. В ряде долгосрочных прогнозов (их наиболее реалистичных сценариях) подчеркивается не только сохранение, но и нарастание зависимости экономики России от экспорта топливно-энергетических ресурсов. При этом немаловажной проблемой является высокая волатильность мирового рынка топливно-энергетических ресурсов, вызванная нестабильностью форсированного роста экономик развивающихся стран и переходом на новую (постиндустриальную низкоуглеродную) экономическую модель промышленно развитых стран. В этой связи одной из важнейших задач становится поиск наиболее действенных подходов к управлению затратами по добыче, переработке и реализации угля для внутреннего и внешнего потребления с целью снижения себестоимости и повышения эффективности отечественной угольной промышленности в целом. Авторами принята попытка поиска путей решения вышепоставленных задач путем рассмотрения двух подходов к управлению затратами и результатами угольных компаний: производственного и внепроизводственного. Первый подход основан на поиске резервов снижения себестоимости производства угольной продукции и путей освоения выявленных резервов. Второй подход заключается в поиске возможных способов экономии затрат, относимых на коммерческие и управленческие расходы, включая снижение транзакционных из-

держек. Приведенные в статье результаты ретроспективного анализа прибыли организаций угольной промышленности позволили предложить методически обоснованный инструментарий повышения уровня производственной и реализационной рентабельности.

Ключевые слова: рынок угля, предприятия угольной промышленности, управление, себестоимость, производственные затраты, транзакционные издержки, финансовые результаты, прибыль, рентабельность, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК), учитывая его значимость для мировой экономики, является постоянным объектом аналитических и прогнозных исследований. При всем многообразии существующих на сегодняшний день прогнозов развития ТЭК большинство из них едино в том, что тенденция использования угля в качестве одного из основных источников топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) имеет шанс сохраниться на всем протяжении XXI века на достаточно высоком уровне. При этом глобальная ориентация на низкоуглеродное развитие и снижение энергоемкости осложняет конкурентную ситуацию на рынках ТЭР [1].

УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ И ФИНАНСОВЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К сожалению, в настоящее время трансформация мирового рынка энергоресурсов происходит не в пользу российских производителей угольного сырья. Глобальный спрос на уголь сокращается: на 1,9% в 2016 г. по сравнению с 2015 г.; на 4,2% по сравнению с 2014 г. Это превысило показатели падения спроса даже по сравнению с «кризисными» 1990-1992 гг. и стало самым «глубоким» за столетний период статистического наблюдения Международного энергетического агентства (МЭА). Даже рост потребления угля в Индии и других азиатских странах в 2016 г. не смог компенсировать значительного снижения спроса в США, Великобритании и Китае [2].

Большая часть российских угольных компаний на современном этапе переориентировала свое внешнеторговое предложение в сторону азиатских партнеров. Однако Китай как основной потребитель угля на мировом

рынке, по прогнозу МЭА, планирует «очистить» свой топливно-энергетический баланс путем снижения доли угля с 67 до 40% к 2040 г. за счет роста возобновляемых источников энергии и использования природного газа в электроэнергетике [3]. Кроме того, таможенные пошлины на импорт со стороны внешнеторговых партнеров (вне зоны торговли Евразийского экономического союза) могут сильно повлиять на цену и объем реализации угля на внешнем рынке [4]. Так, в 2014 г. Китай ввел импортные пошлины: на коксующиеся угли и антрацит – 3%; каменный уголь – 6%; остальные угли – 5%. Как следствие, за 2014-2015 гг. экспорт углей из России в Китай сократился в два раза в денежном выражении (до 1,1 млрд дол. США), а цены на коксующийся и энергетический уголь в среднем упали на 20% [5]. Это существенно повлияло на деятельность российских компаний, поставляющих уголь в Китай. Как показывает практика, снизить негативное влияние внешнеэкономического фактора возможно только в рамках межправительственных соглашений и участия в торгово-экономических объединениях [6]. Самим же угольным компаниям для сохранения своего присутствия на данном рынке, а также рынке стран ЕАЭС, необходимо поставить своей главной задачей обеспечение конкурентоспособности продукции за счет повышения ее качества и снижения себестоимости.

В угольной промышленности на формирование себестоимости продукции (добычи, переработки и реализации угля) основное влияние оказывают горно-геологические условия. Так, незначительная глубина залегания угля не требует больших капитальных затрат, что определяет относительную дешевизну открытого способа добычи. Подземный способ добычи предполагает значительные капитальные вложения в строительство шахт, высокую энергоемкость и необходимость привлечения высококвалифицированных работников [7], что определяет его относительную дороговизну.

Следующим значимым фактором является качество исходного угольного сырья, которое определяет назначение и способ дальнейшей промышленной обработки и использования угля, логистики и рыночной конъюнктуры.

Поэтому необходим поиск наиболее действенных подходов к управлению затратами по добыче, переработке и реализации угля для внутреннего и внешнего потребления с целью снижения себестоимости и повышения эффективности экспорта. Для этого необходимо рассмотрение двух подходов к управлению затратами и результатами деятельности угольных компаний: производственного и внепроизводственного.

Первый подход основан на поиске резервов снижения себестоимости производства угольной продукции и путей освоения выявленных резервов. В рамках производственного подхода к управлению себестоимостью особое внимание обращается на статьи, формирующие себестоимость реализованной продукции, в том числе затраты; связанные с добычей и/или покупкой угля; на приобретение материалов и запасных частей; оплату труда; амортизацию; ремонт и техническое обслуживание, услуги по транспортировке продукции и перевозке персонала; буровзрывные работы; расходы на обеспечение безопасности горных работ; налог на добычу полезных ископаемых и др. Анализ структуры затрат свидетельствует, что мате-

риальные затраты на шахте составляют около 20-25%, на угольном разрезе – 58-60%, на обогатительной фабрике – 90-95%; а вот затраты на амортизацию на шахте больше – около 10%, на разрезе – 5-7%, на обогатительной фабрике – около 1% [8].

Второй подход заключается в поиске возможных способов экономии затрат, относимых на коммерческие и управленческие расходы, включая снижение транзакционных издержек. Внепроизводственный подход предполагает, что основной упор в управлении затратами делается на коммерческие, связанные с реализацией и сбытом готовой продукции, формирующей затем выручку и управленческие расходы. Наиболее весомую статью коммерческих расходов угольных компаний составляют транспортные расходы, включающие расходы на железнодорожные перевозки, аренду вагонов, фрахт, стивидорные услуги и др. Управленческие расходы, как правило, включают административные и общехозяйственные расходы организации, которые напрямую не связаны с производством продукции, в том числе на оплату информационных, аудиторских и консультационных услуг, подготовку и переподготовку кадров и др.

Зачастую структура затрат и подходы к управлению себестоимостью в угольной промышленности определяются региональными особенностями (географическими, инфраструктурными, рыночными). Так, обеспечению более низкой себестоимости добычи в регионе способствует «соседство» разрабатываемых участков месторождений, что позволяет использовать общие производственные мощности и инфраструктуру. Экономия затрат, связанных с реализацией продукции, обеспечивается за счет расположения добывающих предприятий в непосредственной близости от объектов транспортной инфраструктуры (железнодорожных путей), а также налаженных партнерских связей с близлежащими регионами.

Ключевыми игроками современного рынка угля выступают угольно-энергетические интегрированные структуры, способствующие сохранению отраслевых и межотраслевых производственно-хозяйственных связей, обеспечивающих возможности снижения себестоимости на всей цепочке создания добавленной стоимости и реализации готовой продукции – угольного сырья и электроэнергии.

Рассмотрим специфику формирования затрат и прибыли одной из ведущих угольных компаний России – СУЭК. В *табл. 1* представлены состав, структура и динамика затрат компании за 2016 – 2017 гг.

Как можно видеть из данных, представленных в *табл. 1*, совокупные затраты компании в целом за рассматриваемый период увеличились на 35,3%. Структура затрат значительно не изменилась, наибольший удельный вес занимает себестоимость реализованной продукции (или производственные затраты) [9]. Значительный удельный вес имеют также транспортные расходы, причем в 2017 г. наметилась тенденция к их росту.

Постатейный анализ затрат позволил выявить наиболее «весомые» расходы в каждой группе расходов. Например, в структуре реализованной продукции это расходы на покупку угля и нефтекокса у третьих лиц, в транспортных расходах – расходы на железнодорожные перевозки, в общехозяйственных и административных расходах – расходы на оплату труда административно-

Состав, структура и динамика затрат СУЭК в 2016-2017 гг.

Состав затрат	Удельный вес затрат в полной себестоимости		Темп роста затрат, %
	2016 г.	2017 г.	
Полная себестоимость	1	1	135,3
в том числе:			
Себестоимость реализованной продукции	0,537	0,535	134,8
в том числе:			
покупка угля и нефтекокса у третьих лиц	0,12	0,157	176,6
Транспортные расходы	0,429	0,432	136,3
в том числе:			
расходы на железнодорожные перевозки	0,266	0,275	139,8
Общехозяйственные и административные расходы	0,033	0,032	128,1
в том числе:			
расходы на оплату труда	0,019	0,018	126,6
Прочие расходы	0,001	0,001	225,0

Составлено авторами на основе консолидированной финансовой отчетности компании – <https://ar2017.suek.com/ru/financial-statements/notes-to-the-consolidated-financial-statements#expenses>.

управленческого персонала. Пристальное внимание следует обратить на резкий рост в 2017 г. расходов на покупку угля и нефтекокса у третьих лиц (на 76,6%), что может быть вызвано как увеличением объемов закупки, так и ростом закупочных цен.

Анализ влияния затрат компании СУЭК на основные финансовые результаты произведен на основе данных по прибыли от операционной деятельности компании в 2016-2017 гг. (табл. 2).

Как следует из табл. 2, в большей степени на снижение прибыли от операционной деятельности повлияли производственные расходы. Рост транспортных, общехозяйственных, административных и прочих расходов в 2017 г. также привел к снижению финансового результата. Однако благодаря значительному росту выручки от реализации компания смогла значительно увеличить прибыль (на 82,4%).

Рентабельность производственно-хозяйственной деятельности СУЭК увеличилась в 2017 г. по сравнению с 2016 г. на 6% и составила 23,3%, что в нестабильных экономических условиях настоящего времени можно трактовать как значительное повышение эффективности. Другим немаловажным показателем эффективности деятельности СУЭК является снижение затрат на 1 рубль выручки от реализации. Так, в 2016 г. этот показатель составлял 0,853 руб., а в 2017 г. – уже 0,811 руб.

На основе проведенных исследований авторами разработаны научно-практические рекомендации по возможным мерам, направленным на снижение затрат угледобывающих компаний. Так, в рамках производственного подхода к управлению затратами основной упор предлагается сделать на увеличение производительности труда за счет модернизации оборудования, непосредственно участвующего в производственном процессе [10]. Например, применение очистного комбайна нового поколения Eickhoff SL 900 позволяет добывать до четырех тысяч тонн угля в час [11], что позволит не только снизить себестоимость добычи угля, но и сократить объем подготовительных работ и конечных операций.

Внепроизводственный подход предполагает, что совокупные затраты угольных компаний в большей степени зависят от коммерческих расходов, величина которых во многом определяется транзакционными издержками. В условиях отраслевой деструкции угольной промышленности, с одной стороны, и формирования межотраслевых интегрированных структур, с другой стороны, необходимо осуществление регулярного мониторинга прироста этих затрат в выручке и прибыли. В этой связи приоритетной для предприятий задачей становится оптимизация договорных (контрактных) отношений, приводящая к снижению транзакционных издержек. Контроль над величиной и динамикой транзакционных издержек целесообразно

Таблица 2

Анализ влияния затрат на формирование прибыли от операционной деятельности СУЭК в 2017 г., млн дол. США

Показатель	Значение показателя	Отклонение показателя от 2016 г.
Прибыль от операционной деятельности в 2016 г.	590	–
Изменение прибыли от операционной деятельности в 2017 г. под воздействием изменения выручки (при прочих неизменных условиях)	2281	+1691
Изменение прибыли от операционной деятельности в 2017 г. под воздействием изменения производственных расходов (при прочих неизменных условиях)	–47	–637
Изменение прибыли от операционной деятельности в 2017 г. под воздействием изменения транспортных, общехозяйственных, административных и прочих расходов (при прочих неизменных условиях)	22	–568
Прибыль от операционной деятельности в 2017 г. под воздействием изменения всех вышеуказанных факторов	1076	+486

Составлено авторами на основе консолидированной финансовой отчетности компании – <https://ar2017.suek.com/ru/financial-statements/notes-to-the-consolidated-financial-statements#expenses>.

осуществлять на корпоративном уровне управления путем трансформации портфельной стратегии. Одним из возможных вариантов может стать увеличение доли ценных бумаг транспортных организаций, в частности портов, вследствие чего снизится риск воздействия на цены перевозок со стороны неконтролируемых собственников, а также сократятся затраты на услуги посреднических организаций. Другой вариант направлен на увеличение инвестиционных вложений в железнодорожную и портовую инфраструктуру. Это не только приведет к увеличению пропускной способности инфраструктурных объектов и повышению эффективности логистических процессов, но также позволит существенно снизить объем нераспределенной прибыли крупных угольных компаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные подходы к управлению затратами и финансовыми результатами на предприятиях угольной промышленности в условиях трансформации мирового рынка угля могут стать основой обоснованного инструментария повышения уровня производственной и реализационной рентабельности угольных компаний.

Список литературы

1. Харитоновна Т.В. Международный опыт развития топливно-энергетического комплекса: от сценариев к стратегиям. / Сборник материалов круглого стола «Предпринимательские инициативы в производственной и правовой деятельности организации. М.: ИТК «Дашков и К^о», 2017. С. 7-13.
2. Международное энергетическое агентство. Уголь. URL: <https://www.iea.org/coal2017/> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Международное энергетическое агентство. Китайский рынок угля. URL: <https://www.iea.org/weo/china/> (дата обращения: 15.03.2019).

4. ТН ВЭД ТС. URL: <https://www.ifcg.ru/info/tnved/> (дата обращения 15.03.2019).

5. Минэкономразвития предложило Китаю отменить пошлины на российский уголь // Ведомости. 22.10.2015. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/10/23/614018-knr-poshlini-ugol> (дата обращения: 15.03.2019).

6. Ставки вывозных таможенных пошлин. URL: <http://base.garant.ru/108095/#friends> (дата обращения: 15.03.2019).

7. Федаш А.В., Вартанов А.З., Петров И.В. Современные вызовы инновационному развитию топливно-энергетического комплекса России // Научные труды Института проблем энергетической безопасности. 2018. № 4. С. 140-144.

8. Осипова Л.М., Казимирская Т.А. Экономика и менеджмент горного производства. Кемерово: ГУ КузГТУ, 2009. 136 с.

9. Развитие угольной промышленности в условиях создания высокопроизводительных рабочих мест, перехода на наилучшие доступные технологии и импортозамещение / В.Б. Казаков, Л.В. Калачёва, И.В. Петров, И.Л. Сурач // Уголь. 2017. № 6. С. 48-50. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062017.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

10. О первоочередных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, обеспечивающих импортозамещение в отрасли геологоразведки, добычи и глубокой переработки твердых полезных ископаемых / В.Н. Захаров, А.З. Вартанов, И.В. Петров и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № S1. С. 522-538.

11. Евгений Космин: «Мне интересно быть шахтером...» // Кузбасс. 25 августа 2018 г. URL: <http://kuzbass85.ru/2018/08/25/evgeniy-kosmin-mne-interesno-byit-shahterom/> (дата обращения: 15.03.2019).

UDC 658.8:622.33:657.471 © T.V. Haritonova, D.V. Shvandar, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 30-34

Title

RESEARCH APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF COSTS AND FINANCIAL RESULTS AT THE ENTERPRISES OF THE COAL INDUSTRY IN THE CONTEXT OF THE TRANSFORMATION OF THE GLOBAL COAL MARKET

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-30-34>

Authors

Haritonova T.V.¹, Shvandar D.V.¹

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125993, Russian Federation

Authors' Information

Haritonova T.V., PhD (Economic), Associate Professor Department of Organization Economics, e-mail: direct.coal@mail.ru

Shvandar D.V., PhD (Economic), Associate Professor Department of Organization Economics, e-mail: direct.coal@mail.ru

Abstract

At present, the conjuncture of fuel and energy resources markets clearly demonstrates the prospects of coal mining and export. A number of long-range forecasts (their most realistic scenarios) emphasize not only the preservation, but also the growing dependence of the Russian economy on the export of fuel and energy resources. At the same time, an important problem is the high volatility of the world market of fuel and energy resources caused by the instability of the forced growth of the economies of developing countries and the transition to a new (post-industrial low carbon) economic model of industrialized countries. In this regard, one of the most important tasks is to search for the most effective approaches

to managing the costs of mining, processing and selling coal for internal and external consumption in order to reduce costs and improve the efficiency of the domestic coal industry as a whole. The authors attempted to find ways to solve the above tasks by considering two approaches to managing the costs and results of coal companies: production and non-production. The first approach is based on the search for reserves to reduce the cost of production of coal products and ways to develop the identified reserves. The second approach is to find possible ways to save costs attributable to commercial and administrative expenses, including reducing transaction costs. The results of a retrospective analysis of the profits of organizations in the coal industry presented in the article made it possible to offer methodologically sound tools to increase the level of production and sales profitability.

Keywords

Coal market, Coal industry enterprises, Management, Cost price, Production costs, Transaction costs, Financial results, Profit, Profitability, Efficiency.

References

1. Kharitonova T.V. *Mezhdunarodnyy opyt razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa: ot stsenariyev k strategiyam* [International experience in the development of the fuel and energy complex: from scenarios to strategies]. Collection of materials of the round table "Entrepreneurial initiatives in the production and legal activities of the organization". Moscow, Dashkov and K° Publ., 2017, pp. 7-13.
2. *Mezhdunarodnoe ehnergeticheskoe agentstvo. Ugol'* [International Energy Agency. Coal]. Available at: <https://www.iea.org/coal2017/> (accessed 15.03.2019).
3. *Mezhdunarodnoe ehnergeticheskoe agentstvo. Kitajskij rynek uglya* [International Energy Agency. Chinese coal market]. Available at: <https://www.iea.org/weo/china/> (accessed 15.03.2019).
4. TN VED TS. Available at: <https://www.ifcg.ru/info/tnved/> (accessed 15.03.2019).
5. Minekonomrazvitiya predlozilo Kitayu otmenit' poshliny na rossijskij ugol' [Ministry of Economic Development proposed to China to cancel duties on Russian coal]. *Vedomosti – Sheets*, 22.10.2015. Available at: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/10/23/614018-krn-poshlini-ugol> (accessed 15.03.2019).
6. *Stavki vyvoznih tamozhennyh poshlin* [Export customs duty rates]. Available at: <http://base.garant.ru/108095/#friends> (accessed 15.03.2019).
7. Fedash A.V., Vartanov A.Z. & Petrov I.V. *Sovremennyye vyzovy innovatsionnomu razvitiyu toplivno-energeticheskogo kompleksa Rossii* [Modern challenges to the innovative development of the fuel and energy complex

- of Russia] *Naukoyemkiye tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov – High technology development and use of mineral resources*, 2018, No. 4, pp. 140-144.
8. Osipova L.M. & Kazimirskaya T.A. *Ekonomika i menedzhment gornogo proizvodstva* [Economics and management of mining production]. Kemerovo, KuzGTU Publ., 2009, 136 p.
9. Kazakov V.B., Kalacheva L.V., Petrov I.V. & Surat I.L. *Razvitie ugol'noj promyshlennosti v usloviyah sozdaniya vysokoproizvoditel'nykh rabochih mest, perekhoda na nailuchshie dostupnye tekhnologii i importozameshchenie* [Coal industry development in the situation of high-performance jobs creation, conversion to the best available technologies and import substitution]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 6, pp. 48-50. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062017.pdf> (accessed 15.03.2019).
10. Zakharov V.N., Vartanov A.Z., Petrov I.V. et al. *O pervoocherednykh nauchno-issledovatel'skikh i opytno-konstruktorskikh rabotakh, obespechivayushchikh importozameshcheniye v otrasli geologorazvedki, dobychi i glubokoy pererabotki tverdykh poleznykh iskopayemykh* [About the priority research and development work, providing import substitution in the industry of geological exploration, mining and deep processing of solid minerals]. *Gorniy Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten'* – *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2016, No. S1, pp. 522-538.
11. Yevgeniy Kos'min: "Mne interesno byt' shakhterom..." [Evgeny Kosmin: "It is interesting for me to be a miner ..."]. *Kuzbass*, August 25th, 2018. Available at: <http://kuzbass85.ru/2018/08/25/evgeniy-kosmin-mne-interesno-byit-shakhterom/> (accessed 15.03.2019).

Администрация Кемеровской области информирует

Сергей Цивилев провел установочное заседание рабочей группы Госсовета РФ по направлению «Энергетика»



В администрации Президента Российской Федерации 27 марта 2019 г. губернатор Кемеровской области Сергей Цивилев выступил с докладом о составе рабочей группы и дальнейшей организации деятельности рабочей группы.

Так, в состав рабочей группы во главе с губернатором Кузбасса вошли 38 экспертов, в том числе заместитель министра энергетики Российской Федерации Анатолий Яновский, помощник руководителя администрации Президента Российской Федерации Кирилл Молодцов, председатель Комитета Государственной Думы по энергетике Павел Завальный, председатель Наблюдательного совета Ассоциации «Совет производителей электроэнергии и стратегических инвесторов электроэнергетики» Александр Панин, заместитель председателя Комитета Госдумы по энергетике, заместитель руководителя рабочей группы Государственного совета РФ по направлению «Энергетика» Дмитрий Исламов.

Сергей Цивилев сообщил, что в ближайшее время также будет создан исполнительный орган Госсовета по на-

правлению «Энергетика», руководителем которого назначен Дмитрий Исламов. Орган будет отрабатывать все решения, готовить соответствующие предложения.

На первом установочном заседании участники обсудили актуальные вопросы развития энергетики в России. «Мы затронули более 100 тем по вопросам, волнующим регионы. Сегодня перед нами стояла важнейшая задача – расставить приоритеты и акценты, определив план работы на ближайший год», – прокомментировал **Дмитрий Исламов**.

«Основная стратегия работы Госсовета по направлению «Энергетика» – развитие энергетики в стране. Здесь важно добиться обеспечения качественной, но дешевой энергией потребителей. Для этого – перейти на газификацию и угольную генерацию. При этом отношение к углю необходимо изменить, сделав это сырье экологически чистым продуктом», – заявил **Сергей Цивилев**.

Также в приоритетах работы Госсовета по направлению «Энергетика» – обеспечение эффективной, экологически чистой и дешевой энергией транспорта и предприятий промышленности, а также газификация регионов. Это касается увеличения газомоторного транспорта, разработки проектов энергосбережения.

Напомним, ранее по указу Президента России Владимира Путина было сформировано 16 групп работы Госсовета по различным направлениям реализации национальных проектов. Направление «Энергетика» охватывает все сферы деятельности, касающиеся энергетических ресурсов страны. Это атомная, угольная промышленности, нефть, электро- и теплоэнергетика и др.

«Перед нами стоит серьезная задача – повысить уровень жизни и благополучия жителей. И мы должны показать положительный эффект от проделанной работы», – заключил **Сергей Цивилев**.

СУЭК считает социальное предпринимательство одним из драйверов развития моногородов

В Красноярске стартовало обучение работников бюджетной сферы и начинающих бизнесменов основам социального предпринимательства. Участие в первой образовательной сессии приняли 40 человек из Красноярского края, Кемеровской области и Хакасии. Организаторами необычной школы выступили АО «Сибирская угольная энергетическая компания», Фонд «СУЭК – РЕГИОНАМ» и Автономная некоммерческая организация «Новые технологии развития».



Программа «Школа социального предпринимательства» реализуется на шахтерских территориях России с 2013 г. Основные задачи, которые ставят перед собой организаторы и бизнес-тренеры – помочь жителям моногородов найти «точки роста» как для своих учреждений, так и для регионов в целом. Такие точки эксперты предлагают учащимся Школы увидеть в развитии образовательных, медицинских, бытовых услуг.

«Нам важно, чтобы на территориях, удаленных от областных и краевых центров, жители могли получить те же объемы, качество и доступность услуг, что и жители мегаполисов. И одним из ресурсов для достижения этого уровня мы считаем развитие социального предпринимательства. Именно поэтому мы объединяем людей, обладающих инициативой, и учим их «читать» запросы местных сообществ и отвечать на них востребованными услугами», – поясняет эксперт Школы социального предпринимательства **Ирина Сербина**.

Прошедшая сессия стала беспрецедентной по количеству учащихся – их вдвое больше, чем в 2018 г. Также впервые вместе с экспертами Школы с начинающими бизнесменами работают выпускники прошлых лет, имеющие за плечами опыт успешно реализованных проектов, – они выступают в роли наставников.

Юрий Попенко возглавляет в Шарыпово детскую спортивную школу. В 2018 г. благодаря обучению по программе Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития» он расширил спектр возможностей спортшколы, открыв в ней секцию «Футболята» для маленьких футболистов 5-6 лет. В рамках обучения в Школе социального предпринимательства ему не только помогли грамотно оформить проект, но и предоставили грант на его реализацию.

«В спортшколу мы зачисляем с 9 лет, и родители стали обращать наше внимание на то, что младшая возрастная категория оказалась неохваченной, для таких ребят нет организованного активного досуга, а ведь энергии у них очень много! Поэтому мы решили создать на базе школы платную секцию, где обучаем малышей футболу по упрощенной программе. То есть мы пошли от клиента, и родители восприняли это с удовольствием», – рассказывает Юрий Попенко.



Ирина Касимова, представляющая централизованную библиотечную систему Бородино, одна из «новичков», которым только предстоит внедрить проект в жизнь. Признается, на обучение ехала совершенно с другими задумками, но в процессе работы с экспертами родился проект, который имеет все шансы привлечь в библиотеку новых посетителей и сделать ее местом семейного отдыха.

«Я разрабатываю проект «Организация дня рождения ребенка в библиотеке». Сегодня в нашем городе нет праздничных агентств, которые проводят детские праздники. Мы решили занять эту нишу, предложив детям 7-8 лет познавательно-игровые программы с творческими мастер-классами, шоу мыльных пузырей, чаепитием, – комментирует Ирина Касимова. – Для этого у нас есть все ресурсы – помещения, мультимедийные площадки, опытные специалисты».

За время реализации программы Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» и АНО «Новые технологии развития» реализованы десятки проектов. *«Нам очень приятно, что вслед за этим обучением в школах и учреждениях дополнительного образования шахтерских городов появляются новые востребованные услуги, – резюмирует программный директор АНО «Новые технологии развития» Ольга Щедрина, – которые не только помогают учреждениям бюджетной сферы выйти на новый уровень, но и повышают качество жизни на этих территориях».*

Арктический путь

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-36-38>

РАЗОВСКИЙ Юрий Викторович

Доктор экон. наук, профессор,
профессор кафедры
«Теория и организация управления»
Гжельского государственного университета,
140155, п. Электроизолятор,
Московская обл., Россия,
e-mail: renta11@yandex.ru

ВИШНЯКОВ Яков Дмитриевич

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой
«Управление природопользованием
и экологической безопасностью»
ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления»,
109543, г. Москва, Россия,
e-mail: vishnyakov1@yandex.ru

САВЕЛЬЕВА Екатерина Юрьевна

Канд. экон. наук, заместитель заведующего
кафедрой «Менеджмента и маркетинга»
Московского университета им. С.Ю. Витте,
115432, г. Москва, Россия,
e-mail: egorenkova@miiv.ru

КИСЕЛЕВА Светлана Петровна

Доктор экон. наук, профессор кафедры
«Управление природопользованием
и экологической безопасностью»
ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления»,
109543, г. Москва, Россия,
e-mail: svetlkiseleva@yandex.ru

МАКОЛОВА Людмила Викторовна

Доктор экон. наук, профессор кафедры
«Логистика и управление
транспортными системами»,
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный
университет путей сообщения»,
344038, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: makolova76@mail.ru

Рассмотрена проблема эффективного и рационального использования минерально-сырьевого капитала и арктической ренты. Приводится сравнительный анализ формирования индекса человеческого развития арктических стран. Предложены гражданская собственность на недра Арктики, а также Арктический банк природных ресурсов и Арктический фонд гражданских дивидендов. Сформулированы закон природной ренты, приоритеты арктической экономической политики и стратегическая цель эволюционного развития.

Ключевые слова: Арктика, рента, минерально-сырьевой капитал, гражданская собственность, недра, человеческое развитие, Северный морской путь.

ВВЕДЕНИЕ

Восьмой международный форум «Арктика: настоящее и будущее» проходил 5-7 декабря 2018 г. в Санкт-Петербурге. Пленарное заседание форума открыл специальный представитель Президента РФ по международному сотрудничеству в Арктике и Антарктике Артур Николаевич Чилингаров. Одним из ключевых вопросов программы стала обновленная редакция законопроекта «О развитии Арктической зоны Российской Федерации», разработанная Минэкономразвития РФ.

В форуме принимали участие доктор экон. наук, профессор Ю.В. Разовский и канд. экон. наук Е.Ю. Савельева. Подробный фотоотчет о командировке в Санкт-Петербург можно найти по адресу <https://www.instagram.com/razovskii/>.

В сборник докладов конференции форума «Северный морской путь» были направлены два доклада: Ю.В. Разовский, Е.Ю. Савельева «Углеродная рента северных регионов РФ» и Ю.В. Разовский «Регулирование рентных отношений в Арктике», а также предложение в резолюцию форума, рассмотренное ниже.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ КАПИТАЛ АРКТИКИ

В связи с изменением климата, повышением температуры океана существенно сокращаются площади арктических льдов. Происходящая революция в природе открывает возможности для круглогодичной навигации по Северному морскому пути.

Осмысление этих происходящих аномальных проявлений возможно на основе научных истин арктического рентного ноосферного мировоззрения. Оно базируется на постулатах М.В. Ломоносова, В.И. Вернадского, идей Д.И. Менделеева, Д. Рикардо, А. Смита, А. Маршала и др. [1, 2].

В результате на этой научной основе был сформулирован Закон природной ренты Ю.В. Разовского: «Неэффективное использование природного капитала и нерациональное распределение природной ренты между гражданами, государством, территориями и бизнесом формируют условия ано-

мальных проявлений природы и революционного преобразования общества» [3].

Целью исследований является формирование системы эффективного и безопасного использования минерально-сырьевого капитала и рационального распределения природной арктической ренты. Природный капитал Арктики – это стоимость обособленных природных ресурсов, приносящая природную ренту в условиях высокого риска [4].

Минерально-сырьевой капитал – это стоимость поисков, разведки, оценки запасов, обустройства месторождения, добычи и первичной переработки полезных ископаемых, а также стоимость вспомогательных услуг и производств, приносящая прибыль, абсолютную и дифференциальную горную ренту (сверхприбыль) [5].

Примерами эффективного использования арктического минерально-сырьевого капитала являются добыча нефти на платформе «Приразломная» компанией «Газпром нефть шельф» и проект «Ямал-СПГ» по добыче, сжижению и транспортировке природного газа из порта «Сабетта» по Северному морскому пути (СМП), реализуемый компанией «НОВОТЭК».

Разнообразие видов арктического природного капитала требует его классификации по принципу: источник формирования (капитализации) ренты, на основании наблюдения за движением арктического капитала. Классификация ренты и капитала была составлена Ю.В. Разовским и уточнена учеными его научной школы [4].

Арктический минерально-сырьевой капитал включают месторождения угля, нефти и газа. Например, Арктической горной компанией планируется добывать 30 млн т коксующихся углей и через угольные терминалы о. Диксон транспортировать их по СМП.

Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. предусмотрен рост на 10 тыс. человек ежегодно численности населения Арктической зоны до 2 341 200 человек (на начало 2013 г. она составляла около 2 331 000 человек, или 1,6% населения России). Центральное место в стратегии освоения Арктики занимает Северный морской путь. Перевозка грузов по нему пока еще рискованна, но в среднем быстрее на 30% по сравнению с проходом через Суэцкий канал и дешевле.

По сравнению с другими арктическими странами Россия располагает намного более весомым арктическим нефтегазовым капиталом. Общая стоимость прогнозных ресурсов минерального сырья в недрах арктических районов России составляет около 30 трлн дол. США, две трети этой суммы приходятся на энергоносители.

Однако по Индексу человеческого развития ООН, который учитывает продолжительность жизни, длительность образования и величину ВВП на душу населения, в 2017 г. из 158 стран Россия находилась на 43-м месте (см. таблицу).

Из сравнительного анализа эффективности капитализации нефтяной ренты установлено существенное отставание России от арктических стран, в частности, от Норвегии и США, штат Аляска [4].

Фонд национального благосостояния России (формируется от сверхнормативных нефтяных доходов) на 01.11.2018 накопил 75,59 млрд дол. США. Средняя доходность валютных активов составляет всего 1% годовых.

Индексы человеческого развития ООН арктических стран

Рейтинг	Страна	Индекс
1	Норвегия	0,953
10	Дания	0,929
11	Канада	0,926
12	США	0,924
14	Финляндия	0,920
43	Россия	0,816

Постоянный фонд штата Аляска (США) по состоянию на 30.09.2018 располагал активами на сумму 63,9 млрд дол. США. С 1998 г. каждому жителю Аляски ежегодно выплачиваются дивиденды, в 2015 г. они составили 2072 дол. США. В пересчете на рубли по курсу 66 руб. за дол. США получается 1 396 руб. в месяц.

Государственный нефтяной фонд Норвегии накопил 1 трлн дол. США, средняя доходность его активов составляет 12–15% годовых.

С целью повышения эффективности использования минерально-сырьевого капитала была обоснована более эффективная в сравнении с государственной и более справедливая, чем частная, гражданская собственность на арктические недра России.

В процессе исследований была сформулирована стратегическая цель: достижение в 2020 г. более высокого – 14-го места по Индексу человеческого развития ООН, как у Финляндии в 2017 г.

Ведущей международной научной школой «Управление сверхприбылью» под руководством Ю.В. Разовского разработана методология оценки горной ренты в условиях высокого арктического риска. По оценкам специалистов, сверхприбыль (дифференциальная горная рента) «Норникеля» в 2017 г. составила 1 млрд дол. США.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов исследований была сформулирована проблема и направлено предложение в резолюцию арктического форума по ее решению. Проблема: относительно неэффективное и недостаточно рациональное использование арктической природной, минерально-сырьевой ренты на основе только государственной собственности на недра, природную среду и частной собственности на природный, минерально-сырьевой капитал Арктики.

Решение: перейти на гражданскую форму собственности на недра Арктики и другие природные ресурсы (близкий аналог – акционерная собственность).

Необходимо также создать Арктический банк природных ресурсов (оценка, ведение баланса запасов, лицензирование, установление размера арендной платы, контроль за использованием и оплатой аренды арктического капитала и т.п.) и Арктический фонд гражданских дивидендов (концентрация арктической ренты, ее капитализация и выплата полярных дивидендов гражданам РФ). Аналог – Постоянный фонд штата Аляска США. В результате вырастет Индекс человеческого развития (ИЧР ООН). В рейтинге ООН по ИЧР Россия с 43 места (2017 г.) к 2025 г. перейдет на 17-20 место (у Финляндии в 2017 г. – 14 место).

Список литературы

1. Жид Ш., Рист Ш. История экономических учений: пер. с франц. М.: Экономика, 1995. 544 с.
2. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Экологический императив технологического развития России (научная монография). Ростов-на-Дону: ООО «Терра», 2016. 296 с.
3. Разовский Ю.В., Булат С.А. Управление сверхприбылью. М.: СГУ, 2011. С. 305.

4. Стратегическое управление ресурсами прибрежных зон: монография / А.В. Семенов, Ю.С. Руденко, Ю.В. Разовский и др. / под ред. А.В. Семенова, Ю.В. Разовского. М.: ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. Т. 1. Арктическая рента. 176 с.

5. Разовский Ю.В. Классификация природного капитала // Горный журнал. 2015. № 5. С. 37-39.

UDC 338.14:338.911:330.15(98):35.823.3 © Yu.V. Razovskiy, Ya.D. Vishnyakov, E.Yu. Saveleva, S.P. Kiseleva, L.V. Makolova, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 36-38

ECONOMIC OF MINING

Title
THE ARCTIC WAY

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-36-38>

Authors

Razovskiy Yu.V.¹, Vishnyakov Ya.D.², Saveleva E.Yu.³, Kiseleva S.P.², Makolova L.V.⁴

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

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

³ Witte Moscow University, Moscow, 115432, Russian Federation

⁴ Rostov State Railway University, Rostov-on-Don, 344038, Russian Federation

Authors' Information

Razovskiy Yu.V., Doctor of Economic Sciences, Professor of Management and marketing department, e-mail: renta11@yandex.ru

Vishnyakov Ya.D., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Environmental management and environmental safety department, e-mail: vishnyakov1@yandex.ru

Saveleva E.Yu., PhD (Economic), Deputy Head of Management and marketing department, e-mail: egorenkova@muiiv.ru

Kiseleva S.P., Doctor of Economic Sciences, Professor of Environmental management and environmental safety department, e-mail: svetlkiseleva@yandex.ru

Makolova L.V., Doctor of Economic Sciences, Professor of Logistics and transport systems management department, e-mail: makolova76@mail.ru

Abstract

The problem of efficient and rational use of mineral resources and Arctic rent is considered. A comparative analysis of the formation of the human development index of the Arctic countries is given. The proposed civilian property on the subsoil of the Arctic and the Arctic Bank of natural resources and the Arctic: the Foundation of civic dividends. The law of natural rent, the priorities of the Arctic economic policy and the strategic goal of evolutionary development are formulated.

Keywords

Arctic, Rents, Mineral resource capital, Civil property, Mineral resources, Human development, Northern Sea route

References

1. Jid Sh. & Rist Sh. *Istoriya ekonomicheskikh ucheniy: per. s frants* [History of Economic Thought: trans. from French]. Moscow, Economy Publ., 1995, 544 p.
2. Vishnyakov Ya.D. & Kiseleva S.P. *Ekologicheskii imperativ tekhnologicheskogo razvitiya Rossii*. Nauchnaja monografiya [Ecological imperative of technological development of Russia. Scientific monograph]. Rostov-on-Don, "Terra" LLC, 2016, 295 p.
3. Razovskiy Yu.V. & Bulat S.A. *Upravleniye sverkhpribyl'yu* [Super Profit Management]. Moscow, SGU Publ., 2011, pp. 305.
4. Semenov A.V., Rudenko Yu.S., Razovskiy Yu.V. at al. *Strategicheskoye upravleniye resursami pribrezhnykh zon: monografiya* [Strategic Coastal Resource Management: a monograph]. Moscow, Witte Moscow University Publ., 2016, Vol. 1. Arctic rent, 176 p.
5. Razovskiy Yu.V. *Klassifikatsiya prirodnogo kapitala* [Classification of natural capital]. *Gornyi zhurnal – Mining Journal*, 2015, No. 5, pp. 37-39.

Бородинский РМЗ отремонтировал «юбилейный» 650-й тепловоз

ООО «Бородинский ремонтно-механический завод» (РМЗ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, отремонтировало 650-й тепловоз.

«Юбилейный» локомотив предназначен для Бородинского погрузочно-транспортного управления, подразделения промышленного железнодорожного транспорта СУЭК. Тепловоз ТЭМ-7А № 0075 прошел на заводе плановую наладку по циклу ТР-3: на машине отремонтировали ходовую часть, дизель-генератор, заменили кабели, экипировали водой и маслом. Все восстановленные узлы прошли обязательный технический контроль на специализированных стендах. Полученное машиной клеймо качества гарантирует: тепловоз будет работать безотказно и эффективно.

Одновременно на Бородинском РМЗ шел ремонт еще четырех тепловозов, три локомотива ждали своей очереди на подъездных путях – спрос на услуги завода по плановому ремонту тепловозов постоянно растет. Чтобы обеспе-

чить заводу динамичное развитие, на предприятие по инвестиционной программе СУЭК поступили современное оборудование, станки, стенды. За счет переезда думпкарного отделения в новое здание площади цеха по ремонту подвижного состава расширены почти на 900 кв. м, организованы дополнительные стойловые места для тепловозов, завершается подготовка к переходу на круглосуточный режим работы, на 20 человек увеличился штат специалистов.

Сегодня Бородинский ремонтно-механический завод – единственное предприятие в угольной отрасли, обладающее производственной базой для ремонтов тепловозов марок ТЭМ-7, ТЭМ-7А, ТЭМ-2, ТЭМ-18 и подвижного состава. Если в прошлом году заводчане «вернули к жизни» порядка тридцати локомотивов, в текущем уже заключены договоры на ремонт 35 машин. В стадии рассмотрения заявки на ремонт еще 20 тепловозов. Сотрудничество распространилось в том числе и на ведущие нефтехимические компании России.

Экономические механизмы управления обращением с отходами угледобычи при реализации публично-частного партнерства*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-39-41>

УЛИЦКИЙ Олег Андреевич

Доктор геол. наук, доцент,
директор Учебно-научного института
экологической безопасности и управления
Государственной экологической академии
последипломного образования и управления,
03035, г. Киев, Украина, тел.: +7 (38044) 594-91-07,
e-mail: olegulytsky@gmail.com

СУХИНА Елена Николаевна

Канд. экон. наук,
старший научный сотрудник отдела
экосистемного оценивания природно-ресурсного
потенциала ГУ «Институт экономики
природопользования и устойчивого
развития НАН Украины»,
01032, г. Киев, Украина, тел.: +7 (38044) 484-65-90,
e-mail: olsuhina@ukr.net

ТКАЧ Виктория Александровна

Доктор экон. наук., доцент,
профессор кафедры международного туризма,
отельно-ресторанного бизнеса и языковой подготовки
Университета имени Альфреда Нобеля,
69001, г. Запорожье, Украина, тел.: +7 (38066) 741-72-36,
e-mail: tkachvikki@gmail.com

КАМУШКОВ Александр Сергеевич

Канд. экон. наук,
доцент кафедры природно-научных дисциплин
УВО «Хортицкая национальная
учебно-реабилитационная академия» ЗОС,
69001, г. Запорожье, Украина, тел.: +7 (38066) 402-92-98,
e-mail: alexkamushkov@gmail.com

Разработан алгоритм публично-частного партнерства при построении комплекса по переработке отходов угледобычи. Предложены экономические механизмы управления обращением с отходами угледобычи при реализации государственно-частного партнерства (концессии и др.). Предложен ряд мер, которые приведут к более эффектив-

ной системе обращения с отходами угледобычи в условиях современных рыночных отношений. Одним из приоритетов использования инструментов публично-частного партнерства является уменьшение налогового бремени, предоставление льгот и преференций для бизнеса. Исследованы способы переработки отходов угледобычи и рассмотрена возможность построения на базе закрывающихся шахт комплексов по извлечению из терриконов алюминия, германия, скандия, галлия, иттрия, циркония.

Ключевые слова: экономические механизмы, управление, публично-частное партнерство, концессия, угледобыча, алгоритм, льготы, преференции, терриконы, переработка отходов.

ВВЕДЕНИЕ

С добычей угля связаны значительные объемы отходов, изъятие земель, деградация экосистем. Терриконы тлеют, выделяя сероводород, и могут и извергаться или проседать, так как почва не выдерживает их вес. На Украине образование отходов при добыче каменного и бурого угля в 2017 г. составляло 12916,4 тыс. т, в 2016 г. – 10495,8 тыс. т, в 2015 г. – 12084,7 тыс. т, в 2014 г. – 13032,5 тыс. т, в 2013 г. – 42744,9 тыс. т [1, с. 111]. В 2016 г. утилизировано отходов 1198,2 тыс. т, что составляет лишь 11,4% от объема таких отходов. В Японии из породы терриконов извлекают редкоземельные элементы, германий и другие. Сейчас достаточно уникальных научных разработок, чтобы проводить переработку породы терриконов методом тонкого помола и методом агломерации, делать их обогащение с помощью модульных обогатительных комплексов, использовать породу для дорожного строительства в качестве материала-наполнителя, удобрений, использовать терриконы для рекреации (после озеленения терриконов) и как объект промышленного туризма, поэтому правительству нужно организовывать этот процесс.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ УГЛЕДОБЫЧИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПЧП

На данное время в условиях высокой степени нагрузки отходов угледобычи на экосистемы с потенциально ценными потребительскими свойствами содержащихся в них полезных компонентов и в условиях децентрализации властных полномочий на Украине переработке и утилизации отходов угледобычи как экологически и социально значащим проектам могут оказывать содействие

* Работа выполнена за счет средств бюджетной программы «Поддержка развития приоритетных направлений научных исследований» (КПКРК 6541230).

активное внедрение в практику публично-частного партнерства (ПЧП) и разработка эффективных экономических механизмов.

Для развития данного направления были разработаны руководства ООН и других международных организаций [2]. Решением таких проблем занимались многие ученые: Д. Холл, основатель PSIRU [3], А. Эсташ и С. Соссье [4], Дж. Одуор [5], Р.В. Хусаинов [6], А.Г. Мнухин [7], Т.Г. Крупнова и К.Г. Дудина [8], А.А. Федченко и Л.И. Исева, [9], Е. Шадрин и А. Яговцев [10] и другие. Но многие вопросы управления ПЧП остались открытыми.

Поэтому **целью** данного научного исследования является разработка предложений по модернизации экономического механизма в сфере обращения с отходами угледобычи при реализации ПЧП.

Минприроды РФ (то есть государство) стремится стимулировать добывающие компании активнее использовать отходы недропользования, оно подготовило и в августе 2018 г. направило на согласование в органы исполнительной власти проект изменений в Закон РФ «О недрах», направленный на активизацию вовлечения в промышленное использование отходов недропользования. Минприроды предлагает недропользователям извлекать полезные ископаемые из отходов в обмен на нулевой коэффициент платы за негативное воздействие на окружающую среду [11].

Алгоритм ПЧП при построении комплекса по переработке отходов угледобычи включает следующие позиции (в том числе экономические механизмы):

- **определение объектов публично-частного партнерства при пользовании отходами угледобычи.** Учитывая положение Закона Украины «О государственно-частном партнерстве» и других, к объектам ПЧП в сфере недропользования относятся месторождения полезных ископаемых и техногенные месторождения полезных ископаемых, то есть и терриконы;

- **объекты, которые могут предоставляться в концессию.** Законом Украины «О концессиях» определено, что в концессию могут предоставляться объекты права государственной или коммунальной собственности, которые используются для осуществления деятельности в сфере обработки отходов (п. 2);

- **мотивация.** Дополнительной мотивацией для частного бизнеса к строительству перерабатывающего комплекса отходов угледобычи будут госзаказы на продукцию, например, производство бокситов и алюминиевых сплавов, стройматериалов для сооружения дорог и дамб. Государство может предоставить частному партнеру землю для строительства такого перерабатывающего комплекса и объекты, оптимизировать налогообложение, освободить частного партнера от арендных платежей или уплаты земельного налога;

- **оформление правоотношений ПЧП.** Правоотношения участников такой модели должны быть оформлены в виде договоров и соглашений;

- **формирование управляющей компании (УК).** УК создается как акционерное общество;

- **заключение соглашения о ПЧП и сроки.** Орган местного самоуправления заключает соглашение с УК о ПЧП с целью управления процессом обращения с отходами угледобычи;

- **схема инвестиционного проекта и форма ПЧП.** Уполномоченный орган исполнительной власти или ор-

ган местного самоуправления (концессионер) согласно договору предоставляет на платной и срочной основе субъекту предпринимательской деятельности (концессионеру) право создать (построить) объект концессии;

- **механизм и особенности предоставления частному партнеру земельного участка.** Орган местного самоуправления передает УК земельные участки и объекты по обращению с отходами угледобычи в долгосрочную аренду;

- **заключение соглашений.** УК как оператор процесса по обращению с отходами угледобычи заключает соглашения с перевозчиками отходов угледобычи;

- **финансовый механизм взаимодействия органа местного самоуправления и УК.** УК вносит свои средства, привлекает средства кредиторов и инвесторов. Форма ПЧП позволяет применять инновационные модели финансирования. Управляющая компания может заключить кредитное соглашение с банком;

- **организация экономически эффективной внутренней логистики;**

- **управление рисками.** Распределение рисков прямо зависит от избранной модели ПЧП.

Предприятия, которые будут модернизировать свое производство, будут более конкурентоспособными и будут более успешно реализовывать свою продукцию [12, 13].

ВЫВОДЫ

Предложенный алгоритм ПЧП при построении комплекса по переработке отходов угледобычи выстроен на основе партнерских отношений государства и бизнеса с включением соответствующих экономических механизмов, что является **новизной научного исследования**. Предложенные экономические механизмы будут способствовать снижению антропогенной нагрузки.

Список литературы

1. Довкілля України за 2017 рік: статистичний збірник / За редакцією О.М. Прокопенко. Відповідальний за випуск Н.Ю. Гусева. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 225 с.
2. Gguidebook on Promoting Good Governance in Public-Private Partnerships / New York and Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2008. 91 p.
3. Hall D. Why public-private partnerships don't work. The many advantages of the public alternative / Public Services International Research United University of Greenwich, UK. Greenwich: Public Services International (PSI), 2015. 56 p.
4. Estache A. Public-Private Partnerships and Efficiency: A Short Assessment / Antonio Estache and Stéphane Saussier // CESifo DICE Report. 2014. N 3 (September). Pp. 8–13.
5. Oduor J. Public Private Partnership in Solid Waste Management: Case Study of Nairobi. Nairobi: University of Nairobi, 2015. 153 p.
6. Khusainov R.V. Developing strategy of public-private partnership in Ukraine innovative development. Economics and management: problems of science and practice: Collection of scientific articles. Vol. 1. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, 2014. Pp. 158–162. doi: 10.13140/2.1.1626.8329.
7. Побережнюк Р. Разборщик терриконов – новая профессия для региона // Ежедневник «2000». 2008. № 51 (443). 19-25 декабря.

8. Крупнова Т.Г., Дудина К.Г. Возможности применения государственно-частного партнерства для решения проблем обращения с отходами на региональном уровне // Государственно-частное партнерство. 2015. Т. 2. № 1. С. 15–28. doi: 10.18334/ppp.2.1.200.

9. Федченко А.А., Исева Л.И. Проблемы развития государственно-частного партнерства в недропользовании // Записки Горного института. 2013. Т. 201. С. 125–130.

10. Шадрина Е., Яговцев А. Муниципальные услуги, социальная выгода и государственно-частные партнерства (ГЧП): пример управления сектором твердо-бытовых отходов. URL: www.umdcipe.org/.../Municipal_services_social_benefits_an... (дата обращения: 15.03.2019).

11. Все в дело! Минприроды РФ хочет стимулировать добывающие компании активнее использовать отходы недропользования. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/174080-Vse-v-delo-Minprirody-RF-hochet-stimulirovat-dobyvayushchie-kompanii-aktivnee-ispolzovat-othody-nedropolzovaniya> (дата обращения: 15.03.2019).

12. Kolomyets I., Popadynets N. Trade at Ukrainian Internal Market: the Development Mechanism // Actual problems of economics. 2016. N 1(175). P. 69–75.

13. Экономическая политика формирования стратегического видения угледобывающей компании / Ю.В. Разовский, Я.Д. Вишняков, С.П. Киселева, М.С. Рубан, Е.Ю. Горенкова // Уголь. 2018. № 6. С. 63–66. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

ECONOMIC OF MINING

UDC 330.15:334:338.28:553.9:504.062 © O.A. Ulytsky, E.N. Suhina, V.A. Tkach, A.S. Kamushkov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 39-41

Title

ECONOMIC MECHANISMS OF COAL MINING WASTE MANAGEMENT AT REALIZATION OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-39-41>

Authors

Ulytsky O.A.¹, Suhina E.N.², Tkach V.A.³, Kamushkov A.S.⁴

¹ Educational-Scientific Institute of Environmental Security and Management of the State Environmental Academy of Graduate Education and Management, Kyiv, 03035, Ukraine

² Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the NAS of Ukraine, Kyiv, 01032, Ukraine

³ Alfred Nobel University, Zaporizhia, 69001, Ukraine

⁴ KVNZ "Khortytsya National Training and Rehabilitation Academy" AIA, Zaporizhia, 69001, Ukraine

Authors' Information

Ulytsky O.A., Doctor of Geological Sciences, Associate Professor of the Chair of Geology, Director, tel.: +7 (38044) 594-91-07, e-mail: olegulytsky@gmail.com

Suhina E.N., PhD (Economic), Senior Researcher, tel.: +7 (38044) 484-65-90, e-mail: olsuhina@ukr.net

Tkach V.A., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of International Tourism, Hotel and Restaurant Business and Language Training department, tel.: +7 (38066) 741-72-36, e-mail: tkachvikki@gmail.com

Kamushkov A.S., PhD (Economic), Associate Professor of Natural Sciences department, tel.: +7 (38066) 402-92-98, e-mail: alexkamushkov@gmail.com

Abstract

The algorithm of public-private partnership at construction of a complex for the processing of coal mining waste is developed. The economic mechanisms of management by the handling with coal waste at realization of public-private partnerships (concessions, etc.) are proposed. A number of measures which will lead to more effective system of the management of coal waste in conditions of modern market relations is offered. One of priorities of use of tools of public-private partnership is reduction of tax burden, provide benefits and preferences for business. Methods of processing of coal waste are investigated, and the possibility of construction on the basis of closed mines of complexes on extraction from waste heaps of aluminum, germanium, scandium, gallium, yttrium, zirconium is considered.

Keywords

Economic Mechanisms, Management, Public-private partnership, Concession, Coal mining, Algorithm, Benefits, Preferences, Waste heaps, Waste recycling.

References

1. Prokopenko O.M. (Ed.) *Okruzhayushchaya sreda Ukrainy za 2017 god: statisticheskiy sbornik* [Environment of Ukraine for 2017: statistical collection]. Kiev, Public service of statistics of Ukraine, 2018, 225 p.
2. Gguidebook on Promoting Good Governance in Public-Private Partnerships. New York and Geneva, United Nations Economic Commission for Europe, 2008, 91 p.
3. Hall D. Why public-private partnerships don't work. The many advantages of the public alternative. Public Services International Research United University of Greenwich, UK. Greenwich, Public Services International (PSI), 2015, 56 p.
4. Estache A. & Saussier S. Public-Private Partnerships and Efficiency: A Short Assessment. *CESifo DICE Report*, 2014, No. 3 (September), pp. 8–13.

5. Oduor J. Public Private Partnership in Solid Waste Management: Case Study of Nairobi. Nairobi, University of Nairobi, 2015, 153 p.

6. Khusainov R.V. Developing strategy of public-private partnership in Ukraine innovative development. Economics and management: problems of science and practice: Collection of scientific articles, Vol. 1. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, 2014, pp. 158–162. doi: 10.13140/2.1.1626.8329.

7. Poberezhnyuk R. Razborshchik terrikonov – novaya professiya dlya regiona [Slag parser – a new profession for the region]. *Yezhenedel'nik "2000" – Weekly 2000*, 2008, No. 51 (443), December 19–25th.

8. Krupnova T.G. & Dudina K.G. Vozmozhnosti primeneniya gosudarstvenno-chastnogo partnerstva dlya resheniya problem obrashcheniya s otkhodami na regional'nom urovne [Possibilities of using public-private partnerships to solve waste management problems at the regional level]. *Gosudarstvenno-chastnoye partnerstvo – Public private partnership*, 2015, Vol. 2(1), pp. 15–28. doi: 10.18334/ppp.2.1.200.

9. Fedchenko A.A. & Iseeva L.I. Problemy razvitiya gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v nedropol'zovanii [Problems of development of public-private partnership in subsoil use]. *Zapiski Gornogo instituta – Notes of the Mining Institute*, 2013, Vol. 201, pp. 125–130.

10. Shadrina E. & Yagovtsev A. *Municipal'nye uslugi, social'naya vygoda i gosudarstvenno-chastnye partnerstva (GCHP): primer upravleniya sektorom tvrdo-bytovykh othodov* [Municipal Services, Social Benefits, and Public-Private Partnerships (PPPs): An Example of Managing the Solid Waste Sector]. Available at: www.umdcipe.org/.../Municipal_services_social_benefits_an... (accessed 15.03.2019).

11. *Vse v delo! Minprirody RF hochet stimulirovat' dobyvayushchie kompanii aktivnee ispol'zovat' othody nedropol'zovaniya* [All in the deal! The Ministry of Natural Resources of the Russian Federation wants to encourage mining companies to more actively use subsoil use waste]. Available at: <https://neftegaz.ru/news/view/174080-Vse-v-delo-Minprirody-RF-hochet-stimulirovat-dobyvayushchie-kompanii-aktivnee-ispolzovat-othody-nedropolzovaniya> (accessed 15.03.2019).

12. Kolomyets I. & Popadynets N. Trade at Ukrainian Internal Market: the Development Mechanism. *Actual problems of economics*, 2016, Vol. 1(175), pp. 69–75.

13. Razovskiy Yu.V., Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P., Ruban M.S. & Gorenkova E.Yu. Ekonomicheskaya politika formirovaniya strategicheskogo videniya ugledobyvayushchej kompanii [Economic policy of strategic vision formation coal mining company]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 6, pp. 63–66. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062018.pdf> (accessed 15.03.2019).



В Чите прошел отборочный этап студенческой лиги Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» по направлению «Горное дело»

В Чите прошел отборочный этап Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» среди студентов горного факультета Забайкальского государственного университета (ЗабГУ). В мероприятии в качестве экспертов приняли участие представители АО «Разрез Харанорский» и ООО «Читауголь» Сибирской угольной энергетической компании.

В этом году темой кейса стала разработка россыпного месторождения с применением цифровых технологий. Задача – анализ горно-геологических условий и выбор наиболее эффективного метода отработки.

Семь команд получили в распоряжение месторождение алмазов. За 10 дней участники должны были определить, каким способом будет добывать сырье их предприятие, какую технику использовать и как быстро будет достигнута точка безубыточности.

«Один из подводных камней – это работа с мерзлотой. Сложная технология. Месторождение – нестандартное. Надо было придумать своеобразное решение, не похожее на другие. Ведь аналогов таких кейсов очень мало», – поделился впечатлениями капитан команды «Green Machine» студент пятого курса ЗабГУ **Анатолий Киреев**.

Решения кейсов оценивались по различным критериям: энергоэффективность, экономика, технология, оригинальность и новизна решения, а также презентация и выступление. На защиту проекта у студентов было всего 6 минут и еще дополнительное время – для ответов на вопросы экспертов. Среди них – представители ЗабГУ, Читинского филиала РАНХИГС и предприятий, работающих в горной отрасли. В их числе руководство АО «Разрез Харанорский» и ООО «Читауголь».



«На таких мероприятиях можно увидеть потенциал будущих кадров и создать их резерв. Кроме того, это возможность оценить в деле качество обучения в данном учебном заведении. И я отмечу: подготовка ребят растет. Уровень

знаний высокий. Среди команд хочу отметить «С4». У них оригинальное решение кейса. Они предложили гидромеханическую добычу, сделали ставку на технологичность. В то время, когда большинство выполняли задание по «классике», – рассказал заместитель генерального директора по производству АО «Разрез Харанорский» **Петр Габидулин**.

По итогам отборочного этапа «CASE-IN»:

– **третье место завоевала команда «С4»** (Мария Дутова, Татьяна Павлук, Нина Носырева, Эдуард Колмагоров), третье место команде обеспечил нестандартный подход к подготовке проекта;

– **второе место отдано команде «ГамБит»** (Никита Макаров, Вадим Поляков, Антон Наумов, Григорий Коновалов);

– **первое место взяли участники команды «Green Machine»** (Анатолий Киреев, Никита Качин, Владимир Гаврилов, Анастасия Плотникова). Именно они отправятся представлять родной вуз на финале «CASE-IN», который пройдет в Москве.

Специальные призы от АО «Разрез Харанорский» и ООО «Читауголь» получили команды «С4» и «Green Machine».

Знаменитые бригадиры компании «СУЭК-Кузбасс» встретились со школьниками Киселевска

В Центральной городской библиотеке г. Киселевска в рамках подготовки к празднованию 300-летия Кузбасса состоялась ряд встреч с известными горняками компании «СУЭК-Кузбасс».

Почетным гостем одного из первых мероприятий под названием «Край мой – земля героев» стал Герой Труда Российской Федерации, Герой Кузбасса, бригадир проходчиков шахтоуправления «Талдинское-Западное» **Александр Куличенко**. В оживленной беседе школьники задали Александру Владимировичу интересующие их вопросы. Например, они узнали, что общий стаж шахтерской династии семьи Куличенко насчитывает более 150 лет.

«Профессия шахтера непростая, – сказал, обращаясь к ребятам, А. Куличенко. – Но кто не боится трудностей и хочет работать и зарабатывать, приходит к нам и остается в нашем коллективе надолго. Моя бригада, например, находится в неизменном составе практически уже около десяти лет».

На вечер вопросов и ответов «Время выбора» в библиотеку в гости к школьникам также пришли бригадиры проходчиков шахты имени В.Д. Ялевского **Андрей Сираев** и **Александр Виноградов**. Разговор горняков с учениками вышел интересным, насыщенным и по-мужски обстоятельным.

Ребят интересовало, как выбрали проходчики свою профессию, за что ее любят. Задавали вопросы об условиях труда, размере заработной платы и используемой горной технике. Школьники узнали, что в настоящее время на шахтах компании «СУЭК-Кузбасс» работает самое современное оборудование, соответствующее всем нормам промышленной безопасности. Действует расширенный социальный пакет – за счет средств компании шахтер может отдохнуть и подлечиться в санатории, съездить со своей семьей в отпуск, повысить свою квалификацию. А наиболее отличившимся в работе в награду от компании подарки – легковые автомобили.

Полный кавалер знака «Шахтерская слава» **Александр Виноградов** рассказал, что за 30 лет своей работы в проходке он ни разу не пожалел о выбранной профессии. *«В моей бригаде примерно половина проходчиков – молодые люди в возрасте до 30 лет. Это говорит о том, что молодежь идет работать в шахту и видит здесь хорошую перспективу. У нас в компании все дороги для молодых открыты»*, – подчеркнул бригадир.

Состоявшиеся встречи показали большую заинтересованность старшеклассников в общении с известными шахтерами. В дальнейшем подобные мероприятия планируется провести в Киселевском горном техникуме.



Экологические, экономические и практические аспекты использования многотоннажных отходов топливно- энергетического комплекса – сланцевой золы в производстве пористого заполнителя

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-44-49>

САФРОНОВ Евгений Геннадьевич
Канд. экон. наук, доцент,
доцент ФГБОУ ВО «Самарский
государственный
технический университет» (СамГТУ),
443100, г. Самара, Россия,
тел.: +7 (927) 733-05-43,
e-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru



СУНТЕЕВ Антон Николаевич
Старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет» (СамГТУ),
443100, г. Самара, Россия,
тел.: +7 (922) 535-74-32,
e-mail: SunteevAN@yandex.ru



КОРОБКОВА Юлия Юрьевна
Канд. экон. наук,
доцент ФГБОУ ВО «Самарский
государственный
технический университет» (СамГТУ),
443100, г. Самара, Россия,
тел.: +7 (927) 266-46-43,
e-mail: yu.korobkova.yu@gmail.com



АБДРАХИМОВ Владимир Закирович
Доктор техн. наук, профессор,
профессор ФГБОУ ВО «Самарский
государственный
экономический университет» (СГЭУ),
443090, г. Самара, Россия,
тел.: +7 (9608) 162-665,
e-mail: 3375892@mail.ru

В работе показано, что топливно-энергетический комплекс является одним из основных «загрязнителей» окружающей природной среды. Это выбросы в атмосферу (48% всех выбросов в атмосферу), сбросы сточных вод (36% всех сбросов), а также образование твердых отходов (30% всех твердых загрязнителей). Проведенные исследования показали, что за счет повышенных содержаний в сланцевой золе (п.п.п. > 25%) углерода (8,1%) и теплотворной способности (1900 ккал/кг), которые выгорают или способствуют выгоранию (теплотворная способность) при обжиге, в керамическом материале создается пористость, и получается пористый материал с низкой плотностью, марка по насыпной плотности – менее 400. На основе жидкостекольной композиции и сланцевой золы получен пористый заполнитель с высокими физико-механическими показателями. На составы разработанных композиций, предлагаемых для получения пористого заполнителя, получены два патента РФ. **Ключевые слова:** сланцевая зола, жидкостекольная композиция, хлорид натрия, пористость, теплоизоляционный материал, пористый заполнитель.

ВВЕДЕНИЕ

С накоплением промышленных отходов нарушается экологическое равновесие [1, 2]. Такое нарушение экологического равновесия между природными факторами и деятельностью человека может привести к социально-экологическому кризису, что, в конечном счете означает – баланс между окружающей средой и обществом нарушен.

Степень нарушения экологического равновесия может быть разной. Загрязнение – это самый маленький урон, который был сделан окружающей среде. В этом случае природа может сама справиться с проблемой. В течение определенного времени она восстановит баланс, при условии, что человечество перестанет наносить ей вред [3].

Вторая степень – нарушение экологического равновесия. Здесь биосфера утрачивает свою способность к самовосстановлению. Для того чтобы баланс пришел в норму, необходимо вмешательство человека. Последняя стадия – самая опасная и называется деструкцией. Это экологическая катастрофа, к которой приводят необдуманные действия человека и его непозволительное уничто-

жение окружающей природы. Этот факт уже имеет место в некоторых районах земного шара. Эффективность работы всех отраслей промышленности необходимо оценивать с точки зрения баланса между массой основного продукта и объемом образуемых техногенных отходов.

Эффективная утилизация многотоннажных промышленных отходов – одна из актуальных экологических проблем [4]. Неограниченными возможностями использования отходов производства отличается отрасль, производящая строительные материалы [5]. Это объясняется крупными масштабами строительного комплекса, его материалоемкостью и номенклатурой изделий.

Пористый наполнитель и легковесный кирпич относятся к классу керамических теплоизоляционных материалов. Одной из актуальных задач промышленности теплоизоляционных материалов в настоящее время является производство изделий с высокой эффективностью, теплопроводность которых не более 0,25 Вт/(м·°С). Производство и потребление таких теплоизоляционных материалов в России гораздо меньше, чем в странах Европы и Северной Америки, несмотря на то, что там во многих странах климат гораздо мягче [6, 7].

Цель работы:

- 1) использование сланцевой золы для получения пористого наполнителя на основе жидкостеклоной композиции;
- 2) исследование структуры пористости пористого наполнителя.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В последнее десятилетие интерес к переработке горючих сланцев и зольных отходов резко возрос [8]. Многие страны, такие как США, Эстония, Китай, Бразилия, Казахстан и другие, используют горючие сланцы в энергетической и химической промышленности. Это связано, прежде всего, с тем, что большинство стран стремится диверсифицировать структуру своей энергетики – использовать местные, в том числе нетрадиционные и низкосортные виды топлива. Сланцевая зола относится к отходам топливно-энергетического комплекса.

Топливо-электроэнергетический комплекс является одним из основных «загрязнителей» окружающей природной среды. Это выбросы в атмосферу (48% всех выбросов в атмосферу), сбросы сточных вод (36% всех сбросов), а также образование твердых отходов (30% всех твердых загрязнителей) [1, 2].

К отходам топливно-энергетической промышленности относятся продукты, получаемые в виде отходов при добыче, обогащении и сжигании твердого топлива [9]. Эту группу отходов разделяют по источнику образования, виду топлива, числу пластичности минеральной части отходов, содержанию горючей части, зерновому составу, химико-минералогическому составу, степени плавкости, интервалу размягчения, степени вспучиваемости и т.д.

Длительное хранение отходов теплоэнергетики в золоотвалах способствует попаданию в воду и почву вредных веществ и ионов тяжелых металлов. Совершенно очевидно, что нужно снижать антропогенную нагрузку посредством внедрения региональных нормативов, изменения платы за загрязнение водных объектов и использование отходов энергетики в производстве строительных материалов.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Истощение запасов природных ресурсов, как это имеет место на европейской территории России и во многих других странах мира, является следствием интенсивного использования природных ресурсов при расширении объемов общественного производства.

За счет вовлечения промышленных отходов возможно кардинально изменить параметры сырьевой базы России. Использование техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалов способствует значительному сокращению использования природного традиционного сырья и снижению экологической напряженности в регионах [10]. При этом исключаются затраты на геологоразведочные работы, строительство и эксплуатацию карьеров, освобождаются значительные земельные участки от воздействия негативных антропогенных факторов.

Использование отходов топливно-энергетического комплекса в качестве сырьевых материалов для получения керамических строительных материалов позволяет снизить стоимость изделий. Например, стоимость сырьевых компонентов при производстве строительных материалов иногда достигает 40-50% [11, 12, 13]. В связи с этим проблема снижения цены сырьевых материалов в производстве строительных материалов приобретает особую актуальность.

Кроме того, около 70% отходов теплоэнергетики и отходов углеобогащения имеют повышенное содержание несгоревших остатков, что значительно сокращает потребность в топливе при обжиге керамических материалов [13, 14]. Например, содержание углерода в сланцевой золе составляет 8,1%, ее теплотворная способность θ_p равна 1900 ккал/кг [14, 15]. Суммарное содержание подобных остатков может удовлетворить потребность в топливе на 1/4 всей керамической потребности по производству легковесного кирпича (теплоизоляционных материалов), а минеральная часть отходов энергетики – до одной третьей части потребности в глинистом сырье, отощителях и плавней.

Имея повышенное содержание органики, сланцевая зола может использоваться в производстве пористых наполнителей в качестве выгорающей добавки. К группе выгорающих добавок относятся различные виды твердого топлива, в частности антрацит, коксовая мелочь и др. Их вводят в состав шихты до 5-8% по объему, то есть до 50-80% от общей потребности топлива на обжиг изделий. Назначение их – интенсифицировать процесс обжига, улучшить спекаемость массы и тем самым повысить прочность изделий, что способствует экономическому эффекту.

ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

• Сырьевые материалы

Сланцевая зола. Для производства пористого наполнителя в качестве отощителя и выгорающей добавки использовалась сланцевая зола. Химический оксидный состав сланцевой золы представлен в *табл. 1*, поэлементный – в *табл. 2*, гранулометрический (фракционный) – в *табл. 3*, а технологические свойства – в *табл. 4*.

За счет повышенных содержаний в сланцевой золе (п.п.п. > 25%, см. *табл. 1*) углерода (см. *табл. 2*) и тепло-

Таблица 1

Оксидный химический состав сланцевой золы

Содержание оксидов, мас. %						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	П.п.п.
30,8	13,8	7,2	15,2	1,4	4,2	27,4

П.п.п. – потери при прокаливании; R₂O = Na₂O + K₂O.

Таблица 2

Поэлементный химический состав сланцевой золы

Элементы									
C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	S	K	Ca	Fe
8,1	49,71	0,98	0,78	7,12	14,8	1,23	0,70	12,6	3,98

Таблица 3

Фракционный состав сланцевой золы

Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,0001
15,2	18,7	18,3	24,8	23

Таблица 4

Технологические показатели сланцевой золы

Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
	Начало деформации	Размягчение	Жидкоплавкое состояние
1900	1270	1300	1340

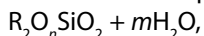
Таблица 5

Составы композиции для производства пористого заполнителя

Компоненты	Содержание компонентов, мас. %		
	1	2	3
Натриевое жидкое стекло плотностью 1,41 г/см ³	75	60	50
Хлорид натрия, размолотый до размера менее 0,3 мм	4	3	2
Сланцевая зола	21	37	48

творной способности (см. табл. 4), которые выгорают или способствуют выгоранию при обжиге, в керамическом материале создается пористость, и получается пористый материал с низкой плотностью [14, 15].

Жидкое стекло. В качестве связующего использовалось товарное натриевое жидкое стекло плотностью 1,41 г/см³. Жидким стеклом называют водные щелочные растворы силикатов, представляющие собой густую жидкость, химический состав которой может быть представлен формулой:



где: R – щелочной катион (Na⁺, K⁺, Li⁺ или NH₄⁺); n – силикатный модуль жидкого стекла (отношение кремнеземистого компонента к щелочному); m – количество молекул воды [2].

Распространенность сырьевой базы для получения теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольных композиций обеспечивается самой природой, в которой ближайший аналог углерода – кремний – является третьим (после кислорода и водорода) по распространенности элементом: на его долю приходится 16,7% от общего числа атомов земной коры [2, 16]. Если углерод можно рассматривать как основной элемент для всей органической жизни, то кремний играет подобную же роль по отношению к твердой земной коре.

Таблица 6

Физико-механические показатели

Показатель	Состав		
	1	2	3
Прочность на сжатие, МПа	2,23	2,25	2,29
Насыпная плотность, кг/м ³	332	348	415
Потери при пятиминутном кипячении, %	0,19	0,21	0,24
Коэффициент размягчения, %	96,4	96,7	97
Марка по насыпной плотности	300	300	400
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,190	0,201	0,204

• Технологический процесс

Композиции (табл. 5) для производства пористого заполнителя готовили путем тщательного перемешивания всех компонентов. Получение смеси производилось в мешалке принудительного действия в следующем порядке. Сначала в мешалку загружались сланцевая зола и хлорид натрия, которые тщательно перемешивались, затем в готовую сухую смесь при включенной мешалке заливалось натриевое стекло тонкой струйкой. Перемешивание производилось до получения однородной массы, но не менее 5 мин.

Полученная смесь системой ножей разрезалась на отдельные гранулы, которые термообрабатывались при 250-300°С в печном грануляторе, вспучиваясь и при этом образуя шарообразные высокопористые гранулы. Полученные гранулы помещались в электрическую печь, разогретую до температуры 1000°С, и выдерживались там 10 мин. После изотермической выдержки гранулы охлаждались при скорости охлаждения 40°С/мин, на представленную в данной работе технологию получен патент РФ [17].

Физико-механические показатели пористого заполнителя представлены в табл. 6.

На составы (см. табл. 5) разработанных композиций, предлагаемых для получения пористого заполнителя, получен патент РФ [18]. Как следует из табл. 6, пористые заполнители из предложенных составов имеют высокие показатели на прочность при сжатии и коэффициент размягчения, и при этом марка по насыпной плотности не превышает 400, а теплопроводность – менее 0,25 Вт/(м·°С). Оптимальным составом можно считать состав № 2, у которого насыпная плотность не превышает 350 кг/м³ (марка 300), и при этом прочность по отношению к составу № 1 увеличилась (см. табл. 6), полученный образец представлен на рис. 1.

Как следует из рис. 1, а, пористость на внешнем виде, в отличие от внутреннего вида, практически не видна, т.е. сланцевая зола способствует получению в пористом заполнителе замкнутых пор. На рис. 2 представлено электронное фото пористого заполнителя состава № 2, в котором пористость представлена мелкими, крупными и замкнутыми порами.

ВЫВОДЫ

1. На основе жидкостекольной композиции и сланцевой золы получен пористый заполнитель с высокими физико-механическими показателями.

2. Сланцевую золу целесообразно использовать в качестве выгорающей добавки. За счет повышенных содер-

жаний в сланцевой золе теплотворной способности, органики (п.п.п. > 25%) и углерода, которые выгорают или способствуют выгоранию (теплотворная способность) при обжиге, в керамическом материале создается пористость, и получается пористый материал с низкой плотностью.

3. Использование сланцевой золы на основе жидкостекольной композиции в производстве пористого заполнителя, без применения природного традиционного материала, способствует снижению антропогенной составляющей при формировании экологии.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы статьи благодарят лабораторию рентгеновской дифрактометрии, электронной и зондовой микроскопии центра коллективного пользования Самарского государственного технического университета за оказание помощи в проведении анализов.

Список литературы

1. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Исследование теплопроводности легковесных материалов из отходов топливно-энергетической промышленности без применения природных традиционных материалов // Уголь. 2016. № 4. С. 72-74. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042016.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

2. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Получение теплоизоляционного материала на основе жидкого стекла и отходов углерепереработки, образующихся при обогащении коксующихся углей // Уголь. 2017. № 4. С. 64-67. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042017.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

3. Нарушение экологического равновесия – проблемы человечества. [Электронный ресурс]. URL: <http://fb.ru/article/8451/> (дата обращения: 15.03.2019).

4. Калмыкова Ю.С. Переработка отвальных доменных шлаков с получением шлакощелочных вяжущих // Экология и промышленность России. 2014. № 3. С. 21-25.

5. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование отходов цветной металлургии в производстве жаростойких бетонов на основе фосфатных связующих композита // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 2. С. 39-42.

6. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Свойства конструкционно-изоляционных керамических материалов из смеси межсланцевой глины и отходов флотационного обогащения антрацитов // Химия твердого топлива. 2014. № 5. С. 30-34.

7. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Экологические, теретические и практические аспекты использования шла-

мов флотационного углеобогащения в производстве теплоизоляционных материалов // Кокс и химия. 2013. № 3. С. 39-44.

8. Назаренко М.Ю., Кондрашова Н.К., Салтыкова С.Н. Эффективность применения горючих сланцев сланцевых отходов для очистки воды от органических загрязнителей // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 9. С. 95-103.

9. Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золошлакового материала в производстве кирпича и пористого заполнителя // Уголь. 2018. № 10. С. 77-83. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

10. Абдрахимов В.З. Экологические и технологические аспекты использования отходов горючих сланцев в производстве различных теплоизоляционных материалов // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 4. С. 24-29.

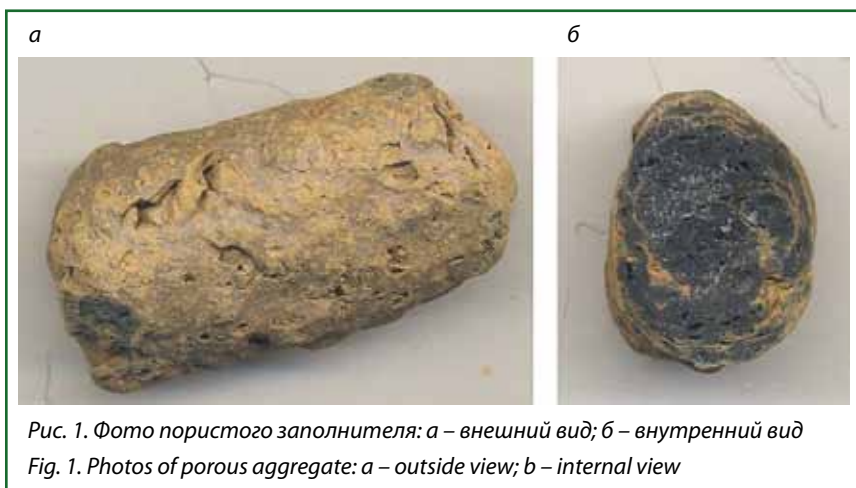


Рис. 1. Фото пористого заполнителя: а – внешний вид; б – внутренний вид
Fig. 1. Photos of porous aggregate: a – outside view; b – internal view

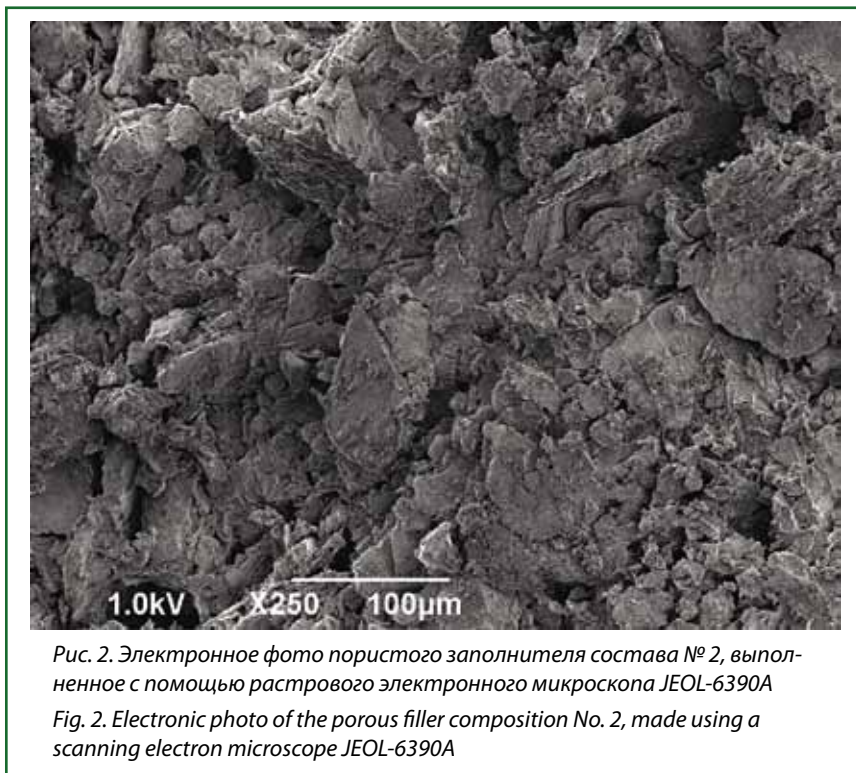


Рис. 2. Электронное фото пористого заполнителя состава № 2, выполненное с помощью растрового электронного микроскопа JEOL-6390A
Fig. 2. Electronic photo of the porous filler composition No. 2, made using a scanning electron microscope JEOL-6390A

11. Применение отходов цветной металлургии в производстве компонентов / В.З. Абдрахимов, А.К. Кайракбаев, Е.С. Абдрахимова, И.Ю. Рощупкина // Экология производства. 2015. № 4. С. 68-71.

12. Использование золошлакового материала в производстве керамического кирпича / В.В. Шевандо, Е.В. Вдовина, В.З. Абдрахимов и др. // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 10. С. 46-47.

13. Промышленные отходы для керамического кирпича / Е.В. Вдовина, В.В. Шевандо, В.З. Абдрахимов и др. // Жилищное строительство. 2007. № 4. С. 32-33.

14. Абдрахимов В.З. Производство керамических изделий на основе отходов энергетики и цветной металлургии. Усть-Каменогорск: Восточно-Казахстанский государственный технический университет, 1997. 289 с.

15. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Физико-химические процессы структурообразования в керамических материалах на основе отходов цветной металлургии и энергетики. Усть-Каменогорск: Восточно-Казахстанский государственный технический университет, 2000. 375 с.

16. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Высокопористый теплоизоляционный материал на основе жидкого стекла // Физика и химия стекла. 2017. Т. 43. № 2. С. 222-230.

17. Пат. 2426710. С1 С04В 38/06. Способ получения пористого заполнителя / В.З. Абдрахимов, В.К. Семеновичев, В.А. Куликов, Е.С. Абдрахимова; заявл. 27.04.2010. Опубл. 20.08.2011. Бюл. № 23.

18. Пат. 2555972. С1 С04В 38/00. Композиция для производства пористого заполнителя / В.З. Абдрахимов, Е.С. Абдрахимова; заявл. 28.03.2014. Опубл. 10.07.2015. Бюл. № 19.

RESOURCES

UDC 691.574:66.013 © Ye.G. Safronov, A.N. Sunteev, Yu.Yu. Korobkova, V.Z. Abdrakhimov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 44-49

Title

ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND PRACTICAL ASPECTS OF THE USE OF LARGE-TONNAGE WASTE OF FUEL AND ENERGY COMPLEX – SHALE ASH IN THE PRODUCTION OF POROUS FILLER

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-44-49>

Authors

Safronov Ye.G.¹, Sunteev A.N.¹, Korobkova Yu.Yu.¹, Abdrakhimov V.Z.²

¹ Samara State Technical University, Samara, 443100, Russian Federation

² Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation

Authors' Information

Safronov Ye.G., PhD (Economic), Associate Professor, tel.: +7 (927) 733-05-43, e-mail: ewgenijsafronov@yandex.ru

Sunteev A.N., Senior Lecturer, tel.: +7 (922) 535-74-32, e-mail: SunteevAN@yandex.ru

Korobkova Yu.Yu., PhD (Economic), Associate Professor, tel.: +7 (927) 266-46-43, e-mail: yu.korobkova.yu@gmail.com

Abdrakhimov V.Z., Doctor of Engineering Sciences, Professor, tel.: +7 (9608) 162-665, e-mail: 3375892@mail.ru

Abstract

The paper shows that the fuel and electric power complex is one of the main "pollutants" of the environment. These are emissions into the atmosphere (48% of all emissions into the atmosphere), wastewater discharges (36% of all discharges), as well as the formation of solid waste (30% of all solid pollutants). The conducted researches have shown that due to the increased contents in shale ash (p. p.). >25%), carbon (8,1%) and calorific value (1900 kcal/kg), which burn out or contribute to burnout (calorific value) during firing, porosity is created in the ceramic material and a porous material with a low density is obtained, a grade of bulk density less than 400. On the basis of the liquid glass composition and shale ash, a porous filler with high physical and mechanical properties was obtained. Two patents of the Russian Federation are obtained for the compositions developed by the compositions proposed for the production of porous filler.

Figures:

Fig. 1. Photos of porous aggregate: a – outside view; b – internal view

Fig. 2. Electronic photo of the porous filler composition No. 2, made using a scanning electron microscope JEOL-6390A

Keywords

Shale ash, Liquid glass composition, Sodium chloride, Porosity, Thermal insulation material, Porous filler.

References

1. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Issledovanie teploprovodnosti legkovesnykh materialov iz othodov toplivno-ehnergeticheskoy promyshlennosti bez primeneniya prirodnykh traditsionnykh mate-

rialov [Investigation of thermal conductivity of lightweight materials from energy industry wastes without the use of natural traditional materials]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 4, pp. 72-74. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042016.pdf> (accessed 15.03.2019).

2. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Poluchenie teploizolyatsionnogo materiala na osnove zhidkogo stekla i othodov uglepererabotki, obrazuyushchih pri obogashchenii koksuyushchih ugley [Getting insulating material based on liquid glass and coal conversion wastes generated during coking coals preparation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 4, pp. 64-67. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042017.pdf> (accessed 15.03.2019).

3. *Narushenie ehkologicheskogo ravnovesiya – problemy chelovechestva* [The violation of ecological balance – the problems of mankind]. [Electronic resource]. Available at: <http://fb.ru/article/8451/> (accessed 15.03.2019).

4. Kalmykov Yu.S. Pererabotka otvalnykh domennykh shlakov s polucheniem shlakoshchelochnykh vyazhushchih [Processing of dump of blast-furnace slags with obtaining lime-slag binding materials]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii – Ecology and Industry of Russia*, 2014, No. 3, pp. 21-25.

5. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Ispolzovanie othodov cvetnoy metallurgii v proizvodstve zharostojkih betonov na osnove fosfatnykh svyazuyushchih kompozita [The Use of waste of non-ferrous metallurgy in the production of refractory concretes based on phosphate binders of the composite]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii – Ecology and Industry of Russia*, 2016, Vol. 20(2), pp. 39-42.

6. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Svoystva konstruktivno-izolyatsionnykh keramicheskikh materialov iz smesi mezhslyantsevoj gliny i othodov flotatsionnogo obogashcheniya antratsitov [Properties of construction-insulation ceramic materials, produced from interschistic clay mix and anthracite flotation concentration tailings]. *Himiya tverdogo topliva – Solid fuel chemistry*, 2014, No. 5, pp. 30-34.

7. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Ekologicheskie, teoreticheskie i prakticheskie aspekty ispol'zovaniya shlamov flotatsionnogo ugleobogashcheniya v proizvodstve teploizolyatsionnykh materialov [Environmental, theoretical and practical aspects of flotation concentration slurry involvement in thermal insulation materials production]. *Koks i himiya – Coke and Chemistry*, 2013, No. 3, pp. 39-44.

8. Nazarenko M.Yu., Kondrashov N.K. & Saltykov S.N. Effektivnost' primeneniya goryuchih slancev slancezolnykh othodov dlya ochistki vody ot organicheskikh

zagryaznitye [Efficacy of oil shale lantsetolistnyj waste for water purification from organic pollutants]. *Izvestiya TPU. Inzhenering georesursov – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources*, 2016, Vol. 327(9), pp. 95-103.

9. Abdrakhimov V.Z. Snizhenie ekologicheskogo ushcherba ekosistemam za schet ispolzovaniya mezhslyancevoy gliny i zoloshlakovogo materiala v proizvodstve kirpicha i poristogo zapolnitelya [Environmental system damage mitigation due to interschistic clay and bottom-ash material application in lightweight brick and porous aggregate production]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, pp. 77-83. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/102018.pdf> (accessed 15.03.2019).

10. Abdrakhimov V.Z. Ekologicheskie i tekhnologicheskie aspekty ispolzovaniya othodov goryuchih slancev v proizvodstve razlichnyh teploizolyacionnyh materialov [Environmental and technological aspects of the use of wastes of oil shale in the production of various insulating materials]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii – Ecology and Industry of Russia*, 2018, Vol. 22(4), pp. 24-29.

11. Abdrakhimov V.Z., Kayrakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Roshchupkin I.Yu. Primenenie othodov cvetnoj metallurgii v proizvodstve komponentov [Use of waste of non-ferrous metallurgy in the manufacture of components]. *Ekologiya proizvodstva – Ecology of Production*, 2015, No. 4, pp. 68-71.

12. Shevando V.V., Vdovina E.V., Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov A.V. Ispolzovanie zoloshlakovogo materialov proizvodstve keramicheskogo kirpicha [The use of ash and slag materials in the production of ceramic bricks]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo – Industrial and Civil Construction*, 2008, No. 10, pp. 46-47.

13. Vdovina E.V., Levando V.V., Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov A.V. Promyshlennye othody dlya keramicheskogo kirpicha [Industrial wastes for ceramic brick]. *Zhilishchnoe stroitelstvo – Housing Construction*, 2007, No. 4, pp. 32-33.

14. Abdrakhimov V.Z. *Proizvodstvo keramicheskikh izdeliy na osnove othodov energetiki i cvetnoj metallurgii* [Production of ceramic products based on waste energy and nonferrous metallurgy]. Ust-Kamenogorsk, East-Kazakhstan State Technical University Publ., 1997, 289 p.

15. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Fiziko-himicheskie processy strukturoobrazovaniya v keramicheskikh materialah na osnove othodov cvetnoy metallurgii i energetiki [Physical and chemical processes of structure formation in ceramic materials based on wastes of non-ferrous metallurgy and power engineering]. Ust-Kamenogorsk, East-Kazakhstan State Technical University Publ., 2000, 375 p.

16. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Vysokoporistyj teploizolyatsionnyy material na osnove zhidkogo stekla [Soluble glass based highly porous material]. *Fizika i himiya stekla – Glass Physics and Chemistry*, 2017, Vol. 43(2), pp. 222-230.

17. RF patent 2426710. C1 C04B 38/06. Abdrakhimov V.Z., Semenchev V.K., Kulikov V.A., Abdrakhimova E.S. *Sposob polucheniya poristogo zapolnitelya* [Method of expanded aggregate production]. Application dated 27.04.2010, Published on 20.08.2011, Bulletin No. 23.

18. RF patent 2555972. C1 C04V 38/00. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimov E.S. *Kompozitsiya dlya proizvodstva poristogo zapolnitelya* [Composition for the production of porous filler]. Application dated 28.03.2014, Published on 10.07.2015, Bulletin No. 19.

Горняки ООО «Читауголь» получили новую вспомогательную технику

На разрез «Восточный» ООО «Читауголь», входящего в группу региональных объединений Сибирской угольной энергетической компании, поступила новая вспомогательная техника. Забайкальские горняки запустили в эксплуатацию гусеничный бульдозер Liebherr PR-764 с гидростатическим приводом.

Немецкая техника нового поколения отличается мощностью и экономичностью. Двигатель гарантирует максимальную производительность в любых условиях: от разработки сложных грунтов до точного планирования. Бульдозеры этой марки рассчитаны на длительную эксплуатацию. Особо нагруженные компоненты изготовлены из высокопрочных материалов, а чувствительные элементы хорошо защищены. Все это делает технику надежной и долговечной.

«Техника будет применяться на приемке автомобильной вскрыши на отвалах, приемке угля на угольном складе, в строительстве и в планировке дорог, подготовке блоков к бурению. Это уже второй бульдозер марки Liebherr на разрезе «Восточный». Первый поступил год назад и хорошо себя зарекомендовал», – рассказал заместитель генерального директора по производству ООО «Читауголь» **Александр Пахомов**.

Новая техника поступает на горнодобывающие предприятия СУЭК по инвестиционной программе. Техниче-



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ



ский и автомобильный парк пополняется ежегодно. Это позволяет совершенствовать производственный процесс, делать его более автоматизированным и безопасным, что положительно сказывается на производственных показателях. В этом году также ожидается поступление на забайкальские предприятия СУЭК новых экскаваторов и карьерных самосвалов.

Проблемы использования невостребованных угольных и других углеродсодержащих материалов в качестве энергетических брикетов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-50-54>

БАЖИН Владимир Юрьевич

Доктор техн. наук, профессор,
декан факультета переработки минерального сырья
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 328-82-12,
e-mail: bazhin-alfoil@mail.ru

КУСКОВ Вадим Борисович

Канд. техн. наук, доцент
факультета переработки минерального сырья
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 328-82-85,
e-mail: opikvb@mail.ru

КУСКОВА Яна Вадимовна

Канд. техн. наук, ассистент
факультета переработки минерального сырья
Санкт-Петербургского горного университета,
199106, г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 328-82-85,
e-mail: yana.kuskova@gmail.com

В настоящее время, несмотря на преобладание продуктов газо- и нефтепереработки, уголь сохраняет устойчивую тенденцию в использовании в химико-металлургических производствах и в энергетике. Основной проблемой переработки угля и угольных материалов при различных технологических операциях является образование большого количества мелких угольных материалов и пыли, которые складываются на полигонах и шламовых полях и практически не используются в настоящее время, существенно влияя на окружающую среду. Существуют технологии замкнутого цикла, при которых после соответствующей переработки и рециклинга мелкие угольные классы могут быть использованы для производства тепловой энергии. В работе предложено перерабатывать тонкодисперсные угольные материалы и пыли в топливные брикеты с высокой теплотворной способностью, что позволяет создать дополнительный источник высокоэффективного топлива. Для производства тепловой энергии можно использовать уголь в

комплексе с другим невостребованным или маловостребованным углеродсодержащим сырьем, таким как невостребованные отходы деревообработки, бумажные отходы, а также остатки и пыли, образующиеся при переработке горючих сланцев и др. Для подготовки этих материалов в виде готовых продуктов к использованию рекомендуется применять операции брикетирования. Предлагается ряд технологических решений получения топливных брикетов из различных видов невостребованных в настоящее время углеродсодержащих материалов. Замкнутые технологии с вовлечением угольных отходов и пыли позволяют осуществлять выпуск продукции с высокой теплотворной способностью и являются объектом для реализации источников с дополнительным количеством тепловой энергии при решении вопросов снижения экологической нагрузки на прилегающих к топливно-энергетическим комплексам территориях.

Ключевые слова: невостребованные угольные материалы, углеродсодержащее сырье, пыль, окускование, брикетирование, топливные брикеты, угольные шламы, отходы деревообработки, экструзия, горючие сланцы.

ВВЕДЕНИЕ

Применение угля и угольных материалов различного качества в химико-металлургической промышленности и топливно-энергетическом комплексе весьма многообразно. Уголь и угольные материалы, и отходы, как правило [1, 2, 3], используют для производства термоантрацита, термографита, сорбентов и иногда из него добывают германий и галлий и некоторые другие металлы [4]. Большая доля углей используется в виде коксохимической продукции в металлургической промышленности. При производстве кокса выделяется коксовый газ, который можно рационально переработать в бензол, выделить кумароновую смолу, использующуюся для изготовления лаков, линолеума резины. При переработке угля получают фенольные смолы и другие высокомаржинальные продукты. Зола, образующаяся после сжигания угля на электростанциях, может использоваться для производства керамики, абразивов, стройматериалов и огнеупорного сырья. Уголь был и остается важнейшим энергетическим источником, и основное его применение связано со сжиганием для производства электроэнергии как в непереработанном, так и в предварительно переработанном (обогащенном) виде. Наряду с прямым сжиганием существуют

технологии глубокой переработки угля, когда можно получать синтез-газ, синтетическое топливо, аммиак, полипропилены [1, 2, 3]. Есть страны с отсутствием энергетических источников в виде нефти и газа (ЮАР, Китай, Индия и др.), где 70–90% электроэнергии вырабатывается только за счет сжигания угля.

Характерной особенностью угля и угольных материалов при проведении добычи, загрузке, перегрузке, разгрузке, транспортировке, обогащении, переработке является образование большого количества мелких материалов, таких как просыпи, шламы, пыли и т.п. [4]. В настоящее время подобные материалы практически не используются и, соответственно, накапливаются на полигонах, существенно влияя на экологическую обстановку. При этом мелкие угольные материалы обычно содержат большое количество органической составляющей, которую можно использовать для производства тепловой энергии. Также для производства тепловой энергии могут быть использованы самые различные комбинации различных углеродсодержащих материалов, например отходов деревообработки, бумажных отходов, отходов переработки сланцев и сельхозпродукции и т.п. Как правило, такое сырье также представлено мелкими частицами и пылью, поэтому их непосредственное сжигание малоэффективно, поскольку требует сложных и дорогостоящих сжигающих агрегатов.

Одним из эффективных и сравнительно дешевых способов повышения эффективности сжигания вышеупомянутых материалов является их окускование. Из основных известных способов окускования (агломерация, брикетирование, окомкование) наиболее подходящим, простым и доступным представляется брикетирование [5, 6, 7]. Брикетирование может производиться, как без добавления связующих веществ в брикетируемые материалы, так и с добавкой связующих [5, 6, 7].

Брикетирование со связующими веществами наиболее универсальный процесс окускования, так как такой процесс позволяет окусковывать практически любые твердые вещества при различном соотношении компонентов шихты брикетов. Топливные брикеты, полученные из невос требованных и маловостребованных угольных и других углеродсодержащих материалов, дают возможность существенно повысить эффективность их сжигания, соответственно, дополнительно вовлечь практически не используемые на данный момент угольные материалы и отходы в процесс производства тепловой энергии. Также это позволяет частично решить проблему загрязнения окружающей среды в некоторых регионах [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В ходе работ по изучению возможности применения различных мелких и практически невос требованных в настоящее время углеродсодержащих материалов для получения из них топливных брикетов имеется следующий задел: определена их теплотворная способность, разработаны технологии производства топливных брикетов из мелких классов каменного угля.

В ходе работы топливные брикеты изготавливались двух видов: «простые» и легковоспламеняющиеся.

Технология производства «простых» брикетов весьма проста и включает следующие основные операции: под-

готовка угольной шихты, смешение шихты со связующим, формование брикетов, сушка брикетов. В качестве шихты использовались отсева каменного угля крупностью 2-3 мм и мелкодисперсные угольные шламы. В качестве связующих веществ были испытаны: КМЦ, меласса, лигносульфонат, синтетическое связующее на основе поливинилового спирта. Брикеты изготавливались с продольной перфорацией по всей длине, которая служит для увеличения теплотворной способности и полноты их сгорания. Основная область применения брикетов – использование в быту и в котельных.

Легковоспламеняющиеся брикеты состояли из двух частей: зажигательной и основной при соотношении их в среднем 15-20:85-80. Зажигательная часть брикетов содержит компоненты, которые позволяют ее легко зажечь, когда пламя быстро передается на основную часть брикета. Эти брикеты также имели продольную перфорацию. Технология производства включает отдельную подготовку компонентов шихты основного и зажигательного слоев, смешение шихт со связующим, дозировку шихт в формующее устройство, формование брикетов, сушка.

Размеры и форма брикетов могут быть самыми различными (цилиндр, параллелепипед и т.д.) в зависимости от формы матрицы прессования. Также для снижения затрат часть брикетов может изготавливаться без зажигательного слоя, а часть – с ним. Тогда брикеты с зажигательным слоем будут воспламенять брикеты и без него [8].

В некоторых работах отмечается, что для получения топливных брикетов можно использовать самые различные виды горючих веществ. Например, в качестве шихты брикета можно использовать различные бумажные отходы, древесные отходы, отходы переработки сельхозпродукции и многое другое [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Это может быть доказано положительным результатом использования отходов бумаги совместно с угольными шламами. В этом случае угольные шламы, имея пролонгированный характер горения, позволяют заметно повысить калорийность брикета, а отходы бумаги выступают в качестве энергоносителя и связующего вещества.

Оптимальное соотношение компонентов брикетной шихты определялось с учетом достижения достаточной для последующей транспортировки и перегрузки прочности брикетов и достаточной их калорийности. Оптимальным является содержание шламов 50-80%, а содержание отходов бумаги 20-50%. Брикеты изготавливались без добавления связующих веществ. Также, как показали исследования, оптимальная влажность шихты должна составлять 8-10%. Влажность шихты регулировалась соотношением количества шламов и бумаги. При превышении допустимых значений влажности шламы подвергались обезвоживанию [8].

Как правило, для формования брикетов можно использовать различное оборудование, и обычно это прессы различных типов (штемпельные, вальцовые) и экструдерные прессы – экструдеры [8]. В данном исследовании брикеты производились на экструдере протяжного типа. Брикет (экструдат) изготавливался как в виде сплошных цилиндров, так и с отверстием по центру. Первый тип брикетов более прост в изготовлении и имеет высокие механические характеристики. Второй – имеет более высокую

полноту сгорания. Размеры экструдатов можно варьировать, например используя различные фильеры и варианты исходной матрицы.

Важнейшей характеристикой получаемой продукции (особенно сырых брикетов) является их способность выдерживать без существенных разрушений перегрузку при переходе с одного цикла обработки и аппарата на другой, поэтому механическая прочность брикетов определялась на всех этапах их производства по стандартной методике как количество падений с высоты 0,5 м. Это примерно в два раза выше, чем максимальная высота перегрузки, которую, как правило, выдерживают экструдаты без существенных разрушений. Полученные брикеты показали достаточную механическую прочность. В зависимости от содержания отходов бумаги в экструдате после десяти падений с высоты 0,5 м количество образующейся мелочи (частиц мельче 5 мм) составляло 3,2–9,7%.

В качестве другого объекта также были произведены экструдаты с зажигательным слоем, который легко зажигается, воспламеняя затем основную часть готового брикета. Компоненты, необходимые для получения зажигательного слоя, впрессовывались в «тело» основной части экструдата прямо в ходе его формования через дополнительную матрицу экструдера [8].

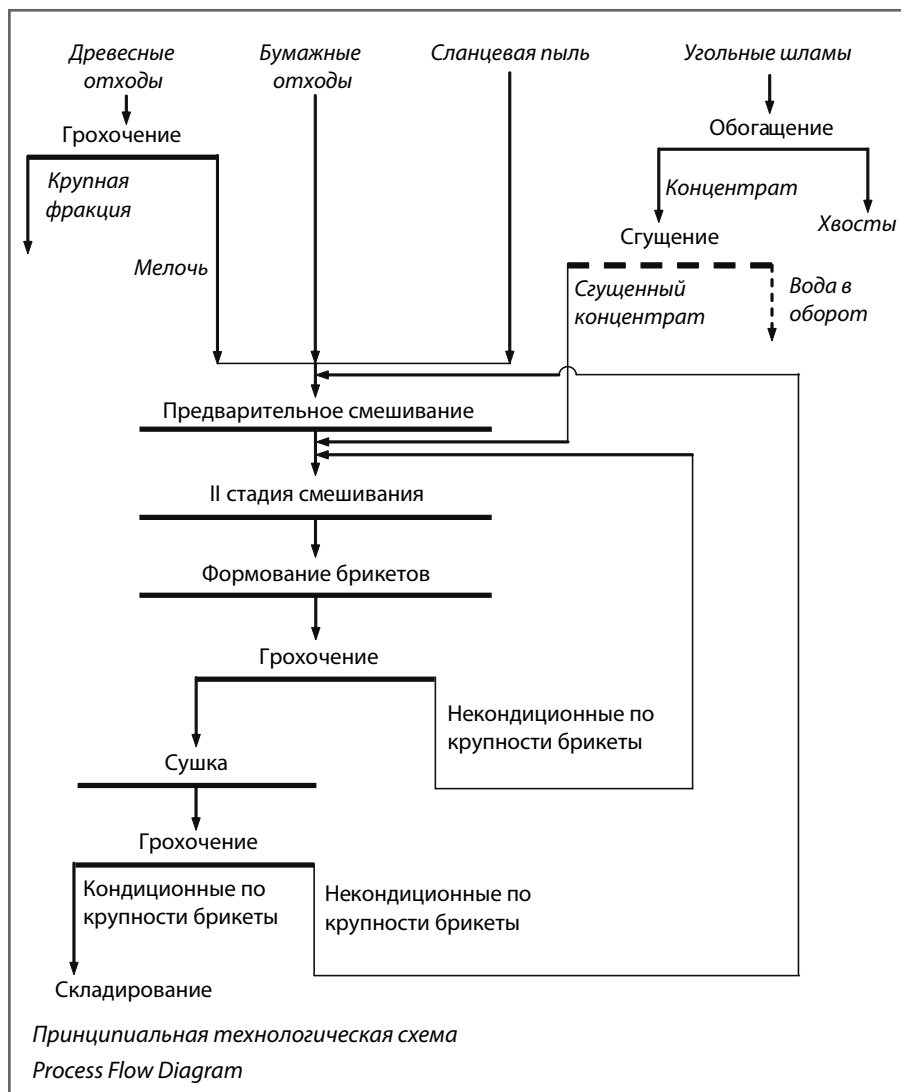
Здесь, как и в предыдущем примере, часть экструдатов может быть изготовлена с зажигательным слоем, а часть без него, что снижает себестоимость брикета и затраты на его изготовление.

Известно, что в процессе обработки древесины образуется много мелких отходов (различные обрезки, щепы, стружки, опилки, продукты пылеулавливания и т.п.). Эти материалы частично используются при производстве древесных пеллет, но, тем не менее, значительная их часть накапливается на деревообрабатывающих фабриках, загрязняя окружающую среду и повышая пожароопасность. Эти продукты также могут служить в качестве компонентов для производства топливных брикетов [11, 13, 14].

Еще одним из видов углеродсодержащего сырья являются горючие сланцы, запас которых весьма значителен. Этот вид полезных ископаемых может использоваться в качестве топлива (в том числе и после их переработки на сланцевый газ или нефть) и для производства различных продуктов, таких как фенол, ароматические углеводороды, бензол, пластмасса и многое другое. На сегодняшний день сланец и отходы его переработки в нашей стране в качестве топлива не используются. При переработке сланца, как и при переработке других видов полезных ископаемых, образуется пыль, которая собирается системой пылеулавливания.

Для решения существующей проблемы была разработана технология производства окускованного топлива из угольных шламов, бумажных отходов, древесных отходов, сланцевой пыли [12, 13]. Соотношение компонентов шихты изменяли в достаточно широких пределах и оптимизировали опытным путем. Дополнительным условием является обеспечение достаточной прочности готового брикета или сырого экструдата. Необходимая прочность обеспечивалась вводом отходов бумаги в шихту не менее 20–25%.

Известно, что угольные шламы могут иметь высокое содержание золы и содержать серу. Для снижения содержания золы и серы можно использовать различные методы обогащения, например обогащение на качающихся столах, в короткоконусных циклонах, спиральных сепараторах и шлюзах, и возможно использование других гравитационных процессов, а также флотации [15, 16, 17]. Поэтому предлагаемая технология производства комбинированных угольных брикетов предусматривает предварительное обогащение угольных шламов с целью снижения их зольности и содержания минеральной серы. В качестве процесса переработки шламов испытывались схема обогащения на качающихся столах и обогащение в короткоконусных циклонах, а также обогащение на спиральных сепараторах. Обогащение на качающихся столах показало наилучшие результаты, кроме этого, этот процесс позволяет достаточ-



но «гибко» изменять технологические показатели процесса обогащения. К недостаткам столов можно отнести их низкую удельную производительность. Несколько худшие результаты были получены на спиральных сепараторах, но этот аппарат имеет более высокую удельную производительность, и его эксплуатация дешевле. Обогащение на короткоконусных гидроциклонах также дало удовлетворительные результаты, и этот аппарат имеет весьма высокую удельную производительность, компактен и потому может быть установлен практически в любое существующее рабочее помещение.

Предлагаемая принципиальная технологическая схема получения топливных брикетов приведена на *рисунке*.

Исходное сырье из соответствующих бункеров поступает на предварительное смешивание. Древесные отходы предварительно подвергаются грохочению для удаления крупных фрагментов. Угольные шламы после обогащения (и, при необходимости, сгущения) транспортируют на вторую стадию смешения. Сюда же поступают и остальные компоненты шихты. После окончательного смешивания шихта поступает на формование. Сырые брикеты (экструдаты) после отсева некондиционной по крупности фракции отправляются на сушку. Некондиционный по крупности материал возвращается на вторую стадию смешения. Высушенные экструдаты подвергаются грохочению. Некондиционная по крупности фракция возвращается во вторую стадию смешения. Кондиционные по крупности экструдаты складываются для последующей отгрузки потребителю.

Отметим, что предлагаемая технология обладает достаточной гибкостью. Например, позволяет изменять состав и компоненты шихты в достаточно широких пределах, добавлять дополнительные компоненты или, например, в случае отсутствия бумажных отходов продолжить производство при минимальных изменениях, например вводом узла подготовки связующего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны различные варианты технологии производства топливных брикетов из невостребованных на сегодняшний день угольных и других углеродсодержащих материалов. Обоснована технология производства легковоспламеняющихся бытовых топливных брикетов. Легковоспламеняющиеся брикеты состоят из двух частей: зажигательной и основной, при соотношении их в среднем 15-20:85-80. Зажигательная часть содержит компоненты, которые позволяют обеспечить быстрое возгорание для последующей передачи на основную часть брикета.

Рассмотрена технология производства брикетов из угольных шламов и бумажных отходов, где бумага выступает как и в качестве связующего, так и в качестве дополнительного горючего компонента.

Также предложена технология производства топливных брикетов из древесных отходов, сланцевой пыли, бумажных отходов и угольных шламов. В случае повышенной зольности угольных шламов они предварительно обогащаются в различных вариантах на концентрационных столах, винтовых сепараторах или короткоконусных циклонах.

Использование разработанных технологий позволит получить дополнительное количество тепловой энергии и одновременно утилизировать накапливающиеся не востребованные в настоящее время различные углеродсодержащие материалы.

Список литературы

1. Litvinenko V., Meyer B., SpringerLink (Online service). Syngas Production: Status and Potential for Implementation in Russian Industry. Springer International Publishing, 2018. 128 p.
2. Dubovikov O.A., Brichkin V.N., Loginov D.A. Study of the possible use of producer gas coal gasification as fuel. XVIII International Coal Preparation Congress. Saint-Petersburg, 2016. Vol. 1. Pp. 593-599. doi: 10.1007/978-3-319-40943-6_91.
3. Дубовиков О.А., Бричкин В.Н. Направления и перспективы использования низкосортного технологического топлива в производстве глинозема // Записки Горного института. 2016. Т. 220. С. 587-594. doi: 10.18454/PMI.2016.4.587.
4. Koptev V.Yu., Kopteva. A.V. Improving Pit Vehicle Ecology Safety // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1015. doi: 10.1088/1742-6596/1015/5/052014.
5. Елишевич А.Т. Брикетирование полезных ископаемых: учебник для вузов. М.: Недра, 1989. 300 с.
6. Буравчук Н.И., Гурьянова О.В. Производство топливных брикетов из антрацитовой мелочи // Химия твердого топлива. 2014. Т. 48. №. 4. С. 260-264.
7. Studies on development of fuel briquettes for household and industrial purpose / C.A.I. Raju, M. Nunela, D. Prabhakar et al. // International Journal of Research in Engineering and Technology. 2014. Vol. 3. N 2. Pp. 54-63.
8. Кусков В.Б., Кускова Я.В., Сухомлинов Д.В. Легковоспламеняющийся топливный брикет // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. № 5. С. 9-13.
9. Production of briquettes as a tool to optimize the use of waste from rice cultivation and industrial processing / M.A. Brand, R.C. Jacinto, R. Antunes et al. // Renewable energy. 2017. Vol. 111. Pp. 116-123.
10. Buravchuk N.I., Guryanova O.V. Technology for the Joint Briquetting of Waste Coal and Sawdust. // Solid Fuel Chemistry. Vol. 52. Issue 5. 1 September 2018. Pp. 308-312. doi: 10.3103/S0361521918050038.
11. Briquetting of coal-slurry mixed with wood sawdust pellets / S.D. Fazylov, O.A. Nurkenov, A.B. Mukashev et al. // LBC 24.1 T44 Scientific committee. Kazakhstan. 2017. P. 115.
12. Михайлов А.В. Углеторфяные композиции для сжигания в котельных // Записки Горного института. 2016. Т. 220. С. 538-545.
13. Yuryevich B.V., Borisovich K.V. Production of fuel briquettes from carbon containing materials. XVIII International Coal Preparation Congress. Saint-Petersburg, 2016. Pp. 701-705. doi: 10.1007/978-3-319-40943-6_109.
14. Бажин В.Ю. Кусков В.Б. Использование различных видов углеродсодержащего сырья для получения тепловой энергии // Записки Горного института. 2016. Т. 220. С. 582-586.
15. Özbakir O., Koltka S., Sabah E. Modeling and optimization of fine coal beneficiation by hydrocyclone and multi-gravity separation to produce fine lignite clean coal // Particulate Science and Technology. 2017. Vol. 35. N 6. Pp. 712-722.

16. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Сегрегационное разделение угольных шламов на концентрационных столах. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. Спец. выпуск № 19. С. 230–235.

17. Aleksandrova T.N., Nikolaeva N.V., Potemkin V.A. Beneficiation of carbonaceous rocks: New methods and

materials // Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects. 11th conference of the Russian-German Raw Materials. Germany, 2019. Pp. 391–398; 11th conference of the Russian-German Raw Materials. 2018. Code 220109.

RESOURCES

UDC 662.813/.814:662.818:622.33 © V.Yu. Bazhin, V.B. Kuskov, Ya.V. Kuskova, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 50-54

Title

PROBLEMS OF USING UNCLAIMED COAL AND OTHER CARBON-CONTAINING MATERIALS AS ENERGY BRIQUETTES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-50-54>

Authors

Bazhin V.Yu.¹, Kuskov V.B.¹, Kuskova Ya.V.¹

¹ Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, 199106, Russian Federation

Authors' Information

Bazhin V.Yu., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean of Faculty of Mineral raw materials processing, tel.: +7 (812) 328-82-12, e-mail: bazhin-alfail@mail.ru

Kuskov V.B., PhD (Engineering), Associate Professor of Mineral Processing department, tel.: +7 (812) 328-82-85, e-mail: opikvb@mail.ru

Kuskova Ya.V., PhD (Engineering), Assistant Lecturer of Mineral Processing department, tel.: +7 (812) 328-82-85, e-mail: yana.kuskova@gmail.com

Abstract

Currently, despite the prevalence of gas and oil refining products, coal retains a steady trend in use in chemical-metallurgical industries and in power engineering. The main problem of processing coal and coal materials in various technological operations is the formation of a large number of small coal materials and dust, which are stored in landfills and sludge fields, and are practically not used at the present time, significantly affecting the environment. There are closed-cycle technologies in which, after appropriate processing and recycling, small coal classes can be used to produce thermal energy. In this paper, it was proposed to process fine coal materials and dust into fuel briquettes with high calorific value, which allows creating an additional source of highly efficient fuel. For the production of heat energy, coal can be used in combination with other unclaimed or low-demand carbon-containing raw materials, such as unclaimed woodworking wastes, paper wastes, as well as residues and dust generated during the processing of combustible shale, etc. To prepare these materials in the form of finished products to use, it is recommended to apply the operation of briquetting. A number of technological solutions for the production of fuel briquettes from various types of unclaimed, at present, carbon-containing materials are proposed. Closed technologies with the involvement of coal waste and dust, allow for the production of products with high calorific value, and is an object for the implementation of sources with additional thermal energy in solving problems of reducing the environmental load on the territories adjacent to the fuel and energy complexes.

Figures:

Fig. Process Flow Diagram

Keywords

Unclaimed coal materials, Carbon-containing raw materials, Dust, Snapping, Briquetting, Fuel briquettes, Coal slimes, Wood waste, Extrusion, Oil shale.

References

- Litvinenko V. & Meyer B., SpringerLink (Online service). Syngas Production: Status and Potential for Implementation in Russian Industry. Springer International Publishing, 2018, 128 p.
- Dubovikov O.A., Brichkin V.N. & Loginov D.A. Study of the possible use of producer gas coal gasification as fuel. XVIII International Coal Preparation Congress. Saint-Petersburg, 2016, Vol. 1, pp. 593-599. doi: 10.1007/978-3-319-40943-6_91.
- Dubovikov O.A. & Brichkin V.N. Napravleniya i perspektivy ispol'zovaniya nizkosortnogo tekhnologicheskogo topliva v proizvodstve glinozem [Directions and prospects for the use of low-grade process fuel in the production

of alumina]. *Zapiski Gornogo instituta – Notes of the Mining Institute*, 2016, Vol. 220, pp. 587-594. doi: 10.18454/PMI.2016.4.587.

4. Koptev V.Yu. & Kopteva. A.V. Improving Pit Vehicle Ecology Safety. *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, Vol. 1015. doi: 10.1088/1742-6596/1015/5/052014

5. Elishevich A.T. *Briketirovaniye poleznykh iskopayemykh*: Uchebnik dlya vuzov [Mineral Briquetting: A Textbook for High Schools]. Moscow, Nedra Publ., 1989, 300 p.

6. Buravchuk N.I. & Guryanova O.V. Proizvodstvo toplivnykh briketov iz antratsitovoy melochi [Production of fuel briquettes from anthracite fines]. *Khimiya tverdogo topliva – Solid fuel chemistry*, 2014, Vol. 48(4), pp. 260-264.

7. Raju C.A.I., Nunela M., Prabhakar D. et al. Studies on development of fuel briquettes for household and industrial purpose. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2014, Vol. 3(2), pp. 54-63.

8. Kuskov V.B., Kuskova Ya.V. & Sukhomlinov D.V. Legkovosplamenyayushchiysya toplivnyy briket [Flammable fuel briquette]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2013, No. 5, pp. 9-13.

9. Brand M.A., Jacinto R.C., Antunes R. et al. Production of briquettes as a tool to optimize the use of waste from rice cultivation and industrial processing. *Renewable energy*, 2017, Vol. 111, pp. 116-123.

10. Buravchuk N.I. & Guryanova O.V. Technology for the Joint Briquetting of Waste Coal and Sawdust. *Solid Fuel Chemistry*, Vol. 52(5), 1 September 2018, pp. 308-312. doi: 10.3103/S0361521918050038.

11. Fazylov S.D., Nurkenov O.A., Mukashev A.B. et al. Briquetting of coal-slurry mixed with wood sawdust pellets. LBC 24.1 T44 Scientific committee. Kazakhstan, 2017, pp. 115.

12. Mikhailov A.V. Ugletorfyanyye kompozitsii dlya szhiganiya v kotel'nykh [Carboniferous compositions for combustion in boilers]. *Zapiski Gornogo instituta – Notes of the Mining Institute*, 2016, Vol. 220, pp. 538–545.

13. Yuryevich B.V. & Borisovich K.V. Production of fuel briquettes from carbon containing materials. XVIII International Coal Preparation Congress. Saint-Petersburg, 2016, pp. 701-705. doi: 10.1007/978-3-319-40943-6_109.

14. Bazhin V.Yu. & Kuskov V.B. Ispol'zovaniye razlichnykh vidov uglerodsoderzhashchego syr'ya dlya polucheniya teplovoy energii [The use of various types of carbon-containing raw materials for thermal energy]. *Zapiski Gornogo instituta – Notes of the Mining Institute*, 2016, Vol. 220, pp. 582–586.

15. Özbakir O., Koltka S. & Sabah E. Modeling and optimization of fine coal beneficiation by hydrocyclone and multi-gravity separation to produce fine lignite clean coal. *Particulate Science and Technology*, 2017, Vol. 35(6), pp. 712-722.

16. Kuskov V.B. & Kuskova Ya.V. Segregatsionnoye razdeleniye ugol'nykh shlamov na kontsentratsionnykh stolakh [Segregation separation of coal slimes on concentration tables]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, Special Issue, No. 19, pp. 230–235.

17. Aleksandrova T.N., Nikolaeva N.V. & Potemkin V.A. Beneficiation of carbonaceous rocks: New methods and materials. Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects. 11th conference of the Russian-German Raw Materials. Germany, 2019, pp. 391-398; 11th conference of the Russian-German Raw Materials, 2018, Code 220109.

Создание высокопроизводительного пластинчатого конвейера с изолированной транспортировкой в шахте газоносного угля

Себестоимость изготовления конвейера

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-55-59>

КАРИМАН Станислав Александрович

Доктор техн. наук, профессор,
115583, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 399-12-83

В статье приводятся сведения о конструкции разработанного автором проекта высокопроизводительного пластинчатого конвейера, предназначенного для изолированной транспортировки в шахте высокогазоносного угля, производятся расчеты себестоимости изготовления конвейера.

Ключевые слова: пластинчатый конвейер, конструкция, изолированная транспортировка угля, безопасность по газовому фактору, технические показатели, себестоимость изготовления.

ВВЕДЕНИЕ

Изобретение [1] пластинчатого конвейера, имеющего пластины с высокими бортами как у шахтных вагонеток и не допускающего при транспортировке высокогазоносного угля в шахте попадания метана в атмосферу транспортной выработки, позволяет иметь на добычном участке высокопроизводительное транспортное средство, обеспечивающее безопасность по газовому фактору.

Ленточные конвейеры, используемые в настоящее время на угольных шахтах, конструктивно не приспособлены для перевозки высокогазоносного угля [2]. Высота насыпки угля на конвейерной ленте невелика при большой ширине ленты. Поэтому до 90% метана, содержащегося в угле, выделяется в атмосферу штрека. Это приводит к быстрому загазированию транспортной выработки [3]. На участке конвейерного штрека находятся трансформаторная электроподстанция, кабели высокого напряжения, электропоезд лавы, электроприводы конвейера, поэтому согласно ПБ концентрация метана в атмосфере конвейерного штрека не должна превышать 0,5%.

Известно, что раньше, когда уголь из лавы транспортировался в вагонетках, на участках откаточных штреках метан появлялся в незначительных объемах [3]. Журналы учета газовой выделений на участках откаточных штреках фиксировали его содержание на уровне сотых долей процента. Анализ показывал, что при перевозке угля в вагонет-

ках, в связи с высоким уровнем засыпки угля в них, метан из нижележащих слоев не может пробиться вверх через вышележащие слои угля. Поэтому метан попадает в атмосферу штрека только из самого верхнего обнаженного угольного слоя. Именно поэтому в атмосфере откаточных выработок даже рядом с лавой всегда было очень мало метана.

Обеспечение безопасности по газовому фактору на добычных участках при вывозе отбитого угля может быть достигнуто, если расположение угля в транспортных сосудах конвейера, перевозящего уголь, будет таким же, как в шахтных вагонетках с максимально высоким уровнем засыпки. Газовыделение из перевозимого угля в атмосферу выработки всегда происходит только из обнаженной поверхности угля. Поэтому увеличение приемной способности и производительности конвейера должно идти не за счет увеличения ширины полотна конвейера, а за счет увеличения высоты бортов. При этом борта транспортных сосудов должны перемещаться вместе с углем, так как при неподвижных высоких бортах резко возрастает сопротивление движению из-за увеличения трения движущегося угля о неподвижные борта конвейера.

Такое положение может быть реализовано в виде конструкции специального пластинчатого конвейера, в котором желоб по форме напоминает последовательную линию шахтных вагонеток. У такого пластинчатого конвейера пластины будут иметь высокие борта, что обеспечивает конвейеру большую приемную способность и производительность.

Известны [4] пластинчатые конвейеры П65, П65М, П80, ПУ50, предназначенные для транспортировки угля и породы по горным выработкам. Их производительность не превышает 750 т/ч, а высота бортов 150 мм. Известны зарубежные стальные пластинчатые конвейеры фирмы «Фреденхейген», Великобритания [5] двух типов: с непрерывным стальным лотком, имеющим только основание и два борта, и стальной пластинчатый конвейер с отдельными ковшами, образующими непрерывную ленту. Они предназначены для транспортировки горячих или абразивных сыпучих материалов, имеют небольшую приемную способность и высоту засыпки. У всех рассмотренных типов пластинчатых конвейеров есть один общий недостаток: весьма малая производительность и приемная способность, мощность приводов 20-45 кВт, не позволяющая их

рассматривать даже как потенциально пригодное транспортное средство в шахте.

КОНСТРУКЦИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ИЗОЛИРУЮЩЕГО ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА

Конструктивно штрековый пластинчатый конвейер состоит из линейных и переходных секций, концевых и промежуточной приводных головок, пластинчатой и тяговой круговых линий. На рис. 1 представлен поперечный разрез линейной секции конвейера по линии толкателей.

Конвейер по вертикали делится на верхнюю и нижнюю неподвижные части, отделенные друг от друга поперечной полосой 12. В верхней части происходит движение грузонесущих пластин 4 с транспортируемым ими углем. В нижней части происходит перемещение пластин в обратном направлении. В обоих направлениях пластины перемещаются на катках 1. В верхней половине катки 1 катятся по продольной полосе 13, в нижней половине катки катятся по продольным направляющим швеллерам 15.

На рис. 2 представлен фронтальный вид пластинчатого конвейера.

Сверху пластины накрыты неподвижной сплошной кровлей, опирающейся на вертикальные стойки. Перевозка угля производится в пластинах 4, имеющих высокие борта 0,7 м. Благодаря этому создается высокий уровень засыпки при его перевозке. Грузонесущие пластины своими проушинами 5 и 6 опираются на грузовые оси 2, те полученный вес передают на катки 1. При обратном движении в холостой ветви порожние пластины находятся в перевернутом положении днищами вверх, будучи подвешенными на своих грузовых осях. Катки при этом катятся

по швеллерным направляющим 15, которые опираются на боковые опорные стойки 16. В свою очередь боковые опорные стойки 16 устанавливаются на поперечно укладываемые лежаки 17.

Конвейер по горизонтали делится на три части: левую, среднюю и правую. Каждая из этих частей состоит из верхней и нижней половин. Левая и правая части одинаковы и симметричны друг к другу относительно средней части. Левая и правая части верхней половины имеют каждая по два катка 1. Каждая пара катков 1 установлена на общей грузовой оси 2. На обе оси 2 опирается двумя проушинами идущая впереди грузонесущая пластина 4. На грузовой ось 2 также опирается своими проушинами 6 идущая сзади грузонесущая пластина. Кроме того, в верхних левой и правой частях имеются еще по две проушины 3, на которые установлена полоса, прикрывающая сверху проем между двумя соседними пластинами.

В нижней половине левой и правой частей конвейера также находятся по два катка 1, один из которых (крайний с обеих сторон) катится в обратном направлении (по отношению к движению угля) по продольным швеллерным направляющим 15. Оба катка 1 в нижней половине секции также связаны общими осями 2. На осях 2 проушинами 5 и 6 левой и правой частей секции закреплено положение порожних пластин в перевернутом положении. В таком положении разгруженные от угля пластины на катках перемещаются по всему транспортному маршруту конвейера.

В средней части (см. рис. 1) происходит перемещение тяговых цепей 14 и толкателей 11. В верхней половине перемещение толкателей и цепей производится на роликах 9, которые катятся по поверхности продольной поло-

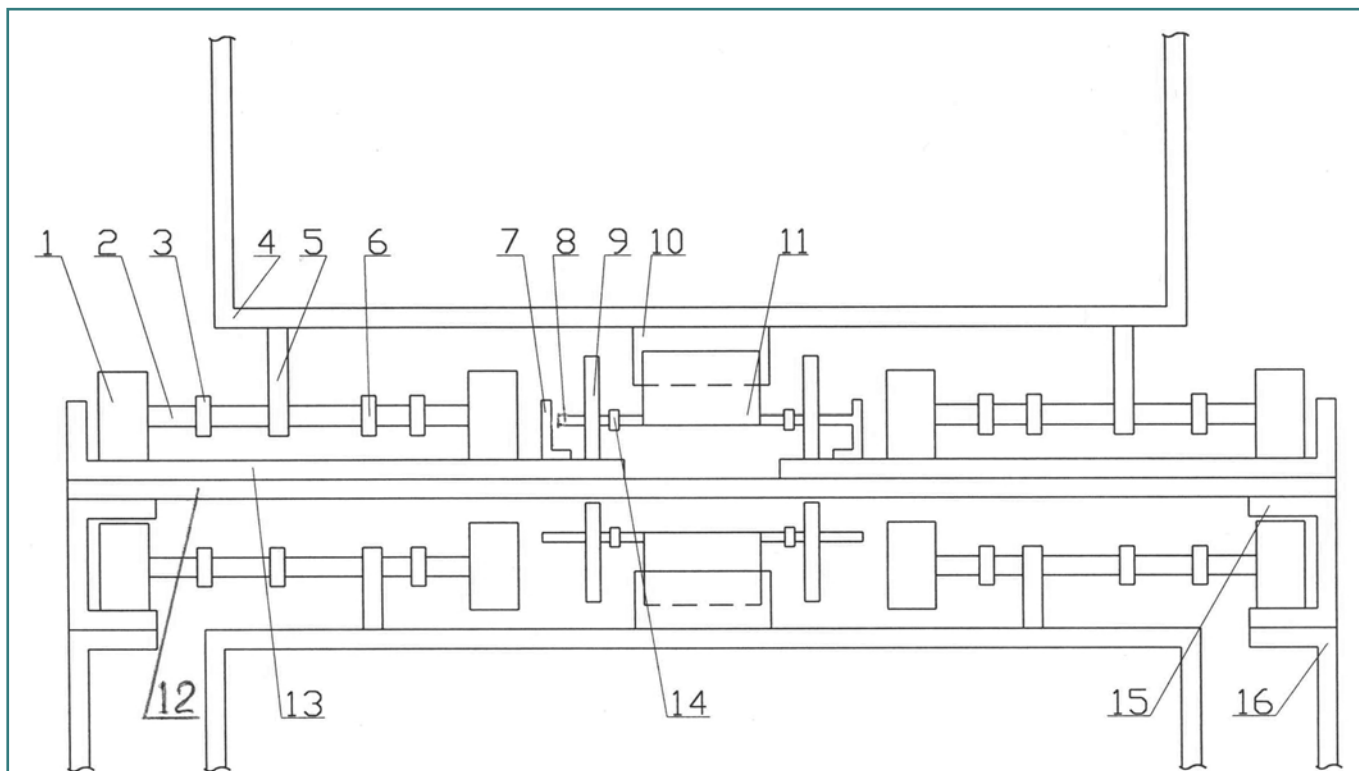


Рис. 1. Линейная секция конвейера, поперечный разрез по линии лопаток: 1 – катки; 2 – грузовая ось; 3 – проушина полосы; 4 – пластина; 5 – задняя проушина пластины; 6 – передняя проушина пластины; 7 – уголкового направляющие; 8 – ось толкателя; 9 – ролики; 10 – лопатка пластины; 11 – толкатель; 12 – поперечная полоса; 13 – продольная полоса; 14 – тяговая цепь; 15 – продольные швеллеры; 16 – боковые опорные стойки

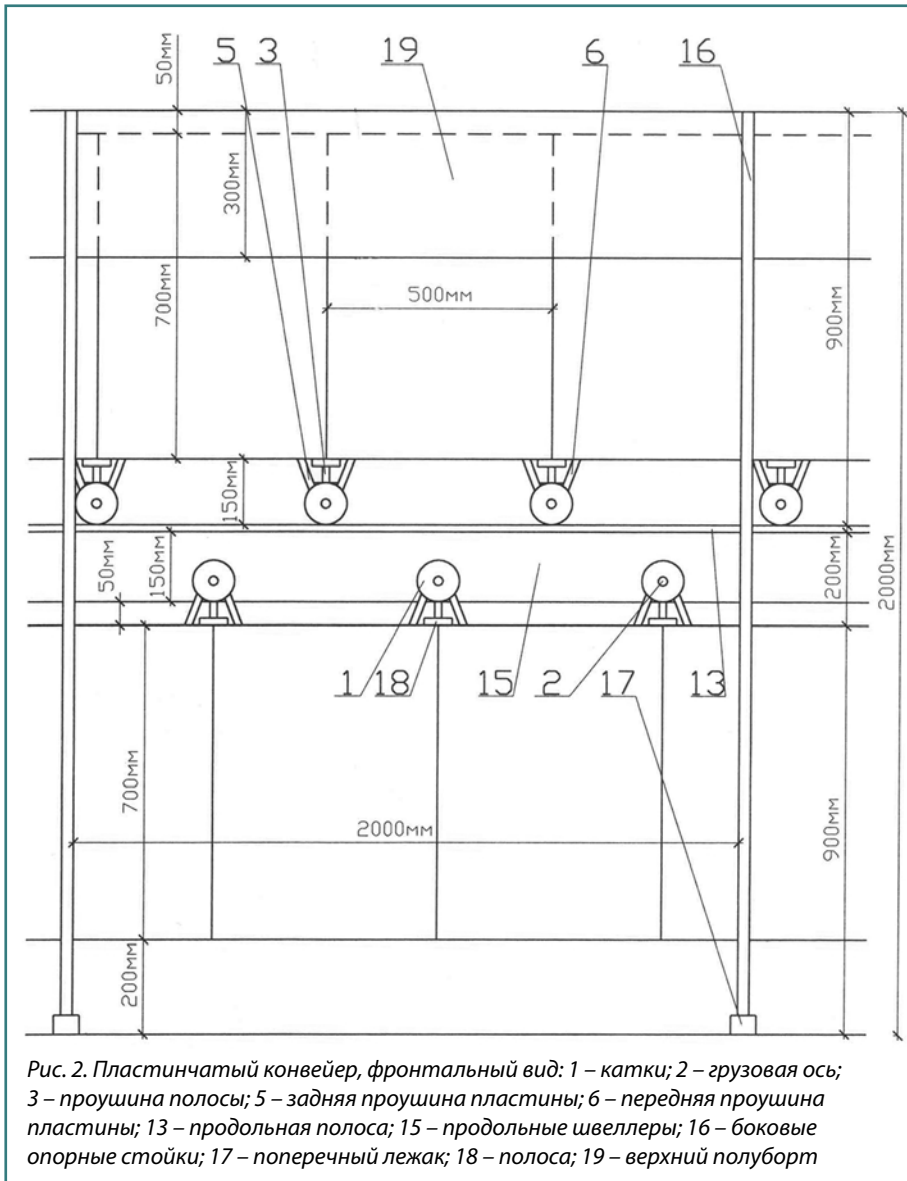


Рис. 2. Пластинчатый конвейер, фронтальный вид: 1 – катки; 2 – грузовая ось; 3 – проушина полосы; 5 – задняя проушина пластины; 6 – передняя проушина пластины; 13 – продольная полоса; 15 – продольные швеллеры; 16 – боковые опорные стойки; 17 – поперечный лежак; 18 – полоса; 19 – верхний полуборт

сы 13. При этом концы осей 8 толкателей перемещаются по уголковым направляющим 7. В нижней половине средней части уголковые направляющие отсутствуют, так как в нижней половине толкатели 11 при перемещении лежат неподвижно на пластинах нижней порожняковой ветви.

На каждую линейную секцию приходится два продольных уголка, которые соединяют между собой две рядом стоящие вертикальные стойки по обеим сторонам конвейера.

Непопадание в атмосферу конвейерных выработок метана, в небольших объемах из верхнего слоя угля, находящегося в грузонесущих пластинах, обеспечивается над каждой секцией (см. рис. 2) кровли и бортов в верхней части каждой секции. Поскольку метан значительно легче воздуха, то выделившееся небольшое количество метана из верхнего слоя угля, находящегося в пластинах, скапливается под кровлей каждой секции, но из-за наличия бортов у каждой секции в ее верхней части не может проникнуть в атмосферу горной выработки.

На каждой линейной секции плоскость кровли секции (см. рис. 2) может поворачиваться на 180° вокруг своего шарнирного соединения с продольным уголком с одной стороны линейной секции. Это необходимо для того, чтобы можно было произвести загрузку углем конвейера на погрузочном пункте лавы. Сверху от

кровли по обе стороны линейной секции опускаются металлические полуборта с размерами: по длине секции – 2 м, по высоте секции – 0,3 м. Толщина металла – 1 мм. Каждый полуборт имеет шарнирное соединение с кровлей секции и независимо от соседних секций может поворачиваться на 180° вокруг своего шарнирного соединения.

Техническая характеристика штрекового пластинчатого конвейера

Максимальная производительность, т/ч	4000
Приемная способность, м³/мин	66
Скорость движения грузонесущих пластин, м/с	1,4
Суммарная мощность электроприводов, кВт	4×110
Расстояние транспортировки максимальное, м (с четырьмя электроприводами)	1200
Размеры несущего полотна – пластин, мм:	
– ширина	1130
– длина по направлению движения	500
Шаг установки грузовых катков, мм	500
Размеры линейных секций, мм:	
– длина	2000
– ширина	1330
– высота от почвы до рабочей поверхности пластины	1100
– общая высота конвейера на участке линейных секций	2000
Металлоемкость конвейера на 1 км длины (без электроприводов), т	368,7

ОЦЕНКА СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТРЕКОВОГО ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА

Оценка себестоимости приводится в статье с целью убедить потенциальных изготовителей в дешевизне изготовления участкового штрекового пластинчатого конвейера с высокими эксплуатационными качествами. Общие расходы на изготовление штрекового пластинчатого конвейера можно рассматривать как сумму четырех составных частей: закупка готовых изделий; закупка металлопроката; расходы на изготовление простых металлоизделий; расходы на изготовление металлоизделий с более сложной технологией изготовления.

Расходы на закупку готовых изделий

Закупка четырех электроприводов мощностью 110 кВт с редукторами и муфтами: 1,7 млн руб. × 4 = 6,8 млн руб.;

закупка 40 тыс. подшипников с номером 6308 с внешним диаметром 80 мм и внутренним 20 мм для установки в 16 тыс. катков (по два в каждый) и в 8 тыс. роликов, расходы: $180 \text{ руб./шт.} \times 40000 = 7,2 \text{ млн руб.}$; закупка 4000 м круглозвенных цепей типоразмера 14 мм и шага 50 мм для круговой тяговой линии конвейера, расходы: $280 \text{ руб./м} \times 4000 \text{ м} = 1,12 \text{ млн руб.}$ Всего расходы на закупку готовых изделий составляют: $6,8 \text{ млн руб.} + 7,2 \text{ млн руб.} + 1,12 \text{ млн руб.} = 15,12 \text{ млн руб.}$

Расходы на закупку металлопроката

Закупка 227,5 т листовой стали толщиной от 1 до 10 мм по 44,3 тыс. руб./т: $44,3 \text{ тыс. руб./т} \times 227,5 \text{ т} = 10 \text{ млн руб.}$; закупка 2000 м швеллера № 5 для линейных и переходных секций, концевых и промежуточной головок и пластинчатой круговой линии: $241,9 \text{ руб./м} \times 2000 \text{ м} = 483,8 \text{ тыс. руб.}$; закупка 1100 м квадратной профильной трубы для опорных боковых стоек: $676 \text{ руб./м} \times 1100 \text{ м} = 750 \text{ тыс. руб.}$; закупка 35,9 т уголка составляет – 1,36 млн руб. Всего расходы на закупку металлопроката составляют: $10 \text{ млн руб.} + 0,48 \text{ млн руб.} + 0,75 \text{ млн руб.} + 1,36 \text{ млн руб.} = 12,59 \text{ млн руб.}$ Общая металлоемкость закупаемого металлопроката составляет: $227,5 \text{ т} + 15,6 \text{ т} + 13,7 \text{ т} + 35,9 \text{ т} = 292,7 \text{ т}$. Средняя цена закупаемого металлопроката равна $12,59 \text{ млн руб.} : 292,7 \text{ т} = 43 \text{ тыс. руб./т}$.

Расходы на изготовление простых металлоизделий конвейера

Под простыми металлоизделиями конвейера понимаются такие изделия, которые изготавливаются из закупаемого типового металлопроката из низких сортов сталей путем его механизированной резки и сварки. Общая металлоемкость простых изделий по всему конвейеру длиной в 1 км составляет: $98,5 \text{ т} + 4,12 \text{ т} + 203 \text{ т} + 20 \text{ т} = 323,7 \text{ т}$. Составляющие этой металлоемкости относятся: $98,5 \text{ т}$ – к линейным секциям; $4,12 \text{ т}$ – к головкам и переходным секциям; 203 т – к круговой пластинчатой линии; 20 т – к тяговой круговой линии. При укрупненных экспертных оценках стоимость изготовления металлоизделий принято приравнивать к стоимости используемого металла. Поэтому расходы на изготовление всего объема простых металлоизделий экспертно можно определить как произведение металлоемкости простых изделий – $323,7 \text{ т}$ и средней цены закупаемого металлопроката – 43 тыс. руб./т . Получаем: $43 \text{ тыс. руб./т} \times 323,7 \text{ т} = 13,9 \text{ млн руб.}$

Расходы на изготовление металлоизделий повышенной сложности

Общая металлоемкость изделий повышенной сложности в целом – $13,64 \text{ т}$. В целом расходы на изготовление изделий повышенной сложности равны: $0,95 \text{ млн руб.} + 1,16 \text{ млн руб.} + 2,48 \text{ млн руб.} = 4,59 \text{ млн руб.}$, где $0,95 \text{ млн руб.}$ – расходы на изготовление заготовок для последующего изготовления изделий повышенной сложности: $70 \text{ тыс. руб./т} \times 13,6 \text{ т} = 0,95 \text{ млн руб.}$ (70 тыс. руб./т – цена 1 т металла для заготовок); $1,16 \text{ млн руб.}$ – общая стоимость кузнечно-прессовых операций по изготовлению проушин для полос и пластин, изготовления звездочек, зубчатых колес и рабочих валов ($86 \text{ тыс. руб./т} \times 13,6 \text{ т} = 1,16 \text{ млн руб.}$); $2,48 \text{ млн руб.}$ – это расходы на третий этап

производства, также связанный с кузнечно-прессовыми и сварочными операциями.

Итого расходы на изготовление пластинчатого конвейера на длину 1 км: закупка готовых изделий – $15,12 \text{ млн руб.}$; закупка металлопроката – $12,59 \text{ млн руб.}$; изготовление простых изделий – $13,9 \text{ млн руб.}$; изготовление изделий повышенной сложности – $4,59 \text{ млн руб.}$. Всего расходов – $46,2 \text{ млн руб.}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создаваемый пластинчатый конвейер обеспечивает производительность 4000 т/ч , что позволяет добыть на участке увеличить суточную добычу одной лавой до 70 тыс. т/сут. ;

непоступление газовыделений в атмосферу конвейерного штрека из отбитого угля, транспортируемого пластинчатым конвейером от лавы до уклона, благодаря этому:

- обеспечивается безопасность по газовому фактору на конвейерном штреке добычного участка;

- для проветривания лавы поступает свежая (без метана) воздушная струя, в связи с этим значительно облегчаются условия ее проветривания;

- значительно возрастает приемная способность штрекового конвейера до $66 \text{ м}^3/\text{мин} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$; при такой приемной способности штрекового конвейера отпадает необходимость иметь в лаве дробилку, так, создаваемый пластинчатый конвейер способен принимать угольные глыбы объемом до $1,1 \text{ м}^3/\text{с}$; этим снимается существенное ограничение производительности очистного комплекса в лаве, а также уменьшаются затраты на приобретение оборудования для оснащения лавы;

- все изделия пластинчатого конвейера изготавливаются из металла и не способны к воспламенению, что является большим преимуществом в сравнении с ленточными конвейерами;

- скорость движения пластин конвейера – $1,4 \text{ м/с}$ и не представляет угрозы для травмирования рабочих;

- себестоимость изготовления пластинчатого конвейера на длину 1 км оценивается в $46,2 \text{ млн руб.}$, что ориентировочно в десять раз меньше по сравнению со стоимостью ленточных конвейеров такой же производительности.

Список литературы

1. Кариман С.А. Пластинчатый конвейер: пат 2649116 RU C2. Заявитель и патентообладатель Кариман С.А. № 2016120294; заявл. 25.05.2016, опубл. 29.03.2018. Бюл. № 10.
2. Кариман С.А., Брайцев А.В., Шрамко В.М. Моделирование и оптимизация производственных процессов при добыче угля. М.: Наука, 1975. 135 с.
3. Кариман С.А., Шрамко В.М. Надежность производственных процессов при подземной добыче угля. М.: Наука, 1975. 159 с.
4. Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ / Под общ. ред. Б.Ф. Братченко. М.: Недра, 1978. 423 с.
5. Кларк Р.А. Применение стальных пластинчатых конвейеров. ЦНИИТЭ. Строймаш.
6. Кариман С.А. О создании шахты с высокими технико-экономическими показателями // Уголь. 2015. № 7. С. 18-23. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf> (дата обращения 15.03.2019).

UDC 622.61:622.625.24:622.647.2 © S.A. Kariman, 2019
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 55-59

Title

CREATION OF A HIGH-PERFORMANCE PLATE CONVEYOR WITH ISOLATED TRANSPORTATION OF GAS-BEARING COAL IN THE MINE. PRODUCTION COST OF THE CONVEYOR

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-55-59>

Author

Kariman S.A.¹

¹ Moscow, 115583, Russian Federation

Authors' Information

Kariman S.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor,
 tel.: +7 (495) 399-12-83

Abstract

The paper provides information about the design of a high-performance plate conveyor designed by the author for the isolated transportation of high-gas-bearing coal in the mine, and the cost of manufacturing the conveyor is calculated.

Keywords

Plate conveyor, Construction, Isolated coal transportation, Gas safety, Technical indicators, Production cost.

References

1. Kariman S.A. *Plastinchatyy konvejer* [Plate conveyor]. Patent 2649116 RU C2. Applicant and patent holder Kariman S.A. No. 2016120294; appl. 25.05.2016, publ. 29.03.2018. Bull. No. 10.

2. Kariman S.A., Braitsev A.V. & Shramko V.M. *Modelirovanie i optimizatsiya proizvodstvennykh protsessov pri dobyche uglya* [Modeling and optimization of coal production processes]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 135 p.

3. Kariman S.A. & Shramko V.M. *Nadezhnost proizvodstvennykh protsessov pri dobyche uglya* [Safety of coal production processes]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 159 p.

4. Bratchenko B.F. (Ed.) *Rudnichnyy transport i mekhanizatsiya vspomogatel'nykh rabot* [Mining transport and mechanization of auxiliary works]. Moscow, Nedra Publ., 1978, 423 p.

5. Clark R.A. *Primenenie stal'nykh plastinchatykh konvejerov* [The use of steel plate conveyors]. TSNITE. Stroy mash.

6. Kariman S.A. O sozdaniy shahty s vysokimi tekhniko-ekonomicheskimi pokazatelyami [On formation of a mine with high performance indicators]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 7, pp. 18-23. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf> (accessed 15.03.2019).

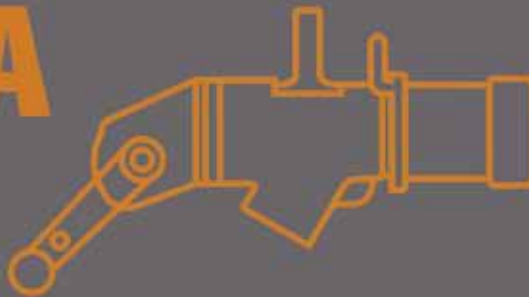
МУФТА ПРО

Мы предлагаем:

- Краны топливозаправочные
- Заправочные клапаны
- Вентиляционные клапаны
- Системы FFS PITBOSS для заправки карьерной техники
- Системы учёта топлива SAMPI S.p.A.
- Стационарные, мобильные и автотопливозаправщики со скоростью до 1500 л/минуту

Контакты:

ООО «МУФТА ПРО»
 тел.: +7 (499) 394 66 60
 e-mail: multapro@gmail.com
www.multapro.ru/
www.multapro.com



**FAST FILL
SYSTEMS**



WIGGINS



FLOMAX

СИСТЕМЫ БЫСТРОЙ ЗАПРАВКИ

Высокочастотные грохоты AURY

ГРЕКУ Владимир Сергеевич

Директор по развитию
ООО «Открытые технологии»,
308024, г. Белгород, Россия,
тел.: +7 (4722) 23-28-39,
e-mail: info@aururus.ru

*В статье рассказывается о высокочастотных грохотах AURY для обезвоживания продуктов обогащения. Высокочастотные грохоты AURY работают на частоте 1480 мин^{-1} , на которой достигается наиболее эффективное обезвоживание продуктов обогащения угля. **Ключевые слова:** обогатительное оборудование, обезвоживание, грохоты, AURY.*

ВВЕДЕНИЕ

Обогащение угля, как правило, не обходится без применения воды. В результате этого продукты обогащения обводнены, и требуется их обезвоживание. Для окончательного обезвоживания крупных классов и предварительного обезвоживания мелких классов и шламов хорошо себя зарекомендовали вибрационные грохоты. Влажность концентрата после обезвоживающего грохочения: крупного – 6-12%, мелкого – 10-14%, шлама – 22-28% [1, 2].

Процесс обезвоживания на грохоте можно разделить на два этапа: на первом происходит дренирование основной массы воды через отверстия сита и осаждение твердого на его поверхности, на втором – уплотнение и разрыхление осадка, приводящее к разрыву капилляров между зернами материала и удалению капиллярной влаги.

При обезвоживании продуктов обогащения, особенно мелких классов и шлама решающее значение для достижения высокой эффективности имеет выбор частоты колебаний грохота. Согласно исследованиям инженеров AURY, **наилучшие результаты обезвоживания угля достигаются на довольно высокой частоте – 1480 мин^{-1}** . Именно на этой частоте происходит наиболее интенсивное разрушение капилляров между зернами материала, из которых высвобождается большое количество влаги.

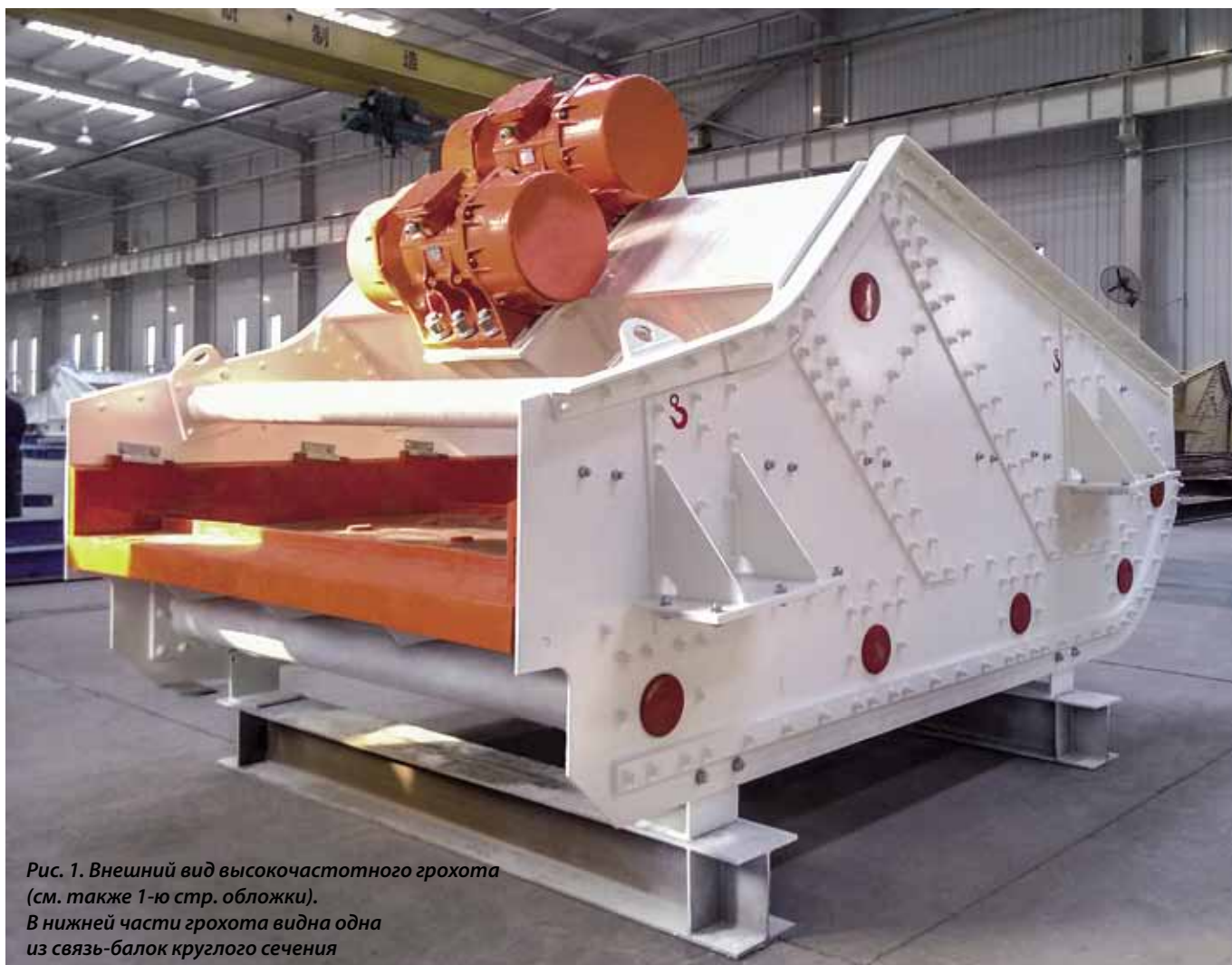


Рис. 1. Внешний вид высокочастотного грохота (см. также 1-ю стр. обложки). В нижней части грохота видна одна из связей-балок круглого сечения



Рис. 2. Связь-балка и продольная балка соединены с помощью Huck-Bolt

ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ГРОХОТОВ AURY

Высокочастотные грохоты AURY (см. 1-ю стр. обложки и рис. 1) обладают следующими преимуществами:

1. **Частота колебаний грохота составляет 1480 мин⁻¹** – наилучшая частота для обезвоживания мелких классов и шлама.

2. Высокочастотные грохоты комплектуются полиуретановыми ситами с размером щели от 0,2 мм. По живому сечению полиуретановые сита не уступают шпальтовым, а по износостойкости – значительно превосходят.

3. Замена сит максимально упрощена – два человека могут производить замену сит со средней скоростью около 11 м²/ч.

4. Имеют широкий спектр размеров: от модели ARHF-1236 с размерами просеивающей поверхности 1200 x 3600 мм до модели ARHF-3054, **имеющей рекордные для высокочастотных грохотов размеры просеивающей поверхности 3000 x 5400 мм.**

5. Производительность при обезвоживании мелких классов составляет до 100 т/ч по твердому (объемная – до 280 м³/ч) при размере щели 0,3 мм.

6. Поперечные связь-балки имеют круглое сечение (см. рис. 1), поэтому их разрушение в результате косоугольного изгиба исключено, срок службы грохота – не менее 12 лет.

7. Элементы грохота соединены между собой с помощью Huck Bolt (см. рис. 1, 2), поэтому сварочные напряжения отсутствуют.

8. Связь-балки и узлы крепления продольных балок покрыты двумя слоями полиуретана толщиной 6 мм, который обеспечивает высокую стойкость к истиранию и коррозии и, в отличие от резины, не воспламеняется от окалины при проведении сварочных работ на позициях выше грохота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокочастотные грохоты AURY работают на частоте 1480 мин⁻¹, на которой происходит наиболее эффективное обезвоживание продуктов обогащения. Кроме того, они имеют продуманную и надежную конструкцию, просты и удобны в эксплуатации. Все это делает высокочастотные грохоты AURY оптимальным оборудованием для обезвоживания на углеобогатительных предприятиях.

В следующем номере мы продолжим наш рассказ об оборудовании для грохочения производства компании AURY.

Список литературы:

1. Фридман С.Э., Щербakov О.К., Комлев А.М. Обезвоживание продуктов обогащения. М.: Недра, 1988. 239 с.
2. Авдохин В.М. Обогащение углей: Учебник для вузов. В 2-х т. Т.1. Процессы и машины. М.: Горная книга, 2012. 424 с.

COAL PREPARATION

UDC 622.742:621.928.235 © V.S. Greku, 2019
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •
 Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, No. 4, pp. 60-61

Title
AURY HIGH-FREQUENCY SCREENS

Author
 Greku V.S.¹
¹ "Otkrytye tekhnologii" LLC,
 Belgorod, 308024, Russian Federation

Authors' Information
Greku V.S., Director on Development,
 tel.: +7 (4722) 23-28-39,
 e-mail: info@auryrus.ru

Abstract
 The paper presents the screening equipment produced by AURY. AURY screens are characterized by reliable design, long service life, high efficiency, convenience and ease of operation and maintenance. In paper it is told about AURY high-frequency screens for dehydration of products of enrichment. AURY high-frequency screens work at the frequency of 1480 min⁻¹ at which the most effective dehydration of products of coal preparation is reached.

Keywords
 Concentrating equipment, Dehydration, Screens, AURY.

- References**
1. Friedman S.E., Scherbakov O.K. & Komlev A.M. *Obvezvozhivanie produktov obogashcheniya* [Dehydration of products of coal preparation]. Moscow, Nedra Publ., 1988, 239 p.
 2. Avdokhin V.M. *Obogashchenie ugley: Uchebnik dlya vuzov* [Coal preparation: Textbook for high schools]. In 2 volumes. Vol.1. Processes and machines. Moscow, Gornaya Kniga Publ., 2012, 424 p.

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

YouTube-канал:
www.youtube.com/c/AuryRus

Виброакустическая техника для интенсификации обогащения угля

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-62-66>

ДУДЧЕНКО Олег Львович

Канд. техн. наук,
доцент НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (925) 507-75-06,
e-mail: dionis4444@mail.ru

ФЕДОРОВ Геннадий Борисович

Канд. техн. наук,
доцент НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (916) 397-72-82,
e-mail: dionis_4444@mail.ru

Предлагается новый кластер виброакустических аппаратов для интенсификации различных технологических процессов горного производства. Эти аппараты позволяют при высокой производительности качественно обрабатывать исходный продукт. Особенность виброакустической техники заключается в том, что в обрабатываемой жидкости возникают нелинейные физические эффекты, которые повышают эффективность обработки горной массы.

Ключевые слова: промывочно-классифицирующая машина, виброакустический классификатор-сгуститель, гидроклассификатор, виброакустический фильтр.

ВВЕДЕНИЕ

Для повышения эффективности использования минеральных ресурсов страны необходимы разработка и внедрение в производство инновационной техники и технологий, обеспечивающих полное извлечение полезных компонентов из горной массы и комплексную переработку минерального сырья.

Одним из перспективных направлений научных исследований НИТУ «МИСиС», способных принести ощутимые результаты в ближайшее время, является использование виброакустической техники для интенсификации процессов горного производства [1, 2].

Применение виброакустической техники открывает широкие возможности для решения целого ряда сложных задач: тонкую классификацию, отсадку, обезвоживание, флотацию, промывку, фильтрацию промышленных стоков [3, 4, 5, 6, 7].

Особенность виброакустической технологии – прямая трансформация механической энергии вибраций в колебательную энергию жидкости. Это позволяет получать высокие значения переменного гидравлического давления

и колебательной скорости в больших объемах обрабатываемого материала при минимальных энергетических затратах, создавать резонансный режим обработки. Виброакустическое воздействие позволяет получать в многофазных системах высокие значения энергии на молекулярном уровне в больших технологических объемах. При этом в жидкости возникают нелинейные физические явления, ускоряющие технологические процессы и повышающие их эффективность.

В настоящее время существует кластер модулей виброакустических аппаратов для интенсификации различных технологических процессов горного производства [8].

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Разработана виброакустическая промывочно-классифицирующая машина (ВПКМ), которая позволяет одновременно проводить процессы классификации, промывки, транспортировки и обезвоживания исходного продукта. Принцип ее работы заключается в том, что исходная суспензия классифицируется на сетчатой перегородке по заданному классу. Надрешетный продукт скапливается в определенном месте, транспортируется, обезвоживается и подается на конвейер. Принципиальная схема виброакустической установки представлена на рис. 1.

Машина представляет собой сварную станину-ванну 1, на которую устанавливаются на подшипниковых опорах шестигранный барабан 2, привод барабана 3, привод механизма вибрации 4, устройство для питания 5, задвижка на линии схода хвостов 6, фланцы с рукавами на линии слива и поддержки уровня суспензии 7 и желоб на линии удаления концентрата 8. Дно ванны имеет наклон 6° в сторону пирамидальной воронки, а наклонная торцевая стенка, к которой крепятся печка и сальниковый уплотнительный узел, состоит из нижней приваренной к станине части и съемной верхней части. На дно ванны устанавливается резиновая манжета 9, закрытая сверху тарелкой 10. Так как тарелка жестко соединена с балкой 11, закрепленной на качающейся балансирной раме 12, то колебательные движения рамы передаются тарелке и, следовательно, массе суспензии, находящейся в ванне. Балансирная рама и связанная с ней тяга 13 подвешена на резиновых опорах-шарнирах и получает колебательные движения благодаря перемещениям штока механизма привода вибрации, в котором предусмотрена возможность регулировки эксцентриситета нижнего шарнира и штока в пределах от 0 до 40 мм, а изменение частоты колебаний достигается установкой сменных шкивов на валу электродвигателя.

ВПКМ содержит шестигранный барабан, боковые поверхности которого выполнены перфорированными (например, шпальтовые сита). На внутренней стороне боковой поверхности установлена транспортирующая спираль. Барабан установлен в поддоне под углом к горизонту. На дне поддона размещены вибровозбудители с излучающими мембранами. Имеются узел загрузки исходного продукта и узел отвода шламов. Шестигранный барабан состоит из сварного каркаса и закрепляемых на нем 18 кассет со стеками. Барабан установлен под углом 8° к горизонту.

Создана экспериментальная модель ВПКМ (рис. 2), которая прошла испытания в промышленных условиях (табл. 1).

Проведенные промышленные испытания показали целесообразность применения виброакустической машины для одновременного проведения процессов классификации, промывки и обезвоживания. Виброакустическая промывочно-классифицирующая машина позволяет надежно классифицировать продукты по классу 300-700 мкм (90-93%). Отмечены высокое качество отмывки исхо-

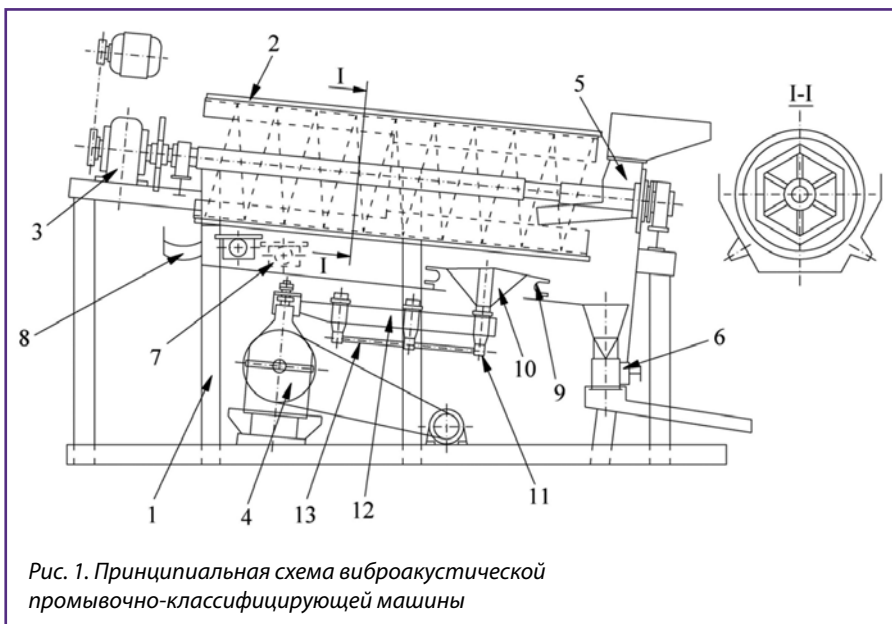


Рис. 1. Принципиальная схема виброакустической промывочно-классифицирующей машины

дного продукта от глинистых включений и обеспечение необходимой влажности продукта (8-10%). Это позволяет перемещать продукт по транспортеру.

В процессе эксплуатации разработанная пилотная конструкция показала свою надежность и работоспособность. Эффективность классификации в виброакустической машине всегда выше и стабильнее, чем в существующих аппаратах для классификации. Предложены пути реализации предложения на предприятиях в процессах обогащения полезных ископаемых.

Можно сделать вывод, что ВПКМ перспективна и найдет широкое применение для классификации, промывки и обезвоживания высокодисперсных суспензий в различных отраслях народного хозяйства.

Разработан унифицированный виброакустический классификатор-сгуститель, который в зависимости от режима его работы может быть использован как классификатор, как сгуститель и как аппарат для очистки сточных вод. Принципиальная схема этого виброакустического аппарата представлена на рис. 3.

Классификатор-сгуститель выполнен двухсекционным с общим вибровозбудителем. Каждая секция выполнена в виде полого металлического корпуса, верхняя часть которого приварена к раме. В торцах корпуса расположены поршни: верхний – плоский с системой отверстий, нижний – в виде усеченного конуса. Поршни соединены между собой тягами и связаны с вибровозбудителем через коромысло. Каждый корпус разделен сетчатой перегородкой на две камеры: верхнюю – тонкого готового продукта и нижнюю – приема исходного продукта (питания). Камера готового продукта имеет кольцевое разгрузочное устройство. В камере исходного продукта предусмотрены загрузочное и разгрузочное устройства. Последнее расположено в центре конического поршня. Сетчатая перегородка – основной рабочий элемент разделения частиц по крупности. Для увеличения прочности и срока службы сетка закреплена в металлической перфорированной кассете.

В аппарате предусмотрено изменение частоты и амплитуды колебаний поршней. Регулировка этих параметров обеспечивает надежную работу аппарата при различных

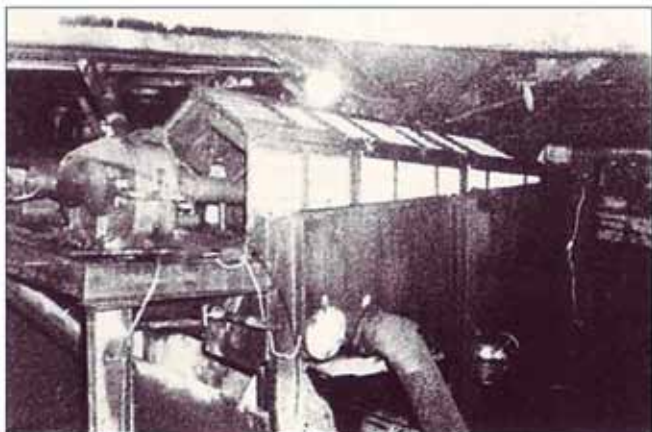


Рис. 2. Виброакустическая промывочно-классифицирующая машина

Таблица 1

**Техническая характеристика
опытного образца ВПКМ**

Производительность по исходному продукту, т/ч	100–150
Классификация по классу, мм	0,3–0,7
Эффективность классификации, %	90–93
Влажность готового продукта, %	8–10
Габариты Д×Ш×В, м:	6×2,5×3
Угол наклона, градус	7–9
Скорость вращения барабана, об./мин	10–15
Частота колебаний мембраны, Гц	5–15
Амплитуда смещения мембраны, мм	5–10
Площадь шпальтового сита, м ² :	
– общая	10
– рабочая	2
Масса, т	5
Потребляемая электрическая мощность, кВт	15

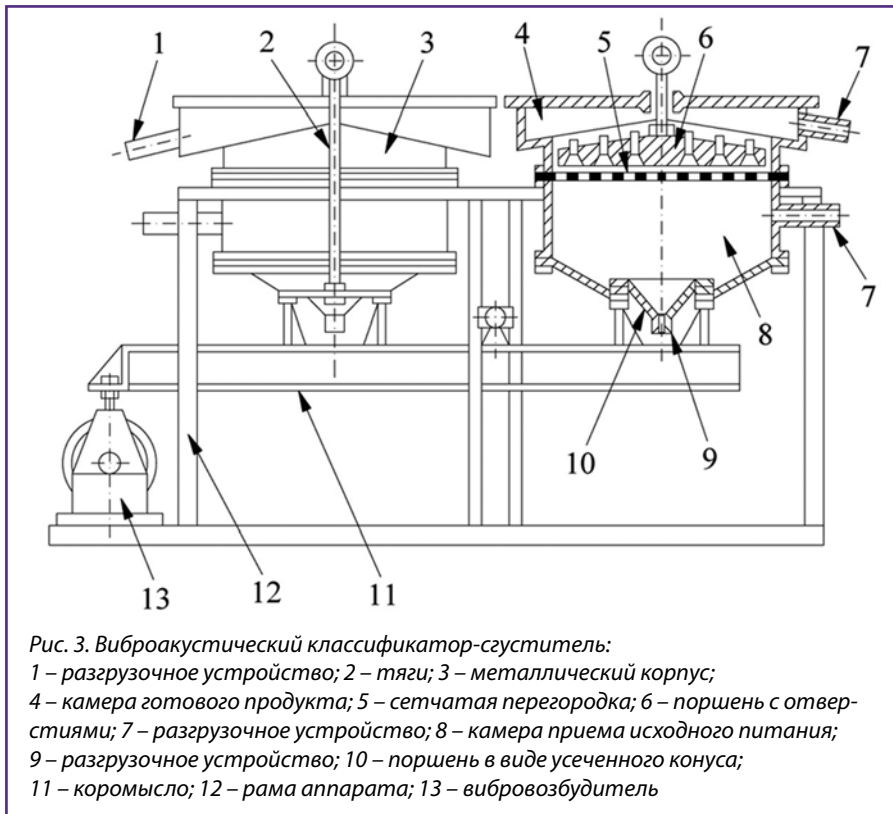


Рис. 3. Виброакустический классификатор-сгуститель:
 1 – разгрузочное устройство; 2 – тяги; 3 – металлический корпус;
 4 – камера готового продукта; 5 – сетчатая перегородка; 6 – поршень с отверстиями; 7 – разгрузочное устройство; 8 – камера приема исходного питания;
 9 – разгрузочное устройство; 10 – поршень в виде усеченного конуса;
 11 – коромысло; 12 – рама аппарата; 13 – вибровозбудитель

Таблица 2

Техническая характеристика виброакустического классификатора-сгустителя

Производительность по исходному продукту, т/ч	50–70
Классификация по классу, мм	0,1–0,5
Эффективность классификации, %	92–95
Влажность готового продукта, %	7–9
Частота двойного хода поршня, Гц	5–15
Размах двойного поршня, мм	5; 7; 9; 11
Мощность электропривода, кВт, не более	1,8
Размеры, мм	2480×1480×1780
Масса, кг	1420

физико-механических свойствах исходной суспензии (гранулометрический состав и плотность взвесей, отношение Т:Ж).

Конструкция классификатора обеспечивает легкость смены фильтровального сита при выходе ее из строя. Это достигается без разборки самого аппарата. Выполнение разгрузочного узла в виде колеблющегося усеченного поршня обеспечивает сгущение продукта и надежное его удаление из аппарата.

Были проведены натурные испытания опытного образца виброакустического классификатора-сгустителя. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Предлагаемый аппарат может быть с успехом применен для классификации и сгущения различных пульп. Следует отметить, что он может быть использован и для классификации высокодисперсных суспензий.

Учитывая опыт ранее проведенных исследований, был разработан виброакустический гидрокласификатор для разделения водоугольных смесей с одновременной классификацией твердого продукта на сетках с ячейками 100 мк. Внешний вид виброакустического классификатора представлен на рис. 4.

Виброакустический гидроциклон выполнен в виде цилиндра, а нижняя часть – в виде конуса. В корпусе 4 аппарата вмонтирован горизонтальный фильтровальный элемент 3. Он изготовлен в виде «сэндвича» – фильтровальная сетка установлена между двумя перфорированными пластинами. Такое выполнение обеспечивает жесткость фильтровального элемента и увеличивает срок его службы. Использовалась сетка с размером ячеек 100 мк, живое сечение которой составляло 50%. Над сеткой устанавливается поршень 3, предназначенный для возбуждения упругих колебаний жидкости, что обеспечивает непрерывную регенерацию сетки.

Поршень имеет систему сквозных отверстий и приводится в колебание вибратором 1. Частота колебаний вибратора изменяется от 3 до 5 Гц, а амплитуда колебаний от 3 мм до 20 мм. Питание виброакустического вибратора подается под сетку через патрубок 5. Это позволяет осуществлять равномерную нагрузку на фильтровальный элемент. Слив тонкого продукта осуществляется над сеткой. Отвод сгущенного продукта проводится через патрубок, установленный в конусной части корпуса.

Размеры аппарата были следующими:

- диаметр цилиндрической части – 500 мм;
- диаметр патрубков – 100 мм;

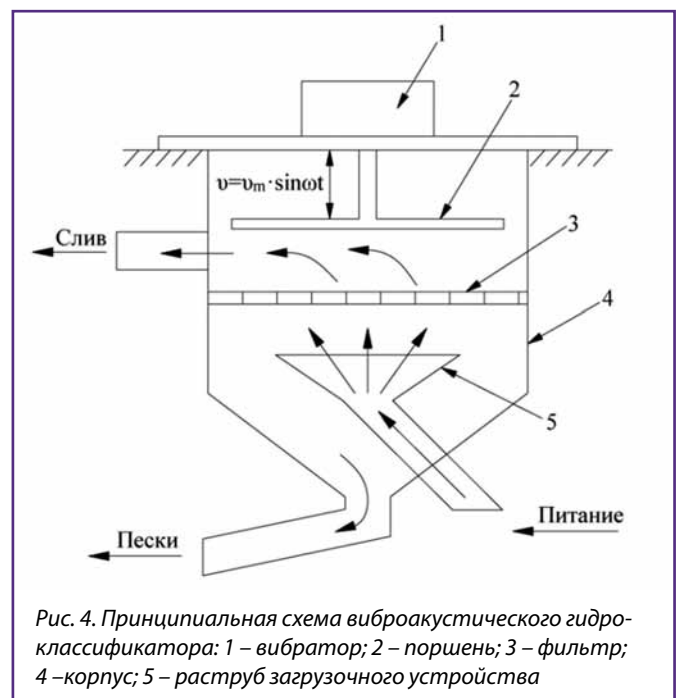


Рис. 4. Принципиальная схема виброакустического гидрокласификатора: 1 – вибратор; 2 – поршень; 3 – фильтр; 4 – корпус; 5 – раструб загрузочного устройства

– площадь фильтровального элемента – 0,2 м²;
 – мощность электродвигателя вибровозбудителя – 3,2 кВт.
 Исходный продукт подавался под давлением 0,015 МПа. При этом производительность составляла 15 м³/ч по исходному продукту, а по сливу – 3 м³/ч. Из проведенных исследований установлено, что с помощью виброакустического гидроклассификатора можно при удовлетворительной производительности эффективно разделять продукт по классу 100 мкм.

Изучение результатов воздействия виброакустических колебаний на процесс фильтрования суспензий, поведения взвесей в мощных полях колебаний, а также возможности интенсификации фильтрования и повышения его эффективности позволило создать принципиально новую установку для очистки шахтных вод – дипольный виброакустический фильтр (ВАФ).

Принцип действия установки заключается в следующем. Через фильтровальный элемент под действием виброакустических колебаний возбуждают знакопеременные потоки жидкости. Амплитудное значение колебательной скорости должно быть больше значения скорости потока в отсутствие колебаний, что способствует периодической (с частотой, равной частоте колебаний) очистке пор фильтра от застрявших в них частиц. При этом происходит регенерация фильтровального материала, то есть восстановление его пропускной способности.

Предлагаемая установка отличается от ранее известных аппаратов с применением звуковых и ультразвуковых колебаний неподвижным фильтрующим элементом и возможностью возбуждать колебания в резонансном режиме.

На базе проведенных научно-исследовательских работ разработан виброакустический фильтр для очистки сточных вод горных предприятий. На рис. 5 представлена плотная конструкция виброакустического фильтра.

Внимательным элементом конструкции является выполнение вибровозбудителя в виде диполя – двух поршней, жестко связанных между собой и расположенных по разные стороны от фильтра.

Виброакустический фильтр содержит следующие основные узлы:

- две рабочие секции с фильтровальными элементами;
- общий возбудитель вибраций в виде двух эксцентриков, расположенных на общем валу;
- поршни, установленные в торцах секций на гибких элементах и жестко попарно соединенные тягами;
- гидравлический привод для возбудителя вибраций;
- электродвигатель для вращения вала с эксцентриками.

В условиях крупномасштабного эксперимента предусматривалось опробование ВАФ для очистки шахтных вод. Результаты промышленных исследований показали перспективность использования предложенного виброакустического способа фильтрования в водошламовом хозяйстве горных предприятий. Это устройство при большой удельной производительности (до 70 м³/ч) обеспечивает высокий уровень очистки сточной воды. Может быть получена эффективность осветления до 70-80%. Причем эффективность работы аппарата зависит от гранулометрического состава твердой фазы шахтных вод и ее физико-механических свойств. Показатели работы виброакустического фильтра всегда выше и стабильнее характеристик сооружения первой стадии очистки шахт-

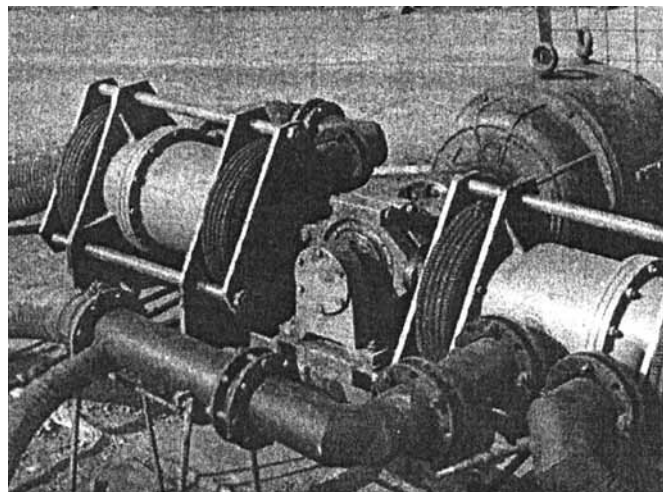


Рис. 5. Внешний вид виброакустического фильтра

ных вод. Разработанная конструкция виброакустического фильтра показала свою работоспособность и надежность. Она может быть с успехом использована для классификации угольных суспензий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены конструкции принципиально нового вида оборудования:

- виброакустическая промывочно-классифицирующая машина (ВПКМ);
- виброакустический классификатор-сгуститель;
- виброакустический гидроклассификатор;
- виброакустический фильтр (ВАФ).

Полученные результаты испытаний этих машин в промышленных условиях показали, что применение виброакустических аппаратов в технологических процессах горного производства позволяет увеличить их производительность и повысить эффективность обработки. Эти аппараты просты в изготовлении, надежны в работе, малогабаритны. В дальнейшем необходимо разрабатывать конструкции промышленных образцов виброакустической техники.

Список литературы

1. Agafonov J.G., Dudchenko O.L., Fedorov G.B. Infrasonics for intensification of mining practices // Scientific Reports on Resource Issues. Freiberg, Germany. 2014. Vol. 1. Pp. 176-183,
2. Agafonov J.G., Dudchenko O.L., Fedorov G.B. Infrasonic methods and technology: innovative approach to intensity mining practices // Scientific Bulletin of National Mining University. Dnepropetrovsk. 2014. N 2 (140). P. 99-104.
3. Ksenofontov B.S., Ivanov M.V. Case study: Use of flotation for industrial stormwater treatment // Water Practice and Technology. 2014. N 9 (3). Pp. 392-397.
4. Ksenofontov B.S., Ivanov M.V. Intensification of flotation treatment by exposure to vibration // Water Practice and Technology. 2014. N 69 (7). Pp. 1434-1439.
5. Ksenofontov B.S., Ivanov M.V. A novel multistage kinetic modeling of flotation for wastewater treatment // Water Practice and Technology. 2013. N 68 (4). Pp. 807-812.
6. Антипенко Л.А. К вопросу о современных технологиях переработки и обогащения угля // Уголь. 2015. № 12. С. 68-71. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/122015.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

7. The influence of oil contaminated soil on the quality of surface waste water / B.S. Ksenofontov, E.S. Antonova, M.V. Ivanov, A.S. Kozodaev, R.A. Taranov // *Water Practice and Technology*. 2015. № 10 (4). Pp. 814-822.

8. Drebenstedt C., Agafonov J.G., Fedorov G.B. Research and development of waste waters vibroacoustic purification methods for mining enterprises // *Mining Meets Water-Conflicts and Solutions*. Leipzig, Germany, 2016. Pp. 859-866.

UDC 622.7:622.33:534.232 © O.L. Dudchenko, G.B. Fedorov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 62-66

Title
VIBROACOUSTIC TECHNIQUE FOR INTENSIFICATION OF COAL PREPARATION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-62-66>

Authors

Dudchenko O.L.¹, Fedorov G.B.¹

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

Authors' information

Dudchenko O.L., PhD (Engineering), Associate Professor, tel.: +7 (925) 507-75-06, e-mail: dionis4444@mail.ru

Fedorov G.B., PhD (Engineering), Associate Professor, tel.: +7 (916) 397-72-82, e-mail: dionis_4444@mail.ru

Abstract

This paper proposes a new cluster of vibroacoustic devices to intensify various processes of mining operations. The use of these devices allows qualitative processing of raw material at high performance. The generation of nonlinear physical effects during treatment of liquid is the feature of the vibroacoustic technique; as a result, an increase in the processing efficiency of the rock mass due to emergence of these effects occurs.

Keywords

Washing-classifying machine, Vibroacoustic classifier-thickener, Hydraulic classifier, Vibroacoustic filter.

References

1. Agafonov J.G., Dudchenko O.L. & Fedorov G.B. Infrasonics for intensification of mining practices. *Scientific Reports on Resource Issues*. Freiberg, Germany, 2014, Vol. 1, pp. 176-183.

2. Agafonov J.G., Dudchenko O.L. & Fedorov G.B. Infrasonic methods and technology: innovative approach to intensity mining practices. *Scientific Bulletin of National Mining University*. Dnepropetrovsk, 2014, Vol. 2(140), pp. 99-104.

3. Ksenofontov B.S. & Ivanov M.V. Case study: Use of flotation for industrial stormwater treatment. *Water Practice and Technology*, 2014, Vol. 9(3), pp. 392-397.

4. Ksenofontov B.S. & Ivanov M.V. Intensification of flotation treatment by exposure to vibration. *Water Practice and Technology*, 2014, Vol. 69(7), pp. 1434-1439.

5. Ksenofontov B.S. & Ivanov M.V. A novel multistage kinetic modeling of flotation for wastewater treatment. *Water Practice and Technology*, 2013, Vol. 68(4), pp. 807-812.

6. Antipenko L.A. K voprosu o sovremennykh tekhnologiyah pererabotki i obogashcheniya uglya [On the issue of advanced coal processing and beneficiation technologies]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 12, pp. 68-71. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/122015.pdf> (accessed 15.03.2019).

7. Ksenofontov B.S., Antonova E.S., Ivanov M.V., Kozodaev A.S. & Taranov R.A. The influence of oil contaminated soil on the quality of surface waste water. *Water Practice and Technology*, 2015, Vol. 10(4), pp. 814-822.

8. Drebenstedt C., Agafonov J.G. & Fedorov G.B. Research and development of waste waters vibroacoustic purification methods for mining enterprises. *Mining Meets Water-Conflicts and Solutions*. Leipzig, Germany, 2016, pp. 859-866.

Назаровские горняки добыли 470-миллионную тонну угля



1 марта 2019 г. на Назаровском разрезе добыта 470-миллионная тонна угля с начала эксплуатации месторождения. Важное производственное событие произошло в смену экипажа экскаватора ЭР-1250 № 86 в составе опытного старшего машиниста Виктора Костылева, многократного победителя конкурсов профессионального мастерства, машиниста Артема Шатского, помощника машиниста Александра Найдено и начальника смены Владилена Колчанова.

Очередной рубеж стал выполнением взятых горняками обязательств – вести добычу угля бесперебойно, де-

монстрируя производственные мощности своего предприятия. Так, с начала года назаровцы идут с превышением плана, а годовой план прошлого года был перевыполнен и достиг 3,5 млн т.

К слову, также весной, в 2013 г., коллектив предприятия добыл юбилейную 450-миллионную тонну твердого топлива. Тогда угольщики поставили перед собой задачу – в ближайшее время отгрузить полумиллиардную тонну и планомерно идут к ее реализации. Добавим, что Назаровский разрез сдан в эксплуатацию 68 лет назад – в 1951 г.



Депутаты Госдумы познакомились с современными технологиями добычи и использования угля на предприятиях СУЭК в Кузбассе



23 марта 2019 г. в рамках визита в Кемеровскую область Комитета Государственной Думы по энергетике, связанного с обсуждением вопросов законодательного обеспечения развития угольной отрасли, состоялось посещение предприятий, входящих в состав Сибирской угольной энергетической компании.

В компании «СУЭК-Кузбасс» депутатов познакомили с современными технологиями подземной угледобычи. Оценить высокий уровень проникновения цифровых технологий во все производственные сферы гости смогли при посещении Единого диспетчерско-аналитического центра (ЕДАЦ), осуществляющего системный контроль за деятельностью всех шахт и разрезов.



Данные, поступающие более чем с 20 тысяч различных датчиков, установленных на наземных и подземных объектах, позволяют оперативно решать вопросы, связанные с безопасной работой оборудования, предупреждать возникновение нештатных ситуаций.

Побывав в очистных забоях шахт «Комсомолец» и «имени А.Д. Рубана» депутаты увидели, как добывается уголь с помощью автоматизированного оборудования, ощутили целенаправленное движение отрасли к так называемым безлюдным технологиям выемки.

«С одной стороны, кажется, все так просто, а с другой стороны, понимаешь, что сегодня труд шахтера все больше становится технологически-инженерным, чувствуешь себя безопасно, – поделился впечатлениями от посещения забоя председатель Комитета Государственной Думы по энергетике Павел Завальный. – При этом труд по-прежнему непростой. Он требует уважения и государства, и людей. Российская угольная отрасль, конечно, имеет перспективы развития. Она конкурентоспособна на глобальном рынке. И мы должны быть достаточно гибкими, чтобы различными избыточными требованиями, административными барьерами не ухудшать экономику».

На очистных сооружениях шахтоуправления имени А.Д. Рубана депутатам подробно представали применяемую инновационную технологию многоступенчатой очистки шахтной воды. Этот проект, как и другие экологические проекты СУЭК, реализующие эффективные нестандартные решения вопросов сбережения природы, вызвали большой интерес в свете развернутой в регионе программы «Чистый уголь = Чистый Кузбасс».

Еще одним объектом посещения стала одна из крупнейших в регионе Беловская ГРЭС. На ней депутаты познакомились с применяемыми технологиями сжигания угля и получения электроэнергии, а также в целом с масштабной программой модернизации тепловых электростанций. Состоялось неформальное обсуждение перспектив развития топливно-энергетического комплекса региона и страны с учетом угольной генерации.

О системе подготовки необходимых для компании специалистов разного профиля рассказали в Центре подготовки и развития персонала. Высоко оценены уровень оснащенности учебных классов и лабораторий, использование различных тренажеров, таких как «Виртуальная шахта» и симулятор управления локомотивом подвесного дизель-поезда, в уникальном музее шахтерской славы Кольчугинского рудника гости узнали, насколько многогранна история одного из старейших в стране рудников.

Генеральный директор АО «СУЭК» Владимир Рашевский выступил на пленарной сессии, открывающей Красноярский экономический форум



Генеральный директор АО «СУЭК» Владимир Рашевский 29 марта 2019 г. выступил на пленарной сессии, открывающей Красноярский экономический форум и посвященной национальной конкурентоспособности России.

В своем выступлении глава СУЭК отметил, что за прошедшие 10 лет в нашей стране достигнут безусловный прогресс в качестве и сложности экономики, о чем свидетельствуют значительно более высокие места России в рейтингах, которые составляют разные международные организации.

По словам Владимира Рашевского, на передовой этого продвижения находятся российские компании, и успех страны во многом зависит от их результатов и достижений.

«Мыслят ли в своей операционной деятельности крупные российские компании на языке конкурентоспособности? Можно уверенно говорить, что это безусловный фокус в стратегических планах крупного российского бизнеса», – подчеркнул руководитель СУЭК.

Говоря о возможностях повышения конкурентоспособности, Владимир Рашевский отметил важность конструктивного диалога государства и бизнеса. За последние 10 лет на основе такого диалога, сложившегося и через бизнес-ассоциации, и на других площадках, реализован целый ряд важных государственных инициатив в области стимулирования структурной политики и стимулирования инвестиций. *«Инструментарий государственных мер поддержки инвестиционной активности компаний востребован, и маховик государственной структурной политики раскручивается»,* – сказал он.

При этом, говорит Владимир Рашевский, *«мы стремимся улучшить конкурентоспособность и экономическую динамику. Но, несмотря на все усилия, результат пока нас не может устраивать. По росту ВВП отстаем от среднемировых темпов».* В связи с этим, полагает руководитель СУЭК, *«расшевелить экономику – это ключевая цель ближайшего периода. Амбиции сделать это у правительства и компаний есть».* Особую роль, считает Владимир Рашевский, может сыграть реализация национальных проектов. *«Цели нацпроектов мы полностью разделяем и считаем их отличной основой, в том числе для дальнейшего совершенствования государственной экономической и структурной политики»,* – подчеркивает он.

Комментируя планы Правительства РФ по стимулированию инвестиций и упрощению регулирования, о которых говорил на КЭФ вице-премьер Дмитрий Козак, Владимир Рашевский оценил их высокую важность и позитивный эффект для будущей экономической динамики. При этом он отметил важность максимально оперативного запуска таких мер и инструментов и того, чтобы на практике

процедуры использования мер стимулирования не были сложными. *«Работают простые вещи»,* – подчеркнул он.

«Колоссальным фактором повышения конкурентоспособности для компаний стало обеспечение государством в последние годы макроэкономической стабильности. Самое главное для нас – это низкая инфляция и умеренно слабый валютный курс рубля», – также сказал Владимир Рашевский, отметив, что, к сожалению, эти достижения пока не в полной мере транслировались в снижение стоимости капитала и реальная ставка заимствований на 2-3 % выше, чем в других странах. По его словам, это важнейший макроэкономический ограничитель увеличения доли инвестиций в ВВП.

Говоря о развитии инфраструктуры, глава СУЭК сказал: *«От «инфраструктурного недостатка» нас отделяют сотни и сотни миллиардов долларов требуемых инвестиций. Но это правильные инвестиции».* Они несут колоссальные мультипликативные эффекты и создают основу для реализации инвесторами их проектов и для усиления присутствия на растущих рынках, в том числе в Азиатско-Тихоокеанском регионе. При этом он отметил, что центральный вопрос для бизнеса применительно к инфраструктуре – это обеспечение по-настоящему долгосрочных и предсказуемых тарифов.

Особо Владимир Рашевский отметил проблему нехватки квалифицированных кадров. *«Это стало проблемой из ТОП-3 для бизнеса, причем наиболее острый дефицит кадров складывается в очевидных точках роста, где реализуются крупные инвестиционные проекты».* Главной причиной ситуации он назвал неразвитость социальной инфраструктуры на тех территориях, куда имело бы смысл ехать. *«Жизнь там есть, а качества жизни нет»,* – сказал В. Рашевский. Поэтому фокус национального проекта «Жилье и городская среда» должен быть в том числе на инвестициях в социальную сферу в таких точках экономического роста. Также для решения проблемы нехватки кадров важны меры по стимулированию межрегиональной миграции.

Завершая выступление, руководитель СУЭК подчеркнул: *«Для повышения конкурентоспособности нам всем предстоит решать еще много задач. И это возможно только на стыке усилий государства и бизнеса. А для этого самое главное – взаимное доверие».* Владимир Рашевский убежден, что *«обе стороны нацелены на это»,* и уверен в том, что *«сможем добиться и взаимного доверия, и дальнейшего большого прогресса в конкурентоспособности России».*

Новая вспомогательная техника поступила на Разрез Харанорский

В АО «Разрез Харанорский», входящее в состав Сибирской угольной энергетической компании, поступила новая вспомогательная техника. Транспортный парк горняков пополнился гусеничным бульдозером KOMATSU D375A.



Эта машина представляет класс сверхтяжелых бульдозеров и предназначена не только для разработки и перемещения грунта, но и для рыхления тяжелых, мерзлых и скальных пород. Техника способна работать в экстремальных климатических условиях в диапазоне от -50 до +40 °С.

Бульдозер имеет гидромеханическую трансмиссию. Оснащена машина однозубым рыхлителем, полусферическим перекашиваемым отвалом, отопителем и антиобледенителем.

Стоит отметить не только надежность и комфорт японской техники, но и безопасность. Кабина выполнена на специальном каркасе. Она оснащена элементами, предназначенными для уменьшения риска нанесения повреждений оператору в случае опрокидывания на бок или падения предметов с высоты на бульдозер.

«Это первый бульдозер такого класса на нашем предприятии. До этого в производственном процессе была задействована техника марок Liebherr и T-35.01. Новая машина будет использоваться на вскрышных работах. Ее задача – формирование отвалов под автомобильную вскры-

шу», – рассказал технический директор АО «Разрез Харанорский» **Алексей Самойленко**.

Новая техника поступает на предприятие по инвестиционной программе СУЭК. В этом году автопарк харанорских горняков пополнился экскаватором Komatsu PC-4000 и новыми карьерными самосвалами БелАЗ. Техническое перевооружение предприятия способствует наращиванию производственных показателей, а также делает условия труда горняков комфортными и безопасными.



Новый административно-бытовой комплекс открыли на Черновском РМЗ в Забайкалье

В ООО «Черновский ремонтно-механический завод», входящем в состав Сибирской угольной энергетической компании, торжественно ввели в эксплуатацию новый административно-бытовой комплекс (АБК) для сотрудников.



Возвели двухэтажное здание почти за полгода. При строительстве использовались современные технологичные материалы. Площадь бытового комплекса – 400 кв. м. В АБК обустроены шестнадцать помещений. Это просторные раздевалки со шкафами, душевые и бытовые комнаты, уютная сауна, банкетный зал. В прачечной появилась современная мощная стиральная машина с загрузкой на 50 кг и сушильный агрегат для одежды и обуви. Новое оборудование позволит вдвое сократить время стирки рабочей одежды.

Также у сотрудников Черновского РМЗ появилась большая столовая на 55 посадочных мест, оборудован пищеблок. В планах – запустить программу «Здоровое питание».

«Наша компания заинтересована в обеспечении комфортных условий для пребывания сотрудников на предприятии. Строительство нового комплекса – это необходи-



мость. У нас сотрудников стало больше, так как наше производство растет, растут объемы работ. И мы заинтересованы в том, чтобы наши люди шли трудиться с радостью», – рассказал первый заместитель директора завода **Эдуард Касьяненко**.

Черновский РМЗ – одно из старейших предприятий Забайкальского края. Объемы производства за последние пять лет выросли в 10 раз. На сегодняшний день заводчане ремонтируют и изготавливают запасные части для горнотранспортной техники, обслуживают электрооборудование и подстанции, а также выполняют строительномонтажные работы. Завод сотрудничает с крупными горнодобывающими предприятиями не только в Забайкальском крае, но и в республиках Бурятия и Хакасия, Кемеровской области, Приморском, Красноярском и Хабаровском краях.



В СУЭК уверены, что российские моногорода имеют все возможности стать флагманами позитивных преобразований

В СУЭК уверены, что российские моногорода имеют все возможности стать флагманами позитивных преобразований, но для прорывного развития важно включение программы развития моногородов в число Национальных проектов и возможность получения градообразующими предприятиями налоговых льгот при осуществлении инвестиций в социальные объекты на территориях присутствия компании.

Об этом сообщил в ходе парламентских слушаний, посвященных вопросам законодательного обеспечения и реализации национальных проектов в моногородах, заместитель директора по коммуникациям СУЭК **Дмитрий Голованов**. Он отметил, что у муниципалитетов нет собственных ресурсов и, несмотря на участие в проектах развития градообразующих предприятий, сложно в короткие сроки изменять облик городов. Поэтому комплексное развитие моногородов невозможно без специальных программ и мер господдержки.

Дмитрий Голованов отметил эффективность уже ведущейся совместной работы государства, региональных властей и бизнеса в решении проблем отечественных моногородов.

За последние 7 лет СУЭК реализовала ряд значимых проектов в регионах, в числе которых строительство бассейна и капитальный ремонт врачебной амбулатории в п. Саган-Нур; благоустройство центральной площади, капитальный ремонт Дворца культуры, реконструкция поликлиники в г. Ленинск-Кузнецком; модернизация кинотеатров в п. Чегдомын, г. Бородино и Черногорске; модернизация городской библиотеки в Бородино; реконструкция центра материнства и детства в г. Черногорске; строительство детского сада и таун-хаусов в г. Киселевске.

С 2017 г. СУЭК начала применять новый инструмент в работе с моногородами – мастер-планы развития, на данный момент уже разработано 6 мастер-планов. Эти документы придают необходимую структурированность работе по формированию и развитию комфортной, безопасной и благоприятной социальной среды в городах присутствия СУЭК, позволяют обеспечить комплексный подход к развитию населенных пунктов, формировать перечень приоритетных проектов и определять источники финансирования проектов. Мастер-планы также задействуют формат взаимодействия с региональными и муниципальными властями, создают эффективный механизм коммуникаций с местным населением и позволяют вовлекать наиболее деятельную его часть в процессы изменений.

Дмитрий Голованов отметил, что для совместной работы по развитию моногородов при участии Фонда моногородов в регионах созданы проектные комитеты, куда входят представители региональных органов исполнительной власти, руководство муниципалитетов, представители бизнеса. В частности, эффективно работает проектный комитет «Комплексное развитие моногородов Хабаровского края», благодаря слаженной работе которого удалось сделать многое для развития п. Чегдомын.

Парламентские слушания прошли в Государственной думе 19 марта 2019 г., в их работе приняли участие заместитель председателя Государственной Думы Сергей Неверов, заместитель председателя ВЭБ РФ, генеральный директор Фонда развития моногородов Ирина Макиева, заместитель министра экономического развития Вадим Живулин, руководство думских фракций, главы российских монопоселений, представители бизнеса, общественных организаций.

Наша справка.

АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) – одна из ведущих угледобывающих компаний мира, крупнейший в России производитель угля, крупнейший поставщик угля на внутренний рынок и на экспорт, один из ведущих производителей тепла и электроэнергии в Сибири. Добывающие, перерабатывающие, энергетические, транспортные и сервисные предприятия СУЭК расположены в 11 регионах России. На предприятиях СУЭК работают более 66 000 человек. Основной акционер – Андрей Мельниченко.

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

Первый собранный в Кузбассе автосамосвал Liebherr T 264 запущен в работу на разрезе «Первомайский»

СДС
УГОЛЬ

На разрезе «Первомайский» (АО ХК «СДС-Уголь») состоялся запуск в работу карьерного автосамосвала ультра-класса Liebherr T 264 грузоподъемностью 220 т. В торжественной церемонии приняли участие губернатор Кемеровской области С.Е. Цивилев, генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь» Г.Ф. Алексеев, руководитель ООО «Либхер-Русланд» Н.Р. Фон Зеела и другие официальные лица. Самосвал стал первой машиной, полностью собранной в Кузбассе.

Грузовая платформа Т 264 – результат совместного проекта КемеровоХиммаша – филиала АО «Алтайвагон» и компании Liebherr в рамках трехстороннего соглашения о социально-экономическом сотрудничестве, подписанного между Администрацией Кемеровской области, компанией Liebherr и холдинговой компанией «Сибирский Деловой Союз».

Ранее поступавшие на предприятия компании «СДС-Уголь» самосвалы прибывали в виде модулей, которые затем собирались на предприятиях. Данный самосвал поступил в Россию в виде комплектующих запасных частей и был собран в модули на ремонтно-складском комплексе LIEBHERR. Завершающая сборка и пусконаладочные работы нового самосвала проведены в боксе по ремонту горнотранспортного оборудования ООО «Шахтоуправление «Майское» силами специалистов предприятия. Таким образом, автосамосвал Liebherr T 264 № 26 стал первым собранным в Кузбассе и получил российский паспорт транспортного средства.

«Сегодня исторический день для машиностроения Кузбасса! Мы запустили первый самосвал Liebherr, собранный в нашем регионе. Важно, что кроме сборки машин мы на-

чали производить комплектующие для техники немецкого концерна. Кузов для самосвала изготовили в Кузбассе. Металл пока не наш, но Liebherr уже аттестовал продукцию новокузнецких металлургов и будут закупать сырье у них. Собранные в Кузбассе машины планируют поставлять не только на российские предприятия, но и на экспорт. Это первые шаги кузбасского машиностроения, они сложные, но уверенные, ведь мы сразу выходим на мировой уровень!» – отметил губернатор Кемеровской области **Сергей Евгеньевич Цивилев** на церемонии запуска.

Технологический самосвал на жесткой раме Т 264 предназначен для перевозки горной массы. Интеллектуальная конструкция позволяет самосвалам Liebherr перевозить большие объемы горной массы за счет максимального использования грузоподъемности и уменьшения времени цикла транспортировки пород. Установленная на новом самосвале система курсовой устойчивости обеспечивает максимальное сцепление с дорогой, что позволяет сохранять управляемость и устойчивость в любую погоду. Самосвал Т 264 развивает высокую динамику на подъемах благодаря эффективной системе привода Litronic Plus AC и мощному двигателю в 2500 л.с.

К работе на новом самосвале приступит экипаж под руководством передовика **Евгения Михайловича Сургутова**. «Наш экипаж – это сплоченная команда, вместе трудимся уже семь лет, со дня открытия разреза. На подобном самосвале будем работать впервые. Сборкой машины занимались совместно со специалистами ООО «Либхер-Русланд», а представитель компании из США обучал нас теоретическим знаниям и навыкам вождения данной машины», – отметил бригадир экипажа.



Сергей Цивилев вручил медаль генеральному директору ООО «Объединенное ПТУ Кузбасса» Юрию Приступе

20 марта 2019 г. в ходе XII сессии Областного Совета народных депутатов Кемеровской области губернатор Сергей Цивилев вручил медаль «За бизнес во имя созидания» генеральному директору ООО «Объединенное ПТУ Кузбасса» Юрию Дмитриевичу Приступе.

Торжественное заседание было посвящено 25-летию законодательной власти Кемеровской области. Депутатскую деятельность Ю.Д. Приступе в Областном Совете начал в 2007 г. и проработал там без малого 12 лет. Благодаря богатому опыту работы в Совете на сегодняшний день Юрий Дмитриевич является кандидатом в депутаты Ленинск-Кузнецкого городского округа, выборы в который состоятся 14 апреля.

Ю.Д. Приступе – инженер путей сообщения, кандидат техн. наук. В 2003 г. он возглавил Ленинск-Кузнецкое погрузочно-транспортное управление в очень непростой для коллектива период – переходный. В 2003 г. в Кузбасс пришла мощная Сибирская угольная энергетическая компания с совершенно новой – формата XXI века – экономической и социальной политикой, которой требовались современно мыслящие, грамотные руководители подразделений. Назначение Ю.Д. Приступе в качестве директора стратегически важного предприятия оказалось стопроцентно точным. Впоследствии в ПТУ



влились погрузочно-транспортное управление «Восточный Кузбасс» и инвестиционная компания «Кузбасс-ИнвестУголь», и в 2015 г. Ю.Д. Приступе стал генеральным директором ООО «Объединенное ПТУ Кузбасса».

Объединенное ПТУ Кузбасса является одним из самых стабильно развивающихся среди логистических предприятий Кемеровской области. Под руководством Ю.Д. Приступе получены и внедрены в производство два патента и двадцать авторских свидетельств, сертификаты соответствия

производства и охраны труда. Инициативой Юрия Дмитриевича было создание молодежного совета ПТУ Кузбасса. При активной поддержке и участии генерального директора ПТУ ведется работа с советом ветеранов, оказывается материальная и организационная помощь городским учреждениям, молодежным организациям, подшефным школам, детскому дому, церковным приходам и гражданам по их обращениям. Коллектив предприятия участвует в городских учениях и смотрах, занимает призовые места на спортивных соревнованиях.

О своем руководителе коллектив ООО «Объединенное ПТУ Кузбасса» отзывается как о человеке, умеющем найти подход к каждому сотруднику, настоящем лидере, способном создавать команду профессионалов, дисциплинированном и чутком начальнике. Отметим, что Юрию Дмитриевичу не единожды вручали государственные и областные награды, грамоты от компании «СУЭК», профсоюзных органов и общественных организаций, благодарности в его адрес печатались в газетах и личных обращениях.

Мощный экскаватор введен в строй на Эльгинском угольном комплексе

ООО «Эльгауголь» (входит в Группу «Мечел») в марте 2019 г. ввело в эксплуатацию мощный карьерный экскаватор ЭКГ-18. Новое оборудование позволит нарастить объемы вскрышных работ на Эльгинском угольном месторождении.

Экскаватор ЭКГ (емкость ковша – 18 куб. м) за рабочие сутки может грузить от 20 до 24 тыс. куб. м горной массы. Погрузку экскаватор осуществляет в круглосуточном режиме.



Экскаватор рассчитан на высокопроизводительную работу в самых тяжелых горно-геологических и климатических условиях. Для контроля за всеми параметрами рабочего процесса техника оснащена информационной и микропроцессорной системами управления, а также системами диагностики и автоматической защиты механизмов и узлов. В кабине предусмотрены современная система кондиционирования, тепло- и виброизоляция, удобное рабочее кресло, холодильник и СВЧ-печь. Для работы на новой технике сформирована опытная бригада.

«Ввод в строй мощного карьерного экскаватора на Эльге – это важное для нас событие. ЭКГ собрали в запланированные сроки, невзирая на сложные погодные условия. Новая техника позволит достичь запланированных на этот год производственных показателей, а в дальнейшем – плавно наращивать объемы производства», – отметил управляющий директор ООО «Эльгауголь» **Иван Цепков**.

СУЭК запустила цех по ремонту механизированной крепи в Кузбассе



В ООО «СИБ-ДАМЕЛЬ» – на ведущем машиностроительном предприятии, входящем в состав АО «СУЭК-Кузбасс», организовано производство по ремонту металлоконструкций секций механизированной крепи.

Потребность в создании собственной мощной ремонтной базы вызвана необходимостью качественного и своевременного ремонта имеющихся в компании десяти очистных механизированных комплексов.

Для оснащения цеха приобретено современное высокотехнологичное отечественное и импортное оборудование, включающее: крупногабаритный портално-обрабатывающий центр типа WHQ 13 CNC; комплект оборудования для магнитно-порошковой дефектоскопии; установки газо-плазменной резки 3D и полуавтоматической сварки; моечную установку высокого давления; сварочные позиционеры; окрасочно-сушильную и пескоструйную камеры; модульную компрессорную; газораспределительную станцию; кран мостовой грузоподъемностью 30 т. В совокупности такой комплект оборудования позволяет осуществлять весь спектр работ по ремонту и восстановлению несущих металлоконструкций.

Общая стоимость инвестиционного проекта с учетом капитального ремонта бывшего механического цеха шахты имени С.М. Кирова, где разместилось новое производство, составляет более 300 млн руб.

Теперь коллектив ООО «СИБ-ДАМЕЛЬ» технически полностью готов самостоятельно вести все этапы ремонта металлоконструкций секций. Для решения вопросов кадрового обеспечения реализуется комплексная программа, включающая обучение сотрудников работе на станках с числовым-программным управлением (ЧПУ) на базе Новосибирского авиационного лицея.

Сегодня ООО «СИБ-ДАМЕЛЬ» является одним из наиболее динамично развивающихся предприятий СУЭК, занимающихся производством и ремонтом горношахтного оборудова-



ния. Самый современный уровень оснащённости станками и технологическими линиями позволяет выпускать широкий ассортимент продукции. За последние четыре года в развитие предприятия инвестировано более 725 млн руб. Численность возросла в два раза, составив более 500 человек. Производительность труда на одного работника выросла в 1,7 раза.

*«Наше предприятие имеет вековую историю, но за счет постоянного переснащения, опытного кадрового состава способно выпускать продукцию высочайшего уровня, – говорит генеральный директор **Юрий Люкин.** – Достаточно сказать, что установленные на шахте имени В.Д. Ялевского мировые рекорды по добыче угля достигнуты с применением ленточных конвейеров, изготовленных в ООО «СИБ-ДАМЕЛЬ».*

Наша справка.

АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) – одна из ведущих угледобывающих компаний мира, крупнейший в России производитель угля, крупнейший поставщик угля на внутренний рынок и на экспорт, один из ведущих производителей тепла и электроэнергии в Сибири. Добывающие, перерабатывающие, энергетические, транспортные и сервисные предприятия СУЭК расположены в 11 регионах России. На предприятиях СУЭК работают более 66 000 человек. Основной акционер – Андрей Мельниченко.

На предприятиях СУЭК проходит Трудовая вахта к юбилею космонавта Юрия Гагарина

По информации пресс-службы АО «СУЭК» от 13 марта 2019 г., на предприятиях Сибирской угольной энергетической компании стартовала Трудовая вахта памяти, приуроченная к 85-летию Юрия Гагарина. 9 марта исполнилось 85 лет Юрию Гагарину – человеку, совершившему первый полет в космос. Юрий Алексеевич открыл новую страницу в исследовании космоса и стал символом развития советской науки и авиации.



высокие производственные достижения, мировые рекорды. В марте 2019 г. Трудовая вахта, безусловно, будет отмечена высокопроизводительной работой, перевыполнением плановых обязательств».

В разрезоуправлении «Новошахтинское» ООО «Приморскуголь» также организованы производственные соревнования между бригадами, которые направлены на достижение максимальных объемов по добыче, отгрузке угля, выемке вскрышных пород. В Артемовском РМУ перед коллективами участков также поставлены задачи по достижению высокой производительности труда и выполнению дополнительных заданий.

Трудовая вахта стартовала и в ПЕ «Шахтопроходческое управление «Восточное», коллектив которого трудится вахтовым методом на угледобывающем предприятии СУЭК в Хабаровском крае.

В АО «Разрез Харанорский» в Забайкалье с 1 марта на вскрышных работах горняки уже достигли отметки 444,5 тыс. куб. м, что на 12% больше плана. На Апсатском разрезе в отвалы перемещено 202 тыс. куб. м породы, что больше планируемого объема на 14%. Добыто 22,1 тыс. т угля, что выше планируемого показателя на 25%.

В АО «Ургалуголь» в рамках проведения Трудовой вахты реализуется образовательный проект среди школьников Верхнебуреинского района, который называется «Космические углекопы» с использованием разработанной настольной игры, финальные соревнования запланированы провести в конце марта.

В течение всего периода Трудовой вахты на информационных экранах предприятий проходит трансляция видеоматериалов о достижениях советской и российской космонавтики. Лучших определяют по нескольким номинациям среди горных мастеров, машинистов экскаваторов, буровых установок и тепловозов, водителей карьерных самосвалов, погрузчиков и т.д.

Производственные соревнования, посвященные профессиональному празднику и важным датам в истории страны, проводятся в СУЭК регулярно. В 2015 г. трудовые достижения коллективы предприятий посвящали 70-летию Великой Победы, в 2016 г. поводом для организации Вахты памяти стало 55-летие полета Юрия Гагарина в космос, в 2017 г. – 70-летний юбилей празднования Дня шахтера, в 2018 г. на предприятиях прошла традиционная трудовая вахта к профессиональному празднику.

Как говорят участники вахты, многие из них в детстве мечтали стать космонавтами, особенно после легендарного полета Юрия Гагарина, поэтому трудятся они с особым, боевым настроем.

Победители нынешней Трудовой вахты, посвященной 85-летию Юрия Гагарина, станут известны в День космонавтики, 12 апреля



В течение всего марта горняки будут стремиться к максимальным производственным показателям и будут посвящать свои трудовые победы памяти человека, открывшего новую страницу в освоении космоса и развитии отечественной науки и авиации.

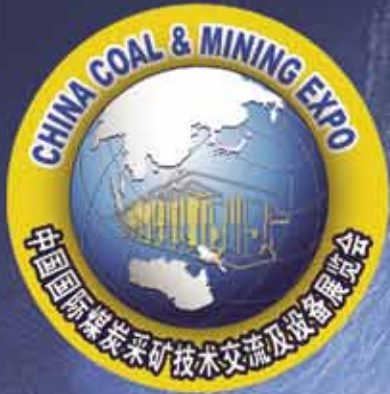
На предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» принят ряд мероприятий, направленных на достижение максимальных производственных показателей по добыче угля, проведению горных выработок, вскрышным работам, переработке угля, снижению показателей качества добываемых и отгружаемых углей (зольность, влажность). Ежедневно подводятся промежуточные итоги производственных соревнований среди коллективов бригад и экипажей.

На добычных предприятиях СУЭК в Красноярском крае в борьбу включились экипажи всех горных машин: экскаваторов, занятых на добыче угля, железнодорожной и бестранспортной вскрыше, приемке породы в отвалы. На Бородинском разрезе не остались в стороне и многотонные карьерные автосамосвалы, обеспечивающие автомобильную вскрышу.

На предприятиях СУЭК в Хакасии сверх плана планируется отгрузить сотни тысяч тонн горной массы, тысячи тонн угля, увеличить производительность труда. «Уже не первый год вехи истории нашей страны, ее главные победы наши коллективы стремятся отмечать трудовыми успехами, – комментирует генеральный директор ООО «СУЭК-Хакасия» **Алексей Килин.** – Чувство сопричастности подвигам соотечественников не раз вдохновляло наших горняков на

Пресс-служба АО «СУЭК», 13 марта 2019 г.

Источник фото: <https://russian7.ru/>



China Coal & Mining Expo 2019

第十八届中国国际煤炭采矿技术交流及设备展览会 China's 18th International Technology Exchange and Equipment Exhibition on Coal & Mining

Date : 30 Oct – 2 Nov 2019

Venue : New China International Exhibition Center (NCIEC),
Beijing, P.R. China

Host :
China National Coal Association

Co-host :
China National Coal Group Corp.

Organizers :
Together Expo Limited
China Coal Consultant International



www.chinaminingcoal.com

Worldwide Enquiries
TOGETHER EXPO LIMITED

Hong Kong Head Office:

Tel: +852 2881 5889

Email: info@together-expo.com

Room C, 7/F, Eastern Commercial Centre,
83 Nam On Street, Shau Kei Wan,
Hong Kong



Beijing Office:

Tel: +86 10 8451 0286/0267

Email: info@together-expo.com.cn

Room 12A11, Building A, Kunsha Center
No. 16, Xinyuanli, Chao Yang District,
Beijing 100027, P.R. China

Состояние и перспективы освоения Южно-Аргунского угленосного района*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-76-81>



СИДОРОВА Галина Петровна

Доктор техн. наук, профессор кафедры «Гидрогеологии и инженерной геологии» ФГБОУ ВО «ЗабГУ», 672039, г. Чита, Россия, тел.: +7 (3022) 26-18-26, e-mail: druja@inbox.ru



АВДЕЕВ Павел Борисович

Доктор техн. наук, профессор, декан горного факультета ФГБОУ ВО «ЗабГУ», 672039, г. Чита, Россия, тел.: +7 (3022) 26-02-40, e-mail: chita-apb@yandex.ru



ЯКИМОВ Алексей Алексеевич

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Открытые горные работы» ФГБОУ ВО «ЗабГУ», 672039, г. Чита, Россия, тел.: +7 (3022) 26-89-58, e-mail: yaa76@yandex.ru



ОВЕШНИКОВ Юрий Михайлович

Доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Открытые горные работы» ФГБОУ ВО «ЗабГУ», 672039, г. Чита, Россия, тел.: +7 (3022) 26-89-58, e-mail: ogr_chitgu@mail.ru

Рассмотрены вопросы перспективности освоения Южно-Аргунского угленосного района Забайкалья. Отмечено, что, несмотря на относительно развитую инфраструктуру и выгодное расположение, месторождения района в настоящее время практически не разрабатываются. Приведены геологические и горнотехнические характеристики Кутинского, Пограничного и Приозерного месторождений бурых углей. Подробно рассмотрены качественные показатели ископаемых углей данных месторождений. Даны сведения о возможных направлениях использования углей. Сделан вывод о возможности создания на базе месторождений Южно-Аргунского угленосного района эффективного угледобывающего и перерабатывающего кластера, позволяющего создать большое количество новых рабочих мест и значительно улучшить экономическую обстановку региона в целом.

Ключевые слова: *ископаемый уголь, месторождения, качество углей, горнотехнические условия отработки, перспективность освоения.*

ВВЕДЕНИЕ

Забайкальский регион располагает крупной сырьевой базой и значительным ресурсным потенциалом углей различных технологических марок и разновидностей – от бурых и каменных до коксующихся. На территории Забайкалья известно 48 месторождений и 18 проявлений угля [1, 2, 3].

Сырьевой потенциал Забайкальского края представляет надежную основу для дальнейшего развития угольной отрасли региона, его общие ресурсы составляют около 7 млрд т угля [4].

Уголь является основным источником производства энергии в регионе, альтернативы ему в крае на обозримую перспективу нет. В 2017 г. добыча энергетического угля в регионе составила около 12 млн т.

Основанием для оценки состояния и перспективности освоения Южно-Аргунского угленосного района, который находится в пограничном с Китаем районе Забайкалья, послужила Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 г, в которой говорится: «...для сохранения конкурентоспособности российской угольной продукции на внешних рынках представляется целесообразным осваивать в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке новые месторождения углей, пользующихся спросом на внешних рынках. Расположение таких месторождений вблизи границ позволит существенно снизить транспортные затраты по сравнению с предприятиями, расположенными в центре территории страны» [5].

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-05-00397.

ЮЖНО-АРГУНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Южно-Аргунский угленосный район – один из крупнейших в Забайкальском крае. По разным оценкам [3, 6], его угольные ресурсы определены в 2 млрд т. В перспективе на этой базе может быть создан мощный угледобывающий кластер, обеспечивающий топливно-энергетическим сырьем промышленность Юго-Восточного Забайкалья и прилегающих районов Китая, в настоящее время, несмотря на развитую инфраструктуру района, эти месторождения практически не разрабатываются.

Угленосный район приурочен к Южно-Аргунской впадине протяженностью около 120 км и шириной 16-20 км. Впадина расположена по левобережью р. Аргунь в пределах Приаргунского и Краснокаменского административных районов Забайкальского края и на правобережье р. Аргунь в пределах КНР. Река Аргунь рассекает Южно-Аргунскую впадину на две части.

На территории угленосного района разведаны три месторождения бурого угля: Кутинское, Пограничное и Приозерное с промышленными запасами и несколько углепроявлений с незначительными запасами (табл. 1) [7, 8, 9].

Кутинское месторождение находится в Приаргунском районе. Располагается на левом берегу р. Аргунь, в 7 км юго-западнее села Кути, в 30 км от железнодорожной станции Приаргунск. Открыто в 1956 г., в 1957-1959 гг. проведена детальная разведка. В структурном отношении месторождение представляет собой замкнутую мульду – одну из нескольких в пределах Южно-Аргунской впадины. мульда вытянута в северо-восточном направлении. Ширина ее в центральной части составляет 2,5 км, длина – около 7 км (рис. 1).

Все угольные пласты входят в состав средней и преимущественно верхней подсвит. Выделяются два горизонта: горизонт мощных угольных пластов и горизонт маломощных угольных пластов. Вместе они насчитывают 51 пласт угля и углистого аргиллита, мощность которых колеблется от 0,3 до 21,9 м. Кроме того, отмечаются маломощные прослои и линзы углей от 0,1 до 0,4 м небольшой протяженности. В верхнем горизонте мощных пластов выделен 31 пласт, из них 6 пластов угля рабочей мощности. Нижний горизонт маломощных пластов состоит из 20 пластов мощностью от 0,4 до 1,6 м. На юго-восточном крыле некоторые верхние пласты этого горизонта имеют местами мощность 3-4 м, но по падению пласта она уменьшается.

Угли – гумусовые, принадлежат к группе гумолитов, сапропелиты установлены в весьма ограниченных количествах в полублестящих и матовых разностях, представленных гелитолитами и фюзенолитами. Петрографический состав углей сложный. Микроскопически выделены следующие петрографические типы: гелиты, липоидо-гелиты, фюзено-гелиты, гелито-фюзениты, липоидо-фюзениты. Минеральные примеси присутствуют в виде дисперсных включений и мелких угловатых обломков полевых шпатов и кварца в количестве 4-13%, но иногда они слагают в углях тонкие прослои и линзы.

Угли месторождения средне- и высокозольные, мало-сернистые, среднефосфористые. Качество углей различных пластов близкое: все основные показатели качества, за исключением зольности, изменяются в незначительных пределах как по площади месторождения, так и в разрезе (табл. 2). Зольность мощных и среднемощных пластов, по которым произведен подсчет балансовых

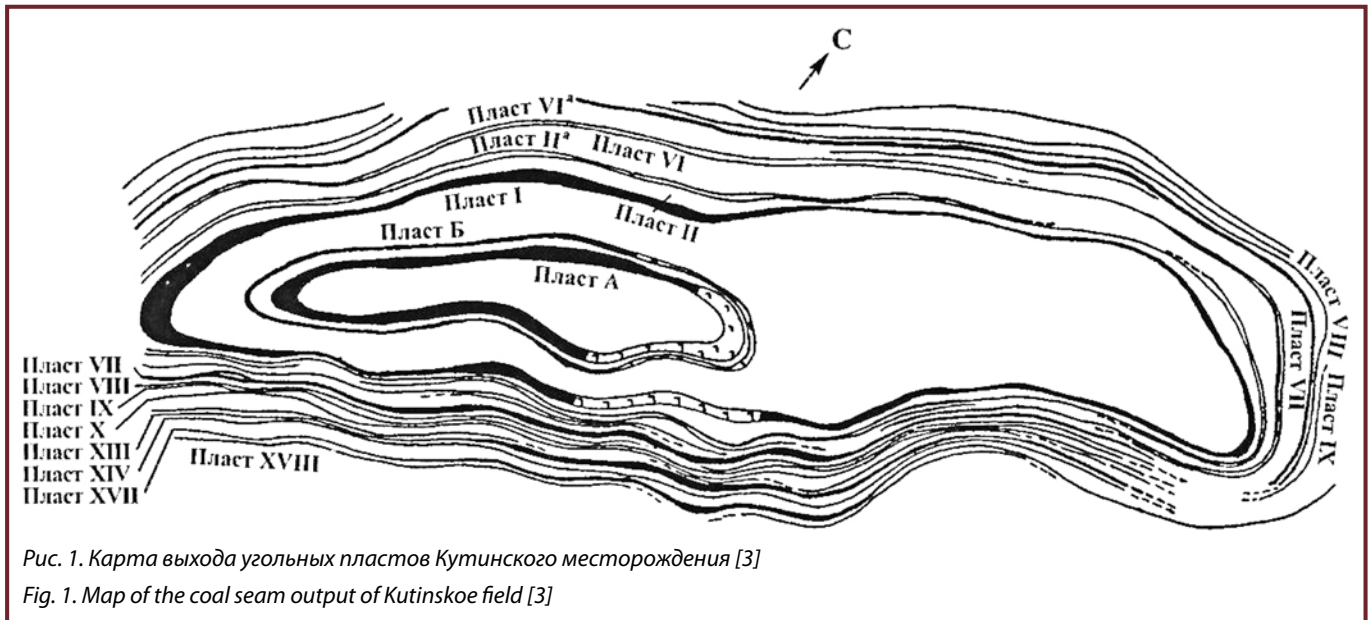


Таблица 1

Ресурсный потенциал Южно-Аргунского угленосного района на 01.01.2000 [6]

Место-рождение	Балансовые запасы, млн т	Забалансовые запасы, млн т	Ресурсный потенциал, млн т
Кутинское	85,3	76	161,3
Приозерное	188,8	199,5 (для подземной разработки)	388,3
Пограничное	187,5	191,7 (требуют доизучения)	379,2
Всего	461,6	467,2	928,8

запасов, ниже, чем маломощных с забалансовыми углями. Для кутинских углей характерны низкий выход гуминовых кислот, повышенный выход смолы полукоксования ($T_{sk}^{daf} > 10\%$) на локальных участках, тугоплавкая зола – $T_b = 1350-1500^\circ\text{C}$ [10]. По содержанию влаги рабочей, углерода, выходу летучих веществ угли месторождения могут быть отнесены к марке бурых, группе 2Б [11].

Спорадически в углях отмечается германий в концентрациях 0,1-0,003%, редко 0,005-0,01%. Содержания других элементов не превышают кларковых значений [12].

Сведения о самовозгораемости углей и газоносности отсутствуют.

На месторождении выделены два типа подземных вод: грунтовые – четвертичных отложений; пластово-трещинные – угленосных отложений. Установлено три горизонта пластово-трещинных вод, приуроченных к пластам А, Б1. Максимальные водопритокки в будущей разрез составят не более 914 м³/ч.

Приозерное месторождение находится в Приаргунском районе, в 120 км к северо-востоку от железнодорожной ст. Забайкальск и в 40 км от пос. Приаргунск. Предварительная разведка месторождения была выполнена в 1958-1960 гг.

В структурном отношении месторождение представляет собой обособленную мульду – одну из нескольких, выявленных в пределах Южно-Аргунской впадины. Она вытянута в северо-восточном направлении. Ширина мульды колеблется от 2-3,2 км в юго-западной части месторождения до 6 км в северо-восточной. Длина мульды – 11,3 км. Площадь ее равна 38 кв. км (рис. 2).

Все угольные пласты входят в состав двух угленосных горизонтов: горизонта мощных угольных пластов

Таблица 2

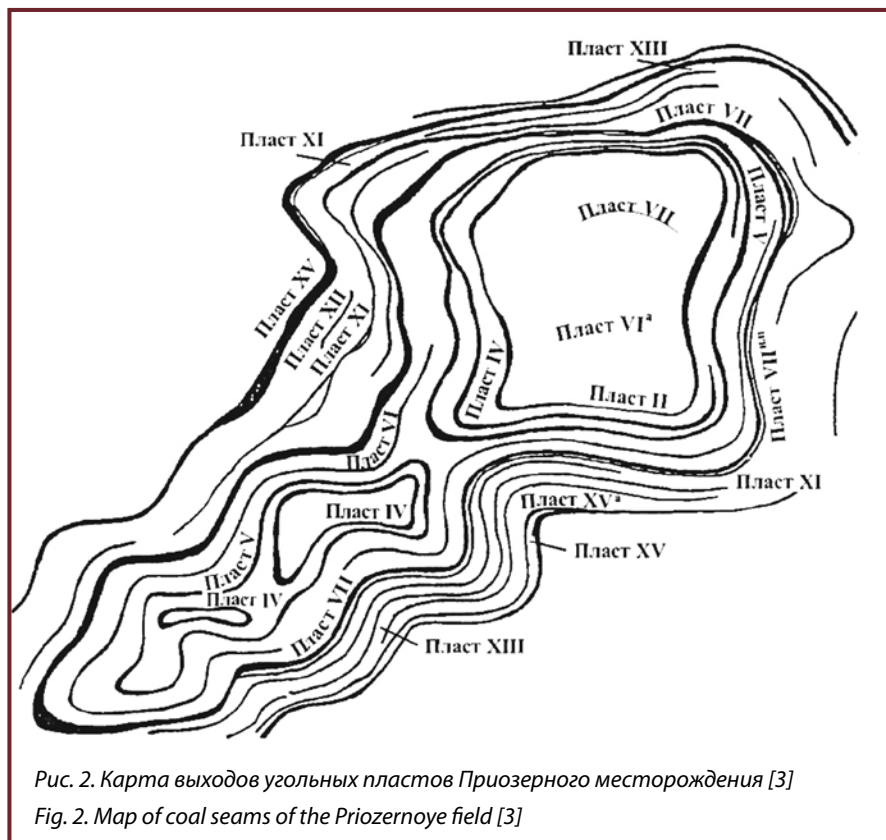


Рис. 2. Карта выходов угольных пластов Приозерного месторождения [3]

Fig. 2. Map of coal seams of the Priozernoye field [3]

Основные показатели качества углей (средние по пластам с балансовыми запасами), %

Показатели качества	Месторождения		
	Кутинское	Приозерное	Пограничное
W_t	<u>25,5 – 38,5</u> 29,8	<u>17,9 – 35,3</u> 25,9	<u>13,6 – 32,2</u> 26,4
A^d	<u>14,5 – 39,3</u> 30,4	<u>7,0 – 47,9</u> 23,0	<u>6,0 – 47,4</u> 23,2
V^{daf}	<u>37,9 – 49,5</u> 44,6	<u>43,5 – 49,9</u> 46,3	<u>42,9 – 53,8</u> 47,0
C^{daf}	<u>73,3 – 77,9</u> 75,4	<u>69,9 – 78,1</u> 74,72	<u>73,8 – 76,7</u> 75,3
H^{daf}	<u>4,7 – 6,1</u> 5,4	<u>5,2 – 6,3</u> 5,8	<u>5,9 – 6,6</u> 6,0
N^{daf}	–	–	<u>1,7 – 2,3</u> 2,0
S_t^d	<u>0,28 – 0,82</u> 0,4	<u>0,2 – 1,0</u> 0,43	<u>0,16 – 0,76</u> 0,39
T_{sk}^{daf}	<u>7,4 – 11,4</u> 9,0	<u>5,4 – 12,5</u> 8,7	<u>4,5 – 8,2</u> 6,3
Q_s^{daf}	<u>26,0 – 31,4</u> 29,6	<u>26,9 – 31,3</u> 29,5	<u>29,3 – 31,0</u> 30,2
Q_i^r	<u>10,4 – 17,5</u> 12,5	<u>10,8 – 17,1</u> 15,7	<u>14,9 – 16,4</u> 15,9
$(HA)_i$	<u>2,5 – 11,7</u> 5,2	<u>2,3 – 19,3</u> 10,8	<u>1,2 – 6,9</u> 2,9

Примечание. Q_s^{daf} и Q_i^r – в МДж/кг

(верхнего) и горизонта мало-мощных угольных пластов (нижнего). Оба горизонта включают в себя 28 пластов угля мощностью от 0,3 до 15,5 м. Кроме того, отмечаются на различных глубинах несколько угольных прослоев и пропластков углистых пород, имеющих мощность 0,4-1 м, которые быстро выклиниваются по простиранию и трудно увязываются между собой. Верхний горизонт ограничивается пластом XV. Из 24 пластов горизонта выделено пять пластов угля рабочей мощности, принятых к подсчету запасов. Четыре пласта нижнего горизонта в подсчете запасов не участвуют из-за малой мощности (до 0,7 м) и небольшой площади распространения.

Угли – гумусовые, принадлежат к группе гумолитов – классам гелитолитов и фюзенолитов при преобладании гелитолитов. Петрографический состав их отличается значительным разнообразием. Выделены следующие петрографические типы: ультрагелиты, фюзено-гелиты, липоидо-гелиты, гелиты, липоидо-фюзениты, гелито-фюзениты. Во всех микротипах в различных количествах присутствуют крупные линзы структурного витринита. Фюзинит встречается значительно реже. Минеральные примеси присутствуют в виде дисперсных включений и мелких, слабоокатанных зерен силикатов. В матовых углях минеральный материал иногда образует значительные скопления, и они переходят в углистый аргиллит.

Угли – твердые, обычно хрупкие, при повышенных содержаниях фюзенизированных тканей – весьма хрупкие и на воздухе очень быстро рассыпаются в мелочь; по зольности – от мало- до высокозольных, малосернистые и малофосфористые (0,007-0,084%) и, как угли большинства месторождений Восточного Забайкалья, имеют низкий выход гуминовых кислот. Качество углей отдельных пластов изучено недостаточно. Наиболее полно изучены угли основных рабочих пластов – VII и XV (табл. 2) [13].

По теплотворной способности, содержанию углерода, выходу летучих веществ, влаге рабочей угли Приозерного месторождения могут быть отнесены к бурым углям групп 2Б-3Б [7].

На месторождении развиты подземные воды двух комплексов: четвертичных и угленосных нижнемеловых отложений. Горизонт пластово-поровых вод четвертичных отложений имеет среднюю мощность 16,2 м, статический уровень – от 0 до 16 м, дебит скважин – 3,67-7,4 л/с., коэффициент фильтрации – 12,3 м/сут., радиус влияния – 40-75 м. Пластово-трещиноватые воды угленосных отложений приурочены к угольным пластам, мощность горизонта – 1-10,8 м, статический уровень – от 0,47 до 15,42 м, дебит скважин – 0,8-1,68 л/с, радиус влияния – до 500 м, коэффициент фильтрации – 1,5-2,4 м/сут., ожидаемый водоприток в разрез – 900 м³/ч [8, 9].

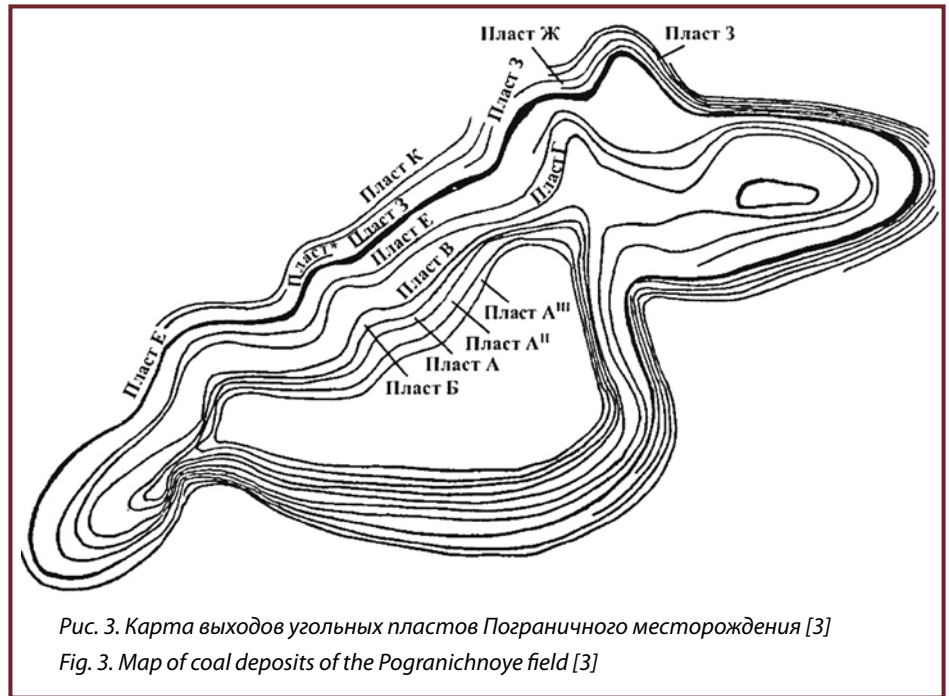


Рис. 3. Карта выходов угольных пластов Пограничного месторождения [3]
Fig. 3. Map of coal deposits of the Pogranichnoye field [3]

Горнотехнические условия отработки месторождения являются благоприятными: простая структура месторождения, спокойное и пологое залегание угольных пластов, устойчивость их мощности и качества в контуре карьера, отсутствие разрывных нарушений и несложные гидрогеологические условия. Открытым способом можно отработать половину балансовых запасов в юго-западной, северо-западной частях месторождения.

Пограничное месторождение расположено в Приаргунском районе, в 45 км от железнодорожной ст. Приаргунск. Геологоразведочные работы проведены в 1958-1959 гг. До 01.04.1963 месторождение отрабатывалось областным управлением бытового обслуживания (была пройдена небольшая наклонная шахта по пласту Б).

Все угольные пласты на месторождении входят в состав верхнего горизонта мощных угольных пластов. Он включает в себя 13 пластов бурого угля, мощность которых колеблется от 0,1 до 11 м. Кроме того, в разных частях месторождения на различных глубинах подсечено несколько угольных прослоев и пропластков углистых пород, имеющих мощность 0,1-1,2 м, быстро выклинивающихся по простиранию и не поддающихся увязке между собой. Из 13 пластов выделен один пласт (Е) рабочей мощности, принятый к подсчету балансовых и отчасти забалансовых запасов (рис.3).

Угли – гумусовые, принадлежат к группе гумолитов, преимущественно к классу гелитолитов, которые резко преобладают над фюзенолитами. Различные количественные и структурные сочетания блестящих, полублестящих и матовых разновидностей, а также минеральных веществ дали целый ряд микропетрографических типов. В полуматовых углях выделены ультрагелиты, фюзено-гелиты, иметиты, в матовых – гелито-фюзениты, гелито-липоидо-фюзениты.

Угли месторождения довольно твердые и обычно хрупкие, при повышении в них содержания мацералов группы инертинита – весьма хрупкие и на воздухе быстро

рассыпающиеся в мелочь. Зольность – от мало- до высокозольных, а при усреднении по пластам и месторождению – среднезольные; малосернистые, в основном мало- и среднефосфористые (0,005-0,1%). Для них характерны низкие выходы гуминовых кислот и смолы полукочкования, а также повышенная зольность углей маломощных пластов (см. табл. 2).

Основным компонентом золы пограничных углей является диоксид кремния. Плавкость ее не изучалась. Средний химический состав золы следующий (в %): $\text{SiO}_2 = 70,4$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 6,2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,3$; $\text{CaO} = 4,4$; $\text{MgO} = 1,0$; $\text{SO}_3 = 2,5$. В золе отмечается германий – до 50 г/т, галлий – до 200 и бериллий – до 150 г/т.

По величине рабочей влаги, теплотворной способности, выходу летучих веществ, содержанию углерода угли Пограничного месторождения могут быть отнесены к бурым групп 2Б-3Б [11].

Горнотехнические условия месторождения благоприятны для организации карьерной отработки пласта Е. Попутной отработке подлежат пласты В и Г, которые в пределах некоторых участков имеют промышленную мощность [14]. Средний коэффициент вскрыши пласта Е (с учетом попутно обрабатываемых пластов В и Г) составляет 4,83 м³/т. Отложения нижнемелового комплекса (алевролиты, аргиллиты, песчаники) по разрыхляемости и буримости относятся к породам IV и V категорий. Выемка их возможна с применением взрывных работ. Специальных гидрогеологических работ на месторождении не проводилось, но по аналогии с Кутинским и Приозерным месторождениями гидрогеологические условия предполагаются сравнительно простыми.

Геозологические условия эксплуатации Южно-Аргунских месторождений изучены в недостаточной степени. К числу факторов, благоприятно влияющих на разработку и сжигание угля, относятся низкая сернистость углей и низкое содержание свободной двуокиси кремния во вмещающих породах. Требуются дополнительные исследования распространения в углях и вмещающих породах токсичных, потенциально токсичных и радиоактивных элементов, а также взрывоопасности угольной пыли [3, 15, 16].

ВЫВОДЫ

Перспективность разработки месторождений Южно-Аргунского угленосного района является весьма благоприятной и оценивается по следующим факторам:

- значительные ресурсы угленосного района;
- благоприятные горно-геологические условия, а именно: большая и выдержанная мощность основных угольных пластов, небольшая глубина их залегания, отсутствие тектонических нарушений и небольшие углы падения пластов позволяют обрабатывать месторождения открытым способом;
- незначительная обводненность;
- качественные показатели углей, позволяющие использовать их как хороший энергоноситель для пылевидного и слоевого сжигания в стационарных котельных установках, а также для коммунальных и бытовых нужд;
- возможность использования углей как комплексного сырья после более детального исследования их на содержание малых элементов.

Перечисленные факторы, наряду с компактной локализацией месторождений, развитой инфраструктурой района и близостью перспективного рынка сбыта (КНР), позволяют сделать вывод о возможности создания на базе месторождений Южно-Аргунского угленосного района эффективного угледобывающего и перерабатывающего кластера, позволяющего создать большое количество новых рабочих мест и значительно улучшить экономическую обстановку региона в целом.

Список литературы

1. Геология СССР. Читинская область. Т. 36. Ч.1. м.: Недра, 1961.
2. Геологическое строение Читинской области. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1: 500 000. Чита, 1997. 238 с.
3. Угольная база России. Т. IV: Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Тунгусский и Таймырский бассейны, месторождения Забайкалья). м.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. 493 с.
4. Воскобойник м.П. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России // Горная промышленность. 2011. № 2. С. 6–14.
5. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. Решение правительства Российской Федерации от 24 января 2012 г. № 14-р. URL: https://www.rosugol.ru/upload/pdf/dpur_2030.pdf (дата обращения: 15.03.2019).
6. Федоров В.П., Наркелю Л.Ф., Куклина Г.Л. Программа развития и использования минерально-сырьевых ресурсов горно-металлургического комплекса Читинской области до 2005 г. и на перспективу. Книга 3. Топливо-энергетические ресурсы Читинской области и концепции их использования и развития. Чита: Забайкальское научно-техническое геологическое общество, 2001. 260 с.
7. ГОСТ 25543-2013 межгосударственный стандарт. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация углей по генетическим и технологическим параметрам. м.: Стандартинформ, 2016.
8. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. м.: Недра, 1964. Т. 8. 790 с.
9. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. м.: Недра, 1973. Т. 9. 691 с.
10. Овсейчук В.А., Сидорова Г.П. Качество углей Кутинского бурогоугольного месторождения / Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. XIV международная научно-практическая конференция. Чита, 2014. С. 288-294.
11. Еремин И.В., Броневец Т.М. марочный состав углей и их рациональное использование. м.: Недра, 1994. 254 с.
12. Внуков А.В., Адмакин Л.А. Литолого-фациальные и геохимические условия накопления германия в углях Забайкалья. Чита: ЗабНИИ, 1967. 363 с.
13. Куклина Г.А. Доизучение качества углей Читинской области в показателях сертификации, современных систем классификации и кодификации и для оценки их сырья для нетрадиционного энергетического и нетопливного использования. Чита: ГУП ЛИЦИМС, 1999. 347 с.
14. Волков В.Н. Генетические основы морфологии угольных пластов. м.: Недра, 1973. 136 с.

15. Федоров А.В. Комплексное использование углей месторождений Забайкалья для получения микроэлементов. м.: ИМГРЭ, 1989. 120 с.

16. Авдеев П.Б., Сидорова Г.П. методы обработки углей с повышенным содержанием естественных радионуклидов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2016. № 1. С. 11-15.

MINERALS RESOURCES

UDC 662.33:553.93/97 © G.P. Sidorova, P.B. Avdeev, A.A. Yakimov, Yu.M. Oveshnikov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 76-81

Title

EVALUATION AND PROSPECTS OF THE SOUTHERN ARGUN'S COAL-BEARING AREA EXPLOITATION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-76-81>

Authors

Sidorova G.P.¹, Avdeev P.B.¹, Yakimov A.A.¹, Oveshnikov Yu.M.¹

¹ Transbaikalian State University, Chita, 672039, Russian Federation

Authors' Information

Sidorova G.P., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Hydrogeology and engineering geology department, tel.: +7 (3022) 26-18-26, e-mail: druja@inbox.ru

Avdeev P.B., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean of the Mining Faculty, tel.: +7 (3022) 26-02-40, e-mail: chita-apb@yandex.ru

Yakimov A.A., PhD (Engineering), Associate Professor of Surface mining department, tel.: +7 (3022) 26-89-58, e-mail: yaa76@yandex.ru

Oveshnikov Yu.M., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Surface mining department, tel.: +7 (3022) 26-89-58, e-mail: ogr_chitgu@mail.ru

Abstract

The prospects of development of the Southern Argun's coal-bearing region of Transbaikalia are considered. It is noted that despite the developed infrastructure and favorable location, the deposits are currently practically not developed. Given the geological and mining characteristics of Kutinsky, Pogranichny and Priozerny deposits of brown coal. The qualitative indicators of fossil coal deposits are considered. Data on possible directions of use of coals are given. The conclusion about the possibility of creating based on the Southern Argun's coal-bearing area efficient coal-mining cluster.

Figures:

Fig. 1. Map of the coal seam output of Kutinskoe field [3]

Fig. 2. Map of coal seams of the Priozernoye field [3]

Fig. 3. Map of coal deposits of the Pogranichnoye field [3]

Keywords

Fossil coal, Deposits, Coal quality, Mining conditions, Prospects of development.

References

1. *Geologiya SSSR. Chitinskaya oblast'* [Geology of the USSR. Chita region]. Vol. 36, Part 1, Moscow, Nedra Publ., 1961.
2. *Geologicheskoe stroenie Chitinskoy oblasti. Ob'yasnitelnaya zapiska k geologicheskoy karte masshtaba 1: 500 000* [Geological structure of the Chita region. An explanatory note to the geological map of scale 1: 500,000]. Chita, 1997, 238 p.
3. *Ugolnaya baza Rossii. T. IV: Ugolnye bassejny i mestorozhdeniya Vostochnoy Sibiri* [Coal base of Russia, Vol. IV: Coal basins and deposits of Eastern Siberia]. Ed. V.F. Cherepovsky. Moscow, "Geoinformmark" JSC, 2001. 493 p.
4. Voskoboynik M.P. Dolgosrochnaya programma razvitiya ugolnoy promyshlennosti Rossii [The Program of the coal industry's development in Russia]. *Gornaya promyshlennost' – Mining industry*, 2011, No. 2, pp. 6-14.
5. *Dolgosrochnaya programma razvitiya ugolnoy promyshlennosti Rossii na period do 2030 goda* [The Program of the coal industry's development in Russia until 2030 [Electronic resource]. Decision of the Government of the Russian Federation of January 24, 2012, No. 14-r. Available at: https://www.rosugol.ru/upload/pdf/dpup_2030.pdf (accessed 15.03.2019).
6. Fedorov V.P., Narkelyun L.F., Kuklina G.L. *Programma razvitiya i ispolzovaniya mineralno-syrevykh resursov gorno-metallurgicheskogo kompleksa*

Chitinskoy oblasti do 2005 goda i na perspektivu. Kniga 3. Toplivno-energeticheskie resursy Chitinskoy oblasti i koncepcii ih ispolzovaniya i razvitiya [The program of development and use of mineral raw material resources of mining and metallurgical complex of the Chita region until 2005 and on prospect. Book 3. Fuel and energy resources of the Chita region and concept of their use and development]. Chita, Transbaikalian scientific and technical Geological Society, 2001, 260 p.

7. GOST 25543-2013 *Mezhhgosudarstvennyy standart. Ugli burye, kamennye i antracity. Klassifikatsiya ugley po geneticheskim i tekhnologicheskim parametram* [Interstate standard. Coals brown, stone and anthracites. Classification of coals on genetic and to process parameters]. Moscow, Standartinform Publ., 2016.

8. *Geologiya mestorozhdeniy uglya i goryuchih slancev SSSR* [Geology of coal deposits and oil shale of the USSR]. Moscow, Nedra Publ., 1964, Vol. 8, 790 p.

9. *Geologiya mestorozhdeniy uglya i goryuchih slancev SSSR* [Geology of coal deposits and oil shale of the USSR]. Moscow, Nedra Publ., 1973, Vol. 9, 691 p.

10. Oseichuk V.A. & Sidorova G.P. *Kachestvo ugley Kutinskogo burougolnogo mestorozhdeniya* [Quality of lignite deposit Kutinskoe]. Kulagin readings: techniques and technologies of production processes. XIV international scientific and practical conference. Chita, 2014, pp. 288-294.

11. Eremin I.V. & Bronevets T.M. *Marochniy sostav ugley i ih racionalnoe ispolzovanie* [Branded composition of coals and their rational use]. Moscow, Nedra Publ., 1994, 254 p.

12. Vnukov A.V. & Admakina L.A. *Litologo-facialnye i geohimicheskie usloviya nakopleniya germaniya v uglyah Zabaykalya* [Litologo-facial and geochemical conditions of accumulation germanium in coals of Transbaikalia region]. Chita, ZabNII Publ., 1967, pp. 363

13. Kuklina G.L. *Doizuchenie kachestva ugley Chitinskoy oblasti v pokazatelyah sertifikatsii, sovremennykh sistem klassifikatsii i kodifikatsii i dlya ocenki ih syr'ya dlya netraditsionnogo energeticheskogo i netoplivnogo ispolzovaniya* [Additional appraisal of quality of coals of the Chita region in indicators of certification and the modern systems of classification and codification and for assessment of their raw materials for nonconventional power and not fuel use]. Chita, GUP LICIMS Publ., 1999, 347 p.

14. Volkov V.N. *Geneticheskie osnovy morfologii ugolnykh plastov* [Genetic fundamentals of morphology of coal seams]. Moscow, Nedra Publ., 1973, 136 p.

15. Fedorov A.V. *Kompleksnoe ispolzovanie ugley mestorozhdeniy Zabajkalya dlya polucheniya mikroelementov* [Complex use of coal deposits of Transbaikalia for the production of trace elements]. Moscow, IMGRA Publ., 1989, 120 p.

16. Avdeev P.B., Sidorova G.P. *Metody obrabotki ugley s povyshennym содержанием estestvennykh radionuklidov* [Methods of coal mining with high content of natural radionuclides]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gorniy zhurnal – News of the Higher Institutions. Mining Journal*, 2016, No. 1, pp. 11-15.

Acknowledgements

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 18-05-00397.

Интегральное обоснование постоянных кондиций угольных запасов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-82-85>



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

Рассмотрена процедура совершенствования методики геологического и горнотехнического обоснования постоянных кондиций на базе расширенного состава показателей условий залегания угольных пластов, основных качественных характеристик угля, направлений его переработки и потребления. Основные принятые к учету горно-геологические и горнотехнические показатели для обоснования кондиций принимают численные значения по каждому из вариантов кондиций, таким образом, задача их обоснования принимает квалиметрический характер.

Ключевые слова: угольная шахта, кондиции, потери, горно-геологические характеристики, горнотехнические параметры, интегральная оценка, квалиметрия, надежность.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий период недропользования проблема адекватного подсчета и учета запасов угля имеет ключевое значение при планировании объемов добычи и потреблению угля. В свою очередь, подсчет запасов предусматривает изначальное обоснование разведочных, временных или постоянных кондиций запасов, а также потерь угля. Сложилась устойчивая тенденция, что среди множества показателей, характеризующих горно-геологические и горнотехнические условия залегания и состояния запасов, нормируют кондиции лишь по минимальной мощности пластов и по максимальной зольности угля. Причем остальные показатели качества угля и залегания пластов играют, как правило, информационную роль (нарушенность запасов, угол падения, выдержанность гипсометрии пластов, газоносность, обводненность и др.). Таким образом, создается разрозненная картина влияния на кондиции множества этих показателей, часть которых к тому же имеет качественный (не количественный) характер.

Очевидно, что в этой ситуации обеспечить надежное обоснование кондиций весьма сложно, что предопределяет актуальность совершенствования методики геологического и горнотехнического обоснования кондиций на базе расши-

ренного состава показателей условий залегания пластов, качества угля и направлений потребления. При этом подразумевается, что геологические и горнотехнические показатели для обоснования принимают только численные значения по каждому из вариантов кондиций, что предопределяет квалиметрический характер задачи обоснования кондиций [1].

В данных исследованиях задача обоснования кондиций угольных запасов впервые сведена к процедуре многокритериальной количественной оценке конкурирующих вариантов технологии отработки подсчетных запасов, при этом исследованы, выявлены и сформулированы два комплекса показателей, характеризующих геологическое строение шахтного поля (месторождения) и горнотехнические решения отработки запасов при двух-трех вариантах основополагающих кондиций (минимальная мощность пластов и максимальная зольность запасов), при этом дана объективная оценка влияния количественных геологических и горнотехнических показателей на технико-экономические результаты работы шахт, что представляется особо важным в научном отношении.

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПОСТОЯННЫХ КОНДИЦИЙ УГОЛЬНЫХ ЗАПАСОВ (расширение квалиметрических параметров и факторов, определяющих кондиции угля)

Одной из основополагающих нормативных форм, используемых при учете запасов угля осваиваемых месторождений, является так называемая кондиционность, подразумевающая процесс обоснования кондиций. Дальнейшее подразумевает комплекс увязанных работ, которые направлены на выявление стратегии освоения запасов и перспектив разработки месторождения, выявление технологической и экономической эффективности извлечения промышленных запасов с учетом уровня потерь [2].

В их число входят:

- технико-экономические соображения (ТЭС), выявляющие перспективы разработки месторождения,
- технико-экономическое обоснование (ТЭО), направленное на выявление «временных» разведочных кондиций,
- технико-экономическое обоснование (ТЭО), направленное на выявление «постоянных» разведочных кондиций,
- конечное ТЭО, направленное на выявление «эксплуатационных» кондиций.

При реализации вышеперечисленных исследований к учету привлекается довольно значительное количество показателей-параметров, обосновывающих рабочие параметры кондиций угольных запасов. Однако приходится констатировать, что значительная часть их привлекается в роли информационной качественной базы. Численные же параметры определения кондиций сведены всего лишь к мощности угольных пластов и отдельных породных

прослоев и зольности угля. При этом предельные (граничные) количественные значения мощности угольных пластов (минимальные) и зольности угля (максимальные) являются основой для принятия окончательных проектных решений по отработке запасов.

Исходя из этого, подавляющая часть методологических работ, ориентированных на научное обоснование целесообразности, экономической выгоды и промышленной безопасности отработки угольных пластов и промышленных запасов, в окончательном виде сводится к процедуре геологического, горнотехнического и экономического обоснования (иногда учитывается и экологическое) параметров различного вида кондиций по мощности угольных пластов и зольности угля [3, 4, 5, 6].

Такое представление сформировалось вследствие использования однобокой оценки влияния всего лишь мощности угольных пластов на обоснование использования той или иной технологии угледобычи и такой же направленности оценки влияния зольности на преобладающую технологию сжигания рабочего топлива. При этом общеизвестно, что представленные параметры кондиций не обладают такой содержательной ролью и влиянием на выбор и обоснование технологии угледобычи и в конечном итоге, на результирующие технико-экономические показатели работы шахты, чтобы с должной уверенностью сформировать стратегическое решение – отрабатывать конкретные пласты или нет.

Добиться этой функции от этих двух учитываемых важных, но в целом не всеобъемлющих оценочных параметров априори невозможно. Единственно верный путь для решения этой задачи – это расширение состава учитываемых параметров кондиций. Так, в номенклатуру показателей, характеризующих качественную составляющую угля, а в конечном итоге его потребительские конечные свойства, це-

лесообразно и необходимо включить содержание серы и фосфора, теплотворную способность и др. Для всесторонней оценки условий отработки запасов, технологии угледобычи в состав учитываемых параметров кондиций можно включить глубину отработки запасов, природную газоносность, водообильность, нарушенность, угол падения пластов и др.

Интегрированное влияние на кондиции всех привлекаемых показателей требует использования специальных методов многокритериальной квалиметрической оценки, основанной на вычислении интегральных обобщенных показателей – функционалов кондиций [7].

Методика, сформированная с учетом аппарата интегральной оценки кондиций требует учета неодинаковой сравнительной важности тех или иных параметров технологичности условий разработки и переработки продукции на угольной основе, что позволяет ранжировать объекты оценки по уровню определяющих кондиций при процедуре, позволяющей произвести объективный подсчет запасов и всех видов потерь [8].

Алгоритм реализации предложенных методических положений сводится к следующим основным аспектам:

1. Формируются исходные таблицы – матрицы совокупности оценочных показателей горнотехнического и геологического обоснования кондиций (табл. 1, 2).

2. Вычисляются относительные отклонения для каждого показателя по всем вариантам с использованием одной и той же формулы:

$$\delta_{ij} = \left| \frac{J_{ij}^{\text{Эт}} - J_{ij}^{\Phi}}{J_i^{\text{max}} - J_i^{\text{min}}} \right|, \quad (1)$$

где $J_{ij}^{\text{Эт}}$ – эталонное значение параметра; J_{ij}^{Φ} – фактическое значение параметра; J_i^{max} и J_i^{min} – максимальное и минимальное значения параметра.

Таблица 1

Матрицы совокупности оценочных показателей горнотехнического обоснования кондиций

Горнотехнические показатели (параметры)	Условное обозначение	Направление оптимизации	Коэффициент важности, φ_i	Значения		
				Для 1-го варианта кондиций	Для 2-го варианта кондиций	Для n-го варианта (аналога) кондиций
Объем балансовых запасов, млн т.	$Z_{\text{бал.}}$	max	11	28,585	23,387	25,986
Производственная мощность шахты, млн т в год	$A_{\text{ш.г.}}$	max	18,5	1,65	1,35	1,5
Нагрузка на очистной забой, т/сут.	$A_{\text{о.з.}}$	max	17,5	6600	5400	6000
Продуктивность схемы вскрытия и подготовки по запасам, т/м ³	$Q_{\text{уд.вскр.подг.з.}}$	max	10	21,6	17,5	19,6
Продуктивность схемы вскрытия и подготовки по добыче, т/м ³	$Q_{\text{уд.вскр.подг.доб.}}$	max	12	1,34	1,1	1,22
Объем вскрытых на сдачу в эксплуатацию запасов, млн т	$Z_{\text{вскр.}}$	max	10	19,056	15,592	17,324
Объем подготовленных на сдачу в эксплуатацию запасов, млн т	$Z_{\text{зап.подг.}}$	max	12	9,528	7,796	8,662
Общие потери угля, %	$P_{\text{общ.}}$	min	6	32,5	26,6	29,5
Объем промышленных запасов, млн т	$Z_{\text{пр.}}$	max	12	23,705	19,395	21,550
Коэффициент извлечения запасов	$K_{\text{извл.}}$	max	8	0,77	0,634	0,70
Среднедействующая линия очистных забоев, м	$L_{\text{о.з.}}$	min	13	330	270	300
Темпы проведения выработок, м/мес.	$V_{\text{пров.}}$	max	8,5	275	225	250
Надежность технологической схемы шахты	$K_{\text{над.}}$	max	15	0,95	0,78	0,87
Срок службы шахты, лет	$T_{\text{сл.}}$	max	14	17,5	14,5	16

Матрицы совокупности оценочных показателей горно-геологического обоснования кондиций

Геологические показатели (параметры)	Условное обозначение	Направление оптимизации	Коэффициент важности, φ_i	Значения		
				Для 1-го варианта кондиций	Для 1-го варианта кондиций	Для n-го варианта кондиций
Минимальная истинная мощность пластов угля в пластопересечении, м	$m_{ист}$	max	17,5	1,1	0,9	1
Минимальная истинная мощность внутрипластовых породных прослоев, м	$m_{н.пр.}$	min	7,5	0,22	0,18	0,2
Степень сложности строения угольных пластов	$n_{н.пр.}$	min	12	3	1	2
Максимальная зольность угля, %	A_d	min	7	44	36	40
Объем балансовых запасов, млн т	$Z_{бал.}$	max	18	28,585	23,387	25,986
Средневзвешенная мощность рабочих пластов, м	$m_{р.п.}$	max	18,5	2	1,6	1,8
Общие потери, %	$\Pi_{общ.}$	min	11	13	11	12
Средневзвешенная глубина залегания, м	H	min	12	247	203	225
Угол залегания, градус	a	min	17	19	15	17
Степень нарушенности угольных запасов, т/т	K_n	min	14	0,05	0,03	0,04
Водоносность угольных запасов, м ³ /т	W_b	min	8	1,7	1,3	1,5
Газоносность запасов угля, м ³ /т	$q_{из}$	min	15,5	9	7,4	8,2
Максимальное содержание серы, %	S_d	min	8	0,55	0,45	0,5
Минимальная теплота сгорания, МДж/кг	Q_m	max	7	39,1	31,9	35,5
Угленасыщенность месторождения, м.уг/100 м породы	$m_{угл.}$	max	6	0,66	0,54	0,6
Объем породных отходов на 1 т запасов угля, м ³	$V_{отх}$	min	4,5	0,55	0,45	0,5
Глубина подсчета запасов, м	$h_{подсч.}$	min	5	319	261	290

3. Далее вычисляются интегральные показатели $K_{инт.}$:
 – для горно-геологических показателей:

$$K_{инт. г.г.} = \frac{1}{\varphi_{ср}} \sqrt{\sum_{i=1}^{17} (\delta_i \varphi_i)^2} \rightarrow \min; \quad (2)$$

– для горнотехнических показателей:

$$K_{инт. г.т.} = \frac{1}{\varphi_{ср}} \sqrt{\sum_{i=1}^{14} (\delta_i \varphi_i)^2} \rightarrow \min. \quad (3)$$

По полученным значениям интегральных показателей строим гистограммы (рис. 1, 2). Очевидно, что проекты с минимальными интегральными показателями 0,3 и 0,12 являются наиболее продуктивными и перспективными.

Для более наглядного графического изображения результатов строим сводный график полученных показателей (рис. 3).

Сводный график (см. рис. 3) позволяет судить о кондиционной надежности запасов и технологии разработки. В частности, при благоприятных с точки зрения кондиций, запасах на шахте № 2 появляется возможность обеспечить

технологическую надежность, то есть предложить более продуктивные, прогрессивные горнотехнические решения. Точка пересечения на данном графике – оптимальное значение горнотехнических параметров для данных геологических условий.

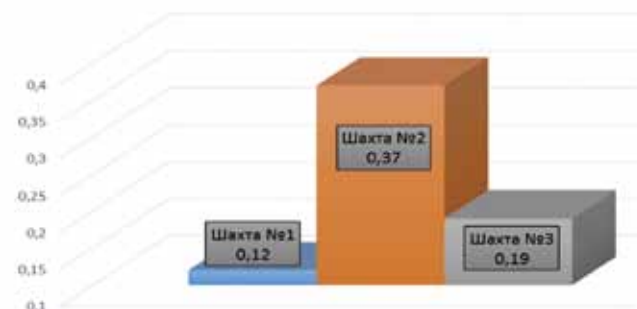


Рис. 2. Гистограмма для горнотехнических параметров
 Fig. 2. Histogram for mining parameters

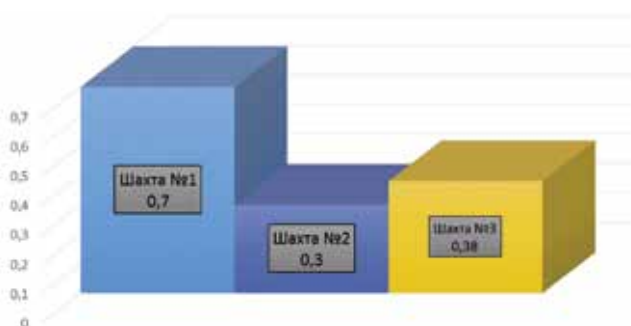


Рис. 1. Гистограмма для горно-геологических условий
 Fig. 1. Histogram for geological conditions

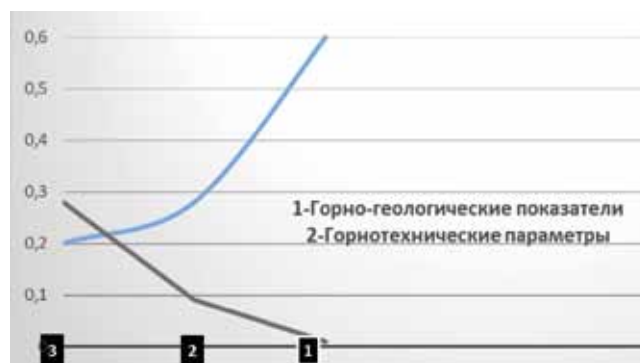


Рис. 3. Сводный график
 Fig. 3. Summary Schedule

Выводы

1. Показано, что существующая методика обоснования кондиций не обладает достаточной надежностью из-за малого количества вовлекаемых показателей геологического состояния месторождения (шахтного поля), а также горнотехнических параметров отработки запасов, характера технологии отработки и ее экономических результатов.

2. Расширен состав геологических и горнотехнических показателей, влияющих на обоснованность параметров кондиций.

3. Обоснованы численные значения, коэффициенты важности показателей геологического и горнотехнического состояния месторождения, шахтного поля или участка.

4. Разработана методика многокритериальной оценки вариантов кондиций на базе квалиметрических методов теории принятия решений.

Список литературы

1. Москаленко Т.В., Ворсина Е.В., Катина Е.А. Функциональный критерий для оценки эффективности управления качеством угля при подземной добыче // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-1. С. 162-165.

2. Природоресурсное законодательство в условиях модернизации экономики России: современные проблемы

развития: Монография / В.Б. Агафонов, В.К. Быковский, Г.В. Выпханова и др.; под ред. Н.Г. Жаворонковой. М.: Норма, Инфра-М, 2014. 160 с.

3. Твердов А.А., Тибиллов Д.П. Проблемы и основные недостатки материалов ТЭО постоянных разведочных кондиций // Глобус. 2015. № 2(36). С. 12-19.

4. Тибиллов Д.П., Франкевич Ж.А. Особенности экономического планирования при составлении ТЭО освоения угольных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 8. С. 42-46.

5. Иванов Н.В., Игнатъева М.Н., Ляпцев Г.А. Методический подход к экономическому обоснованию эксплуатационных кондиций в условиях доработки месторождения // Горный журнал. 2011. № 6. С. 54-60.

6. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В., Ярков В.О. О цене угля при ТЭО подсчетных параметров кондиций // Недропользование 21 век. 2009. № 4. С. 64-66.

7. Снетков В.И. Обоснование методов квалиметрической оценки запасов месторождений твердых полезных ископаемых: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук. М., 2006. 40 с.

8. Агафонов В.В. Интегральное обоснование и оценка постоянных кондиций угольных запасов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 8. С. 160-164.

UDC 622.013.3 © V.V. Agafonov, 2019

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 82-85

Title

INTEGRATED STUDY OF PERMANENT CONDITIONS OF COAL RESERVES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-82-85>

Author

Agafonov V.V.¹

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

Authors' Information

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

Abstract

The procedure of improving the methods of geological and mining justification of permanent conditions on the basis of an expanded composition of indicators of the conditions of occurrence of coal seams, the main quality characteristics of coal, directions of its processing and consumption. Basic accepted for accounting geological and mining indices for justification of parameters take the numerical values for each of the options conditions, therefore, the task of their justification takes qualitative in nature.

Figures:

Fig. 1. Histogram for geological conditions

Fig. 2. Histogram for mining parameters

Fig. 3. Summary Schedule

Keywords

Coal mine, Condition, Loss, Mining and geological characteristics, Mining parameters, Integrated assessment, Qualimetry, Reliability.

References

1. Moskalenko T.V., Vorsina E.V. & Katina E.A. Funktsionalnyi kriteriy dlya ocenki effektivnosti upravleniya kachestvom uglya pri podzemnoy dobyche [Functional criterion for evaluating the effectiveness of the quality management of coal in underground mining]. *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya – Successes of modern natural science*, 2016, No.11-1, pp. 162-165.

2. Agafonov V.B., Bykovsky V.K., Vyphanova G.V. et al. *Prirodoresursnoe zakonodatel'stvo v usloviyah modernizatsii ehkonomiki Rossii: sovremennyye*

problemy razvitiya: Monografiya [Natural resource legislation in the conditions of modernization of economy of Russia: modern problems of development: Monograph]. Ed. N.G. Zhavoronkova. Moscow, Norma, Infra-M Publ., 2014, 160 p.

3. Tverdov A.A. & Tibilov D.P. *Problemy i osnovnye nedostatki materialov TEO postoyannykh razvedochnykh konditsiy* [Problems and major shortcomings of the materials of the feasibility study of permanent exploration conditions]. *Globus – Globe*, 2015, No. 2(36), pp. 12-19.

4. Tibilov D.P. & Frankevich Zh.A. *Osobennosti ekonomicheskogo planirovaniya pri sostavlennii TEO osvoeniya ugolnykh mestorozhdeniy* [Features of economic planning in the preparation of a feasibility study for development of coal deposits]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, No. 8, pp. 42-46.

5. Ivanova N.V., Ignatyeva M.N. & Lyaptsev G.A. *Metodicheskiy podhod k ekonomicheskomu obosnovaniyu ekspluatatsionnykh konditsiy v usloviyah dorabotki mestorozhdeniya* [Methodological approach to the economic justification of operating conditions in terms of refinement of the field]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2011, No. 6, pp. 54-60.

6. Rogova T.B., Shaklein S.V. & Yarkov V.O. *O cene uglya pri TEO podschetnykh parametrov konditsiy* [On the cost of carbon in feasibility study estimation of parameters of conditions]. *Nedropolzovanie 21 vek – Subsoil use 21 century*, 2009, No. 4, pp. 64-66.

7. Snetkov V.I. *Obosnovanie metodov kvalimetricheskoy ocenki zapasov mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskopaemykh*. Diss. dokt. techn. nauk [Justification of methods of qualimetric assessment of reserves of solid minerals. Dr. eng. sci. diss.]. Moscow, 2006, 40 p.

8. Agafonov V.V. *Integralnoe obosnovanie i ocenka postoyannykh konditsiy ugolnykh zapasov* [Integral substantiation and evaluation of permanent conditions of coal reserves]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2007, No. 8, pp. 160-164.

MINERALS RESOURCES

Моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород на базе деформационной теории пластичности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-86-91>



БОТВЕНКО

Денис Вячеславович

Канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ»,
650002, г. Кемерово, Россия,
тел.: +7 (3842) 64-30-99,
e-mail: 642935@rambler.ru



КАЗАНЦЕВ

Владимир Георгиевич

Доктор техн. наук,
профессор ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»,
656038, г. Барнаул, Россия,
тел.: +7 (3852) 29-07-06,
e-mail: wts-01@mail.ru

Ключевые слова: очистная выработка, напряжения, диаграмма деформирования, физическая нелинейность, концентрация напряжений, гипотеза П. Людвики.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве общих случаев свойства массива горных пород, определяющие модель механического поведения материала, базируются на феноменологических представлениях о строении материала. Поэтому первоисточником физико-механических свойств пород служат эксперименты с их образцами, в ряде случаев используются шахтные наблюдения с целью получения отклика пород на внешние воздействия. В этой связи для учета физико-механических свойств углепородного массива при моделировании его состояния наиболее продуктивным оказывается в качестве определяющих соотношений использование непосредственно диаграмм деформирования, получаемых экспериментально с учетом реальных условий нагруженности массива, условий, отражающих как специфику ведения горных работ, так и длительную эксплуатацию выработок и целиков, других подземных сооружений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

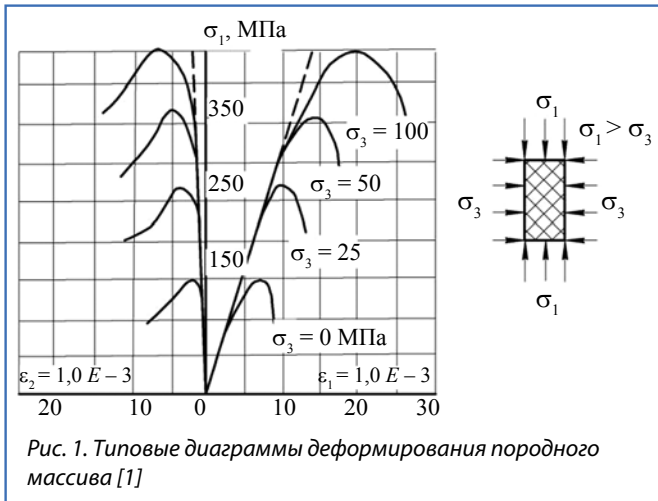
Действительно, именно диаграмма деформирования представляет собой реальную связь между напряжениями и деформациями, не только аккумулирует в себе действительные проявления механических свойств материала для заданных условий нагружения образцов спутников, но и представляет общую отправную точку начала разрушения массива, поэтому является компромиссным обобщением критериев прочности и устойчивости горных пород в вариантах П.П. Баландина, Кулона-Мора, Л.Я. Парчевского, А.Н. Ставрогина, В.А. Трушко, Хоека-Брауна, других авторов.

Характерные виды полной диаграммы деформирования горных пород представлены на рис. 1.

Здесь и далее $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ — главные напряжения. Причем в качестве положительных значений напряжений приняты сжимающие напряжения, как это принято в геомеханике.

При моделировании состояния массива графическое (экспериментальное) представление определяющих соотношений (см. рис. 1) подвергается так называемой схематизации — аппроксимации экспериментальных кривых деформирования подходящими аналитическими функциями.

Разработан метод последовательных приближений для прогноза напряженного состояния массива пород, зависящего от влияния сочетаний главных напряжений на реальную связь между напряжениями и деформациями. Показано, что использование теории малых упруго-пластических деформаций возможно в случае принятия дополнительных соглашений, касающихся приемов восстановления диаграмм деформирования для каждого из элементарных объемов массива, поскольку гипотеза о единой кривой деформирования для горных пород не выполняется. На базе метода последовательных приближений в сочетании с методом конечных элементов выполнены численные эксперименты по изучению напряженного состояния массива пород у очистной выработки. Показано влияние главных напряжений на распределение концентрации опорного давления в массиве угля. Установлено, что учет сочетаний главных напряжений при моделировании напряженного состояния у выработок приводит к качественным и существенным количественным различиям механического поведения углепородного массива по сравнению с решениями задач по модели физически нелинейного тела, использующей единую кривую деформирования для массива в целом.



Математическое представление диаграммы деформирования основывается на исследованиях В.В. Новожилова и Г.А. Смирнова-Аляева, позволивших установить, что связи между напряжениями и деформациями как в пределах упругости, так и за ее пределами для произвольных нелинейно-упругих тел следуют соотношениям теории пластичности [2, 3].

Из исследований А.А. Ильюшина следует, что при деформировании материалов в области малых упругопластических деформаций при существовании простых нагружений все основные теории пластичности приводятся к деформационной теории — к теории малых упругопластических деформаций [4], с определяющими соотношениями Генки-Ильюшина.

Однако, как показывают эксперименты (см. рис. 1), одна из основных гипотез деформационной теории пластичности — гипотеза П. Людвига о единой кривой деформирования (диаграмма деформирования не зависит от типа напряженного состояния) [5] для массива горных пород не выполняется, поскольку теперь вид кривой деформирования зависит от уровня напряженно-деформированного состояния (НДС) каждого из элементарных объемов массива. Стало быть, решение задачи оказывается проблематичным, поскольку, с одной стороны, оказывается невозможным заранее поставить в соответствие с НДС для каждого из элементарных объемов массива диаграмму деформирования, а с другой стороны, невозможен расчет напряженного состояния массива без знаний физико-механических свойств материала.

Для выхода из тупика при расчетах НДС потребуется восстановление диаграмм деформирования для каждого из элементарных объемов массива, отличающихся друг от друга уровнем напряженного состояния. При этом потребуется использование метода последовательных приближений. Понятно, что об аналитическом решении задачи в этом случае не может быть и речи. Среди численных методов анализа для решения задач в такой постановке наиболее приемлем метод конечных элементов (МКЭ), полагая в качестве элементарного объема массива использование объема конечного элемента (КЭ).

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

Рассмотрим существо предлагаемого метода последовательных приближений.

В первом (нулевом) исходном приближении примем единую диаграмму деформирования для массива в целом, например для случая $\sigma_3 = 0$ МПа (см. рис. 1). Далее осу-

ществим решение физически нелинейной задачи с целью определения компонент НДС по полигону конечного элемента. При этом для линейризации нелинейного функционала потенциальной энергии МКЭ может быть использован метод переменных параметров упругости, развитый в работах И.А. Биргера [5], как один из вариантов метода упругих решений А.А. Ильюшина, обладающий наибольшей скоростью сходимости среди других известных методов линейризации.

Далее, воспользовавшись опытными данными (см. рис. 1) и результатами расчета НДС массива, полагая зависимость вида диаграммы деформирования от уровня и комбинации главных напряжений, вносим поправку, определяя параметры новых диаграмм деформирования для каждого из КЭ первого приближения. Уже при работе с первым приближением возникает задача определения напряжений и деформаций в неоднородном теле, так как параметры упругости и, стало быть, диаграммы деформирования в разных конечных элементах будут различными из-за различия их НДС, рассчитанных в нулевом приближении.

Для второго и последующих приближений ход решения задачи повторяется, пока расчеты в некотором приближении не будут близки к соответствующим результатам предыдущего приближения. Близость результатов между приближениями (сходимость итерационного процесса) может быть осуществлена с помощью подходящего критерия сходимости. В наших исследованиях процесс сходимости последовательных приближений оценивается сферической нормой разности интенсивности напряжений в узлах сетки КЭ между двумя соседними приближениями:

$$\|\sigma\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n [\sigma_{i,p}^j - \sigma_{i,p-1}^j]^2} < \delta,$$

где n — число узлов сетки КЭ; p — номер приближения; δ — некоторое малое число, невязка решения; σ_i^j — величина интенсивности напряжений в j -ом узле сетки КЭ.

Хотя доказательств сходимости предлагаемого метода последовательных приближений не имеется, практика расчетов показывает, что процесс всегда является сходящимся.

Апробацию предложенного метода рассмотрим на примере исследования влияния очистной выработки на напряженно-деформированное состояние углепородного массива для обрабатываемого пласта угля «Бреевский» лавы № 1735 шахты «Комсомолец» АО «СУЭК-Кузбасс», расположенного на глубине $H = 400$ м от дневной поверхности (рис. 2).

Изучение геомеханической обстановки у очистного забоя начнем с анализа изменения напряженно-деформированного состояния углепородного массива для случая отхода лавы от монтажной камеры на расстояние $L = 30$ м, полагая, что обрушение кровли еще не произошло.

Расчетную схему задачи для среднего по длине сечения лавы, находящейся в условиях плоского деформированного состояния, представим в виде фрагмента массива F около выработки (см. рис. 2, б). На рис. 3 показаны дискретизация расчетной схемы на конечные элементы, структура массива и условия нагружения. Размеры массива (см. рис. 3) для угольного пласта и вмещающих пород показаны в метрах.

На боковых поверхностях расчетной схемы и в основании заданы условия скольжения $U_x = 0$ и $U_y = 0$,

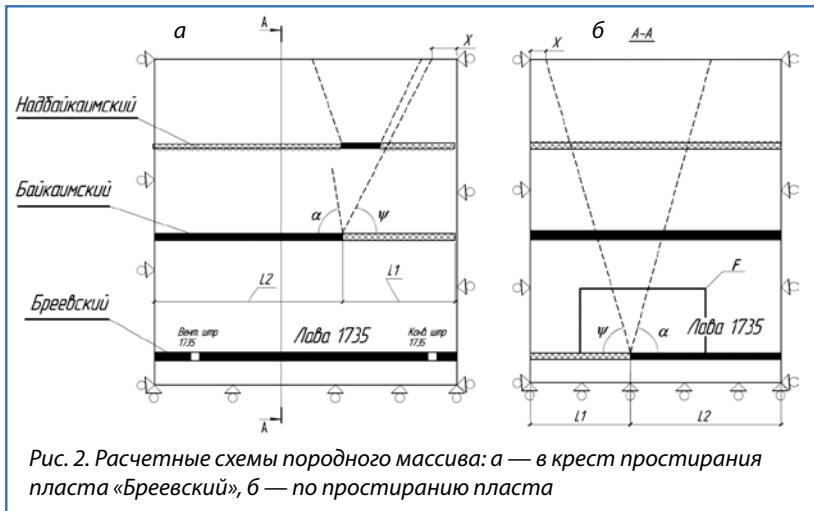


Рис. 2. Расчетные схемы породного массива: а — в крест простираения пласта «Бревевский», б — по простираению пласта

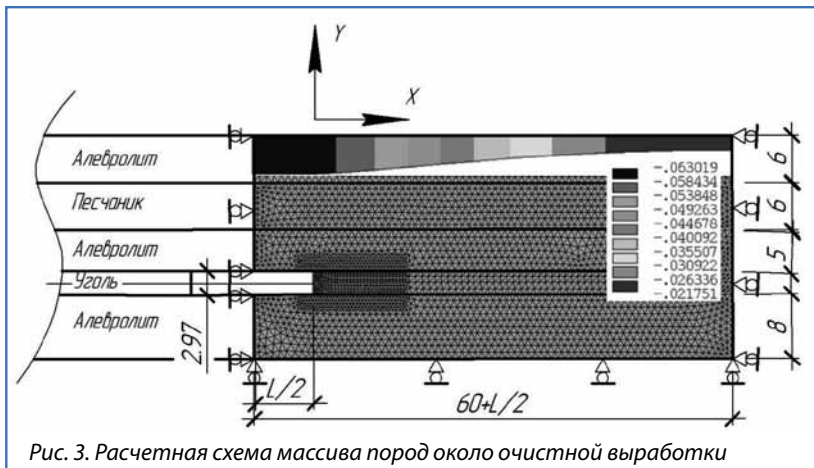


Рис. 3. Расчетная схема массива пород около очистной выработки

где U_x и U_y — перемещения границы вдоль осей абсцисс и ординат соответственно. На верхней границе расчетной схемы (см. рис. 3) заданы вертикальные перемещения, полученные из решения задачи теории упругости в линейно-упругой постановке с использованием глобальной расчетной схемы (см. рис. 2, б), для случая действия массовых сил при средневзвешенном значении удельного веса массива пород $\gamma = 2 \text{ т/м}^3$. При этом максимальное значение концентрации вертикальных напряжений $\sigma_y / \gamma H$ вдоль внешней границы расчетной схемы составило $k_\sigma = 1,3$.

При расчетах НДС углепородного массива примем следующие физико-механические характеристики:

- для песчаника: $E = 6 \cdot 10^6 \text{ т/м}^2$; $\nu = 0,26$. Полагалось, что песчаник под нагрузкой деформируется линейно-упруго;
- для алевролита: $E = 5 \cdot 10^6 \text{ т/м}^2$; $\nu = 0,23$. Полагалось, что алевролит под нагрузкой деформируется линейно-упруго;
- для угля: $E = 3 \cdot 10^5 \text{ т/м}^2$; $\nu = 0,1$; $\sigma_{сж} = 1500 \text{ т/м}^2$; $\sigma_p = 400 \text{ т/м}^2$; $\gamma = 1,29 \text{ т/м}^3$, где E — модуль упругости материала; ν — коэффициент Пуассона.

Диаграмма деформирования угля за пределами упругости в области допредельного деформирования может быть схематизирована в виде степенного закона связи интенсивности напряжений с интенсивностью деформаций $\sigma_i = A \varepsilon_i^m$. При этом коэффициенты A и m вычисляются по зависимостям:

$$m = \frac{\ln(\sigma_i^{np} / \sigma_i^y)}{\ln(\varepsilon_i^{np} / \varepsilon_i^y)}; A = \sigma_i^{np} / (\varepsilon_i^{np})^m, \quad (1)$$

где σ_i^{np} , ε_i^{np} — пределы прочности материала угля по напряжениям и деформациям соответственно; σ_i^y , ε_i^y — пределы упругости материала угля по напряжениям и деформациям соответственно.

Из соотношений (1) следует, что коэффициенты диаграммы A и m зависят от уровня пределов прочности массива и его пределов упругости. При этом предельные значения для напряжений, а значит, и ординаты максимума напряжений на диаграммах деформирования, зависящие от уровня НДС, могут быть вычислены, например, с использованием линейного критерия прочности Кулона-Мора. Связь пределов прочности массива по критерию Кулона-Мора с пределом прочности массива на диаграмме деформирования устанавливается из следующих соображений. Рассматривая геометрическое представление напряженно-состояния в точке в виде кругов Мора можно установить величину предела прочности массива τ_m через рассчитанные главные напряжения σ_1^p и σ_3^p :

$$|\tau_m| = (C + \frac{\sigma_1^p + \sigma_3^p}{2} f) \cos^2 \rho, \quad (2)$$

где C — коэффициент сцепления; ρ — угол внутреннего трения; $f = \text{tgr}$ — коэффициент трения.

Теперь условие прочности примет вид: $\tau_m^p \leq \tau_m$, где τ_m^p — расчетные значения касательных напряжений на площадке сдвига.

Поскольку касательные напряжения на площадках сдвига связаны с главными напряжениями выражением $|\tau_m| = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ и, имея в виду схему нагружения при испытании образцов по методу Кармана, т.е. $\sigma_2 = \sigma_3$, с учетом выражения (2) получаем последовательно:

$$\begin{aligned} \sigma_i &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} = \\ &= \sigma_1 - \sigma_3, \\ \sigma_i^{np} &= 2(C + \frac{\sigma_1^p + \sigma_3^p}{2} f) \cos^2 \rho, \end{aligned} \quad (3)$$

где σ_i^{np} — предельное значение интенсивности напряжений на диаграмме деформирования.

Для полного восстановления диаграммы деформирования дополнительно к пределу прочности (3) потребуется экспериментальная оценка, по крайней мере, еще двух механических характеристик материала — величины пределов упругости по напряжениям и деформациям, а также величины предела прочности по деформациям. Эти параметры могут быть определены попутно при построении паспорта прочности или из дополнительных экспериментов с образцами пород. В наших исследованиях для восстановления диаграмм деформирования и условий прочности Кулона-Мора использованы среднестатистические экспериментальные данные, полученные для углей Кузнецкого бассейна, представленные ниже (см. таблицу).

При этом для коэффициента сцепления в соотношении (2) получено: $C = 1000 \text{ т/м}^2$. Коэффициент внутрен-

Характеристики пределов прочности угля при нагружении образцов по схеме Кармана

Напряженное состояние	Изменение нагрузки, МПа				
$\sigma_2 = \sigma_3$, МПа	0	10	25	50	75
$\sigma_1 = \sigma_b^{сж}$, МПа	15	60	125	168	200
ε_1 , %	3,5	7,5	13	17	20
$\varepsilon_2 = \varepsilon_3$, %	1,3	3,8	6,5	8,5	10,1
σ_i^{np} , МПа	15	50	100	118	125
ε_i^{np} , %	3,5	7,5	13,3	17	20

него трения в расчетах варьировался в диапазоне своих величин: $tgr = f = 0,4-1,6$.

Таким образом, при расчетах с использованием МКЭ предельные значения интенсивности напряжений σ_i^{np} для диаграммы деформирования могут быть найдены из диаграммы Кулона-Мора для любых реализующихся при расчетах значениях σ_i для каждой из итераций процесса последовательных приближений.

Предельные значения интенсивности деформаций ε_i^{np} и их промежуточные значения, соответствующие предельным значениям интенсивности напряжений, получены с использованием данных таблицы путем аппроксимации экспериментально полученных дискретных значений пределов прочности материала по напряжениям и деформациям.

В расчетах кривая зависимости предельных значений интенсивности деформаций от предельных значений интенсивности напряжений $\varepsilon_i^{np} = f(\sigma_i^{np})$, рис. 4, схематизировалась зависимостью, полученной с использованием метода наименьших квадратов. Выбор «наилучшей кривой» для полиномиальной регрессии приводит к следующему выражению:

$$\varepsilon_i^{np} = (0,424361 \cdot 10^{-(6)}) \cdot \sigma_i^{np \wedge 2} + (0,167264 \cdot 10^{-(4)}) \cdot \sigma_i^{np} + 0,000981954.$$

При проведении расчетов полагалось, что предел упругости по напряжениям соответствует величине $\sigma_i^y = 0,6\sigma_i^{np}$. Далее рассматривался вариант механического поведения массива, при котором его модуль упругости E_y слабо зависит от вида напряженного состояния. Такое предположение оправдывается тем, что на начальных этапах деформирования образцов на механическое поведение угля и пород еще не сказываются их структурные изменения. В этом случае модуль упругости материала определяется с использованием закона Гука.

Из приведенных выше рассуждений следует, что вид диаграммы деформирования зависит от сочетания реализующихся главных напряжений в материале массива, которые, при решении задачи по МКЭ различны для различных конечных элементов. Стало быть, при решении задачи об определении НДС в углепородном массиве материал каждого из конечных элементов будет характеризоваться своей индивидуальной диаграммой деформирования, отличающейся от диаграмм других элементов.

Более того, параметры диаграмм деформирования изменяются в процессе последовательных процессов линеаризации нелинейных функционалов при решении задач в нелинейно упругой постановке.

Таким образом, принятые выше дополнительные соглашения, позволяют восстанавливать диаграмму деформирования для каждого из конечных элементов в процессе последовательных приближений расчета НДС углепородного массива, устраняя затруднения, вызванные гипотезой П. Людвига, при условии активной деформации всех элементарных объемов массива.

В каждом из приближений решается задача по определению НДС в рамках нелинейно-упругого поведения углепородного массива.

Для каждого из конечных элементов диаграмма деформирования схематизируется в соответствии с условиями:

- если $\varepsilon_i \leq \varepsilon_i^y$ или $\sigma_i \leq \sigma_i^y$ то $f(\varepsilon_i) = 2(1 + \nu)\varepsilon_i$ область линейно-упругого деформирования;
- если $\varepsilon_i \geq \varepsilon_i^y$ или $\sigma_i \geq \sigma_i^y$ то $f(\varepsilon_i) = A\varepsilon_i^m$ - область физически нелинейного деформирования на участке допредельного деформирования, где ε_i и σ_i - средние значения интенсивности деформаций и интенсивности напряжений, вычисленные в точках интегрирования конечного элемента соответственно.

Как известно определяющие соотношения Г. Генки — А.А. Ильюшина в деформационной теории упругости и пластичности записываются в девиаторном виде. При расчетах НДС массива за пределами его упругости по МКЭ с использованием итерационного метода И.А. Биргера определяющие соотношения удобно представлять в виде соотношений, по виду совпадающих с обобщенным законом Гука. Такие соотношения получим, если подставить в зависимости Г. Генки — А.А. Ильюшина выражение для объемного модуля упругости, записанное через модуль упругости и коэффициент Пуассона, и воспользоваться законом связи между средними напряжениями и средними деформациями [5]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{1}{E^*} [\sigma_x - \mu^*(\sigma_y + \sigma_z)]; \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G^*}; \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{E^*} [\sigma_y - \mu^*(\sigma_x + \sigma_z)]; \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G^*}; \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E^*} [\sigma_z - \mu^*(\sigma_x + \sigma_y)]; \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G^*}, \end{aligned}$$

где $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$ - компоненты тензора деформаций; $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ - компоненты тензора напряжений.

Пластический модуль E^* (модуль деформации) и коэффициент поперечной деформации μ^* определяются из выражений:

$$E^* = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1-2\mu}{3E} \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}}, \mu^* = \frac{1-2\mu}{1 + \frac{1-2\mu}{3E} \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}}.$$

Модуль пластического сдвига G^* имеет тот же вид, что и для случая деформирования материала в пределах упругости: $G^* = \frac{E^*}{2(1 + \mu^*)}$.

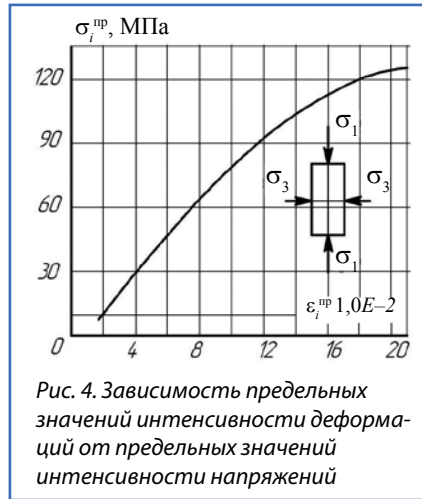


Рис. 4. Зависимость предельных значений интенсивности деформаций от предельных значений интенсивности напряжений

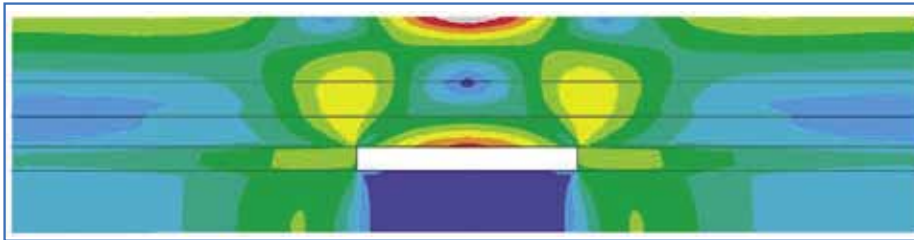


Рис. 5. Изолинии интенсивности напряжений в углеродном массиве около очистной выработки

Заметим, что коэффициент Пуассона μ и модуль упругости E принимаются как для материала, деформирующегося в пределах упругости.

Решение задачи о деформировании массива с использованием разработанной методики последовательных приближений и представленных выше физических обобщений представим в виде следующих закономерностей распределения компонент НДС около очистной выработки.

Поскольку условие прочности для рассматриваемого элементарного объема углеродного пространства выражается через предельные значения интенсивности напряжений (см. уравнение 3), опасные зоны в окрестности очистной выработки могут быть оценены из анализа распределения расчетных значений интенсивности напряжений.

Результаты расчетов интенсивности напряжений около очистной выработки с учетом реальных свойств массива угля и вмещающих пород представлены на рис. 5 и в сравнении с линейно-упругими решениями — на рис. 6.

Анализ расчетов НДС около очистной выработки показывает, что области массива пород наиболее напряжены в центральной части нависающего пролета массива и в окрестности стенок выработки. Можно полагать, что именно в этих зонах наиболее вероятны события, связанные с началом разрушения породного массива — зарождением новых и ростом старых трещин, первичным обрушением массива, возникновением трибологических и пьезоэлектрических эффектов.

Немаловажно отметить, что учет реальных свойств массива угля приводит к снижению уровня НДС в наиболее нагруженных зонах массива у очистной выработки, и, стало быть, оценка прочности и устойчивости пород на базе линейной теории упругости может быть ошибочной. Если реальные свойства массива не учитываются, концентрация интенсивности напряжений оказывается, как правило, завышенной. Для принятых в настоящем исследовании физико-механических характеристик углеродного массива

и геомеханической обстановки такое завышение находится на уровне 30-40%.

Дальнейшие исследования проведем, изучая изменение уровня опорного давления около очистного забоя, поскольку именно в терминах опорного давления наиболее часто учеными принято оценивать геомеханическое состояние углеродного массива около выработок.

Результаты расчетов вертикальных напряжений около очистной выработки с учетом реальных свойств массива угля и вмещающих пород, в сравнении с линейно-упругими решениями, представлены на рис. 7.

На рис. 7 кривые *a, b, c* соответствуют решению задачи в линейно-упругой постановке, кривые *d, e, f* и *G* получены с использованием метода последовательных приближений, описанного выше.

Распределению концентрации напряжений вдоль кровли пласта (линия 1) соответствуют кривые *a, d*. В срединной по мощности части пласта (линия 2) распределению концентрации напряжений соответствуют кривые *b, e, G* и вдоль почвы пласта (линия 3) — кривые *c, f*. Кривая *G* соответствует диаграмме деформирования, полученной без учета бокового давления на образец ($\sigma_2 = \sigma_3 = 0$). Кривые *d, e, f* получены с использованием восстановленных для каждого из КЭ диаграмм деформирования в результате последовательных приближений.

Из анализа рис. 7 следует, что учет третьего главного напряжения при оценках НДС углеродного массива приводит к значимому качественному и количественному отличию механического поведения угля и вмещающих пород от поведения массива, когда механическая модель деформирования строится для каждого из КЭ расчетной схемы с использованием восстановленных диаграмм деформирования, изменяющихся в процессе последовательных приближений. В принятых к расчетам условиях отработки пласта учет третьего главного напряжения приводит к уменьшению максимального значения концентрации горного давления в 1,25-1,4 раза, реализующегося на расстояниях 1-1,5 мощности пласта от линии забоя, по сравнению с решением задачи

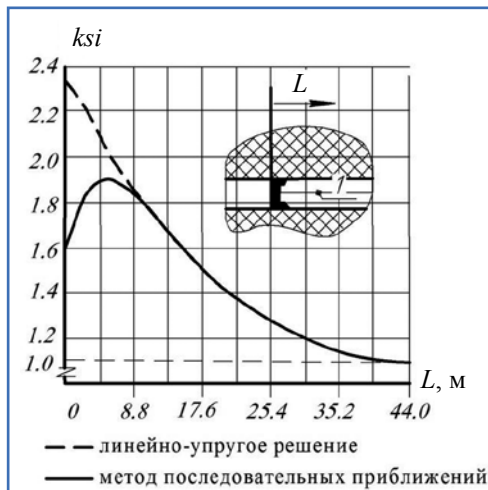


Рис. 6. Изменение коэффициента концентрации интенсивности напряжений $k_{si} = \sigma_i/k_\sigma \gamma H$, ($k_\sigma = 1,3$) около поверхности забоя очистной выработки (вдоль линии 1) для значения коэффициента внутреннего трения $f = 0,8$

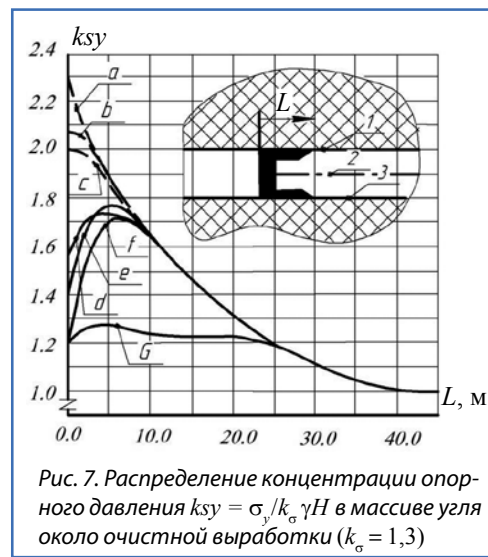


Рис. 7. Распределение концентрации опорного давления $k_{sy} = \sigma_y/k_\sigma \gamma H$ в массиве угля около очистной выработки ($k_\sigma = 1,3$)

в линейно-упругой постановке, где максимальное значение вертикальных напряжений реализуется практически у линии забоя. При этом нелинейная область деформирования массива угля охватывает расстояние от 5 до 10 м от линии забоя, что соответствует 1,7-3,4 мощности пласта угля. Если третье главное напряжение не учитывать, то максимальное значение концентрации горного давления уменьшается, по крайней мере, в 1,8 раза по сравнению с решением задачи в линейно-упругой постановке. При этом нелинейная зона деформирования массива угля оказывается «размытой», реализуется на расстояниях до восьми мощностей пласта от линии забоя, простирается до 25 м от линии забоя.

Рассмотренные выше расчеты концентрации опорного давления получены для коэффициента внутреннего трения $f=0,8$.

Как следует из анализа зависимостей (2) и (3), на изменение уровня концентрации опорного давления оказывает существенное влияние величина коэффициента внутреннего трения. На рис. 8 представлено исследование по оценке такого влияния.

Из анализа рис. 8 следует, что с увеличением коэффициента внутреннего трения, с увеличением значений предельных напряжений и пределов упругости уровень опорного давления приближается к уровню давле-

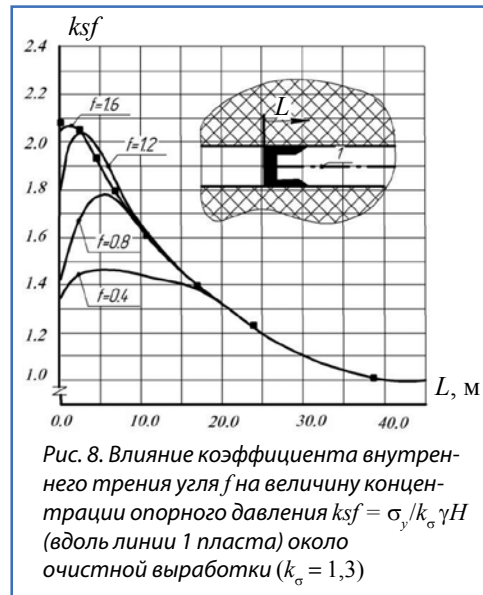
ния, когда напряжения не выходят за пределы упругости. На рис. 8 маркером отмечено решение задачи в линейно-упругой постановке. Выход за пределы упругости возможен (для случаев $f > 1,2$), если на очистной забой будут оказывать дополнительное влияние соседствующие выработки или горные работы будут проводиться на больших глубинах, чем было принято в настоящем исследовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заметим, что при уменьшении значений коэффициента внутреннего трения, как это видно из зависимости (3), рис. 7 и рис. 8, модель деформирования горных пород приближается к модели, использующей единую кривую деформирования, и при $f \rightarrow 0$ гипотеза П. Людвига выполняется.

Список литературы

1. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. М.: Недра, 1979. 301 с.
2. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. М.: Гостехиздат, 1948. 344 с.
3. Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. Л.: Машиностроение, 1978. 368 с.
4. Ильюшин А.А. Пластичность. М.: Издательство АН СССР, 1963. 271 с.
5. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1968. 399 с.



UDC 622.831.232 © D.V. Botvenko, V.G. Kazantsev, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 86-91

Title MODELING OF THE STRESS-STRAIN STATE OF ROCKS ON THE BASIS OF THE DEFORMATION THEORY OF PLASTICITY

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-86-91>

Authors

Botvenko D.V.¹, Kazantsev V.G.²

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

² Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, 656038, Russian Federation

Authors' Information

Botvenko D.V., PhD (Engineering), Head of Laboratory,
tel.: +7 (3842) 64-30-99, e-mail: 642935@rambler.ru

Kazantsev V.G., Doctor of Engineering Sciences, Professor,
tel.: +7 (3852) 29-07-06, e-mail: wts-01@mail.ru

Abstract

A method of successive approximations has been developed for predicting the tension state of an array of rocks, depending on the effect of combinations of principal tensions on the real connection between tensions and strains. It is shown that the use of the theory of small elastic-plastic deformations is possible if additional agreements are adopted concerning the methods of restoring deformation diagrams for each of the elementary volumes of the array, since the hypothesis of a single deformation curve for rocks is not fulfilled. Based on the method of successive approximations in combination with the finite element method, numerical experiments were carried out to study the stress state of the rock mass at the clearing generation. The influence of the main stresses on the distribution of the reference pressure concentration in the coal mass is shown. It has been established that not taking into account combinations of principal stresses in modeling the stress state at

workings leads to qualitative and significant quantitative differences in the mechanical behavior of the coal-rock massif compared to solving problems of a model of a physically non-linear body using a single deformation curve for the array as a whole.

Keywords

Purification, Tensions, Warping diagram, Physical nonlinearity, Tension concentration, Hypothesis of P. Ludwik.

References

1. Stavrogin A.N. & Protosenya A.G. *Plastichnost gornyh porod* [Plasticity of rocks]. Moscow, Nedra Publ., 1979, 301 p.
2. Novozhilov V.V. *Osnovy nelineynoy teorii uprugosti* [Fundamentals of the nonlinear theory of elasticity]. Moscow, Gostekhizdat Publ., 1948, 344 p.
3. Smirnov-Alyayev G.A. *Soprotivlenie materialov plasticheskomu deformirovaniyu* [Resistance of materials to plastic deformation]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1978, 368 p.
4. Ilyushin A.A. *Plastichnost* [Plasticity]. Moscow, AN SSSR Publ., 1963, 271 p.
5. Malinin N.N. *Prikladnaya teoriya plastichnosti i polzuchesti* [Applicable theory of plasticity and creep]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1968, 399 p.

Прогноз оптимальной плотности сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки на основе кластерной организации угольных месторождений

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-92-96>

ГРИБ Николай Николаевич

Доктор техн. наук, профессор,
заместитель директора по научной работе,
заведующий кафедрой «Горное дело»
ТИ (ф) СВФУ,
678960, г. Нерюнгри, Россия,
e-mail: grib@nfygu.ru

КУЗНЕЦОВ Павел Юрьевич

Канд. геол.-минер. наук, доцент, докторант СВФУ,
ведущий инженер по горным работам
Филиала АО ХК «Якутуголь» Разрез «Нерюнгринский»,
678960, г. Нерюнгри, Россия,
e-mail: kuznetsov.pavel.yu@gmail.com

Статья посвящена рассмотрению возможности эффективно-го применения кластерного подхода к организации угольного месторождения для прогнозирования оптимальной плотности сети скважин опережающей эксплуатационной разведки. В качестве объекта исследования выбрано Эльгинское каменноугольное месторождение, находящееся на сегодняшний день в стадии ввода в эксплуатацию с постоянным наращиванием объемов добычи угля до плановых годовых объемов. Используя данные по эксплуатационной разведке Эльгинского каменноугольного месторождения, авторы на основе кластерной организации рассматриваемого месторождения с применением математических методов показывают возможность осуществления прогноза оптимальной плотности сети скважин опережающей эксплуатационной разведки. В качестве расчетных математических методов для получения геометрических параметров сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки были применены методы геометрической автокорреляции и вторых разностей. Ключевым результатом представленного в статье исследования является реализация возможности создания для угольных месторождений, на основе рассмотренного подхода, уникальных сетей разведочных скважин для всех кластерных зон, составляющих месторождение, с целью обеспечения эффективного планирования затрат горного предприятия на проведение геологоразведочных работ на основе данных

о пространственной изменчивости углепородного массива. Представленная статья является логическим завершением исследования, представленного авторами в журнале «Уголь» № 2 за 2018 г.

Ключевые слова: Эльгинское каменноугольное месторождение; кластерная организация угольных месторождений; кластерная зона; опережающая эксплуатационная разведка; оптимальная плотность сети разведочных скважин; базовый профиль; кластерный профиль.

ВВЕДЕНИЕ

При решении вопроса о введении в эксплуатацию угольного месторождения перед горным предприятием открывается вопрос об оценке уровня возможного геориска его освоения, опирающегося в своих основах на определение необходимых инвестиционных затрат на реализацию намеченного проекта с учетом обязательной социальной нагрузки на горное предприятие [1, 2, 3, 4]. При этом величина возможной инвестиционной нагрузки на горное предприятие при реализации проекта освоения угольного месторождения, как правило, непосредственно связана с уровнем изученности месторождения на стадии геологоразведочных работ, который не всегда соответствует требованиям горных предприятий [1, 5]. Учитывая данное обстоятельство, горные предприятия для достижения эффективности своей работы при соблюдении приемлемого уровня геориска вынуждены планировать дополнительные геологоразведочные работы, реализуемые на стадиях эксплуатационной разведки [6, 7, 8]. При этом планируемая система геологоразведочных работ должна обладать определенной гибкостью (управляемостью), способной учитывать изменчивость строения, состояния и свойств массива горных пород, а также технологию ведения горных работ.

Наиболее эффективно приведенные выше аспекты реализуются на стадии опережающей эксплуатационной разведки угольного месторождения, которая опережая добычные работы на один-два года, способна обеспечить в среднесрочном периоде прогнозирование геориска дальнейшего его освоения и необходимый уровень инвестиций в горное предприятие. Необходимую управляемость системой планирования геологоразведочных работ на стадии эксплуатации угольного месторождения может обеспечить

кластерный подход к организации угольного месторождения. Данное утверждение обосновывается тем, что кластерный подход, как отмечено в работе [9], позволяет объективно учитывать порядок ведения горных работ, обеспечивая достоверное изучение углепородного массива посредством задания уникальных геометрических параметров разведочных сетей зон (кластеров), подлежащих отработке горным предприятием в ближайшее время.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования в данной статье представлено Эльгинское каменноугольное месторождение с утвержденными запасами 2,9 млрд т угля. Эльгинское месторождение на сегодняшний день интенсивно вводится в эксплуатацию с планами по достижению объемов добычи в 30 млн т угля в год. Учитывая данное обстоятельство, очевидным становится решение актуального вопроса создания, адаптации и внедрения эффективной системы планирования опережающей эксплуатационной разведки, способной обеспечить своевременный и достоверный поток информации о состоянии углепородного массива намечаемого к отработке в соответствии с планами горных работ. При этом, учитывая требования, предъявляемые к объему статейного материала, и соблюдая принципы последовательности изложения исследовательского материала при его публикации, в качестве опорного объекта исследования будет рассмотрен участок 2 Эльгинского каменноугольного месторождения. Принципы разделения Эльгинского месторождения на участки, а также кластерная организация участка 2 в достаточной степени подробно рассмотрены авторами ранее в работе [9] и представлены на рис. 1, 2.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ

В качестве исходных данных для прогноза оптимальной плотности сети разведочных скважин выступают данные по показателям качества угля, полученные в результате ав-

торской обработки [10] отчетных материалов по результатам детальной разведки Эльгинского каменноугольного месторождения [11].

Для задания геометрических параметров сетей разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки в пределах выделенных кластерных зон участка 2 Эльгинского каменноугольного месторождения в качестве расчетных методов применялись метод геометрической автокорреляции [12, 13] и метод вторых разностей [14]. Эффективность и обоснованность применения представленных методов в комплексе для решения рассматриваемой задачи прогноза оптимальной плотности сети опробования нашли свое отражение в работах [12, 13, 14].

ЭТАПЫ ПРОГНОЗА ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СЕТИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ

На начальном этапе для кластерных зон участка 2 Эльгинского месторождения (см. рис. 1) производится расчет расстояний между профилями прогнозируемой сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки. Расчет осуществляется по каждому принятому к расчету показателю качества угля для каждого промышленно значимого угольного пласта в отдельности. В процедуре расчета на данном этапе задействованы скважины, располагающиеся на профилях, ориентированных по падению угольных пластов и заданных на стадии детальной разведки месторождения. На рис. 1 данные профили имеют буквенное обозначение.

На втором этапе с применением тех же, обозначенных выше, расчетных математических методов осуществляется расчет расстояний между скважинами в пределах кластерных зон геологоразведочных профилей (см. рис. 2).

Далее задаются граничные условия для прогнозируемой сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки. В качестве таких условий выступают:

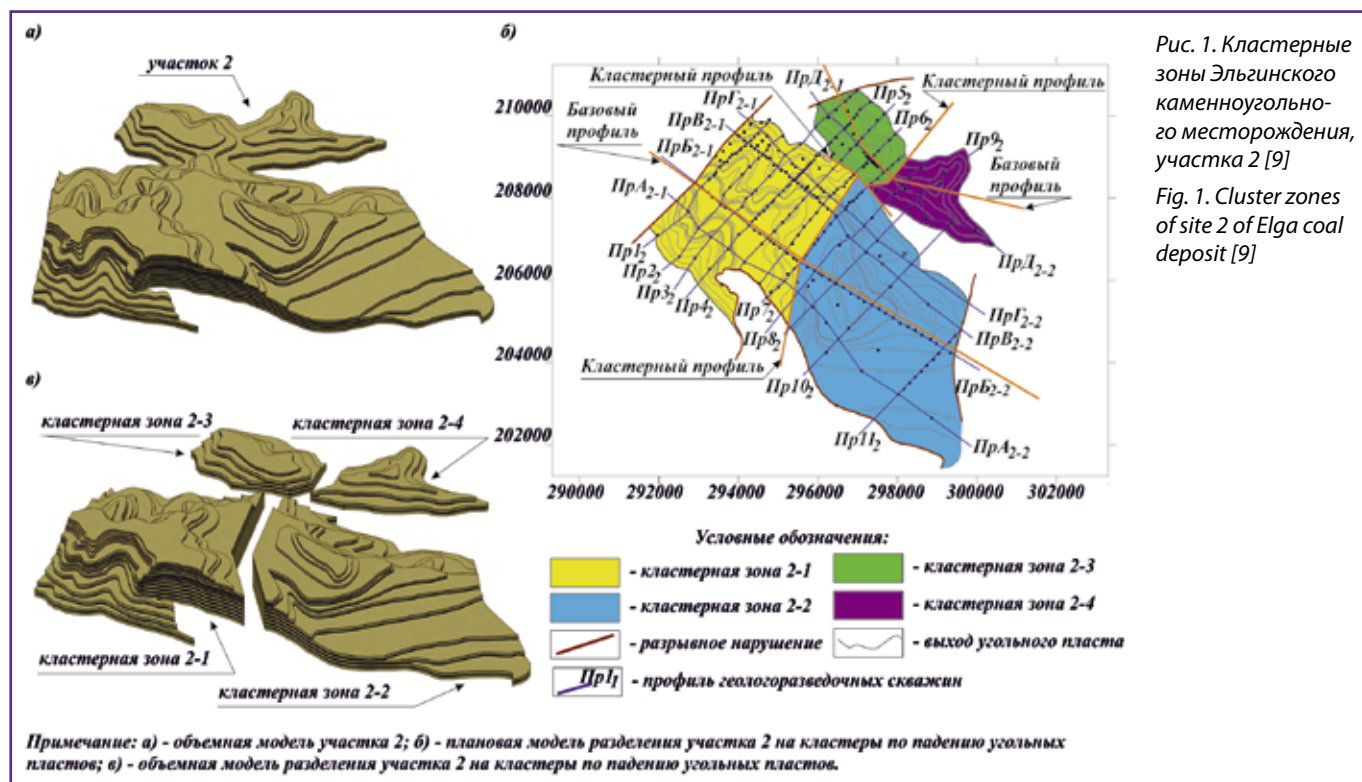


Рис. 1. Кластерные зоны Эльгинского каменноугольного месторождения, участка 2 [9]

Fig. 1. Cluster zones of site 2 of Elga coal deposit [9]

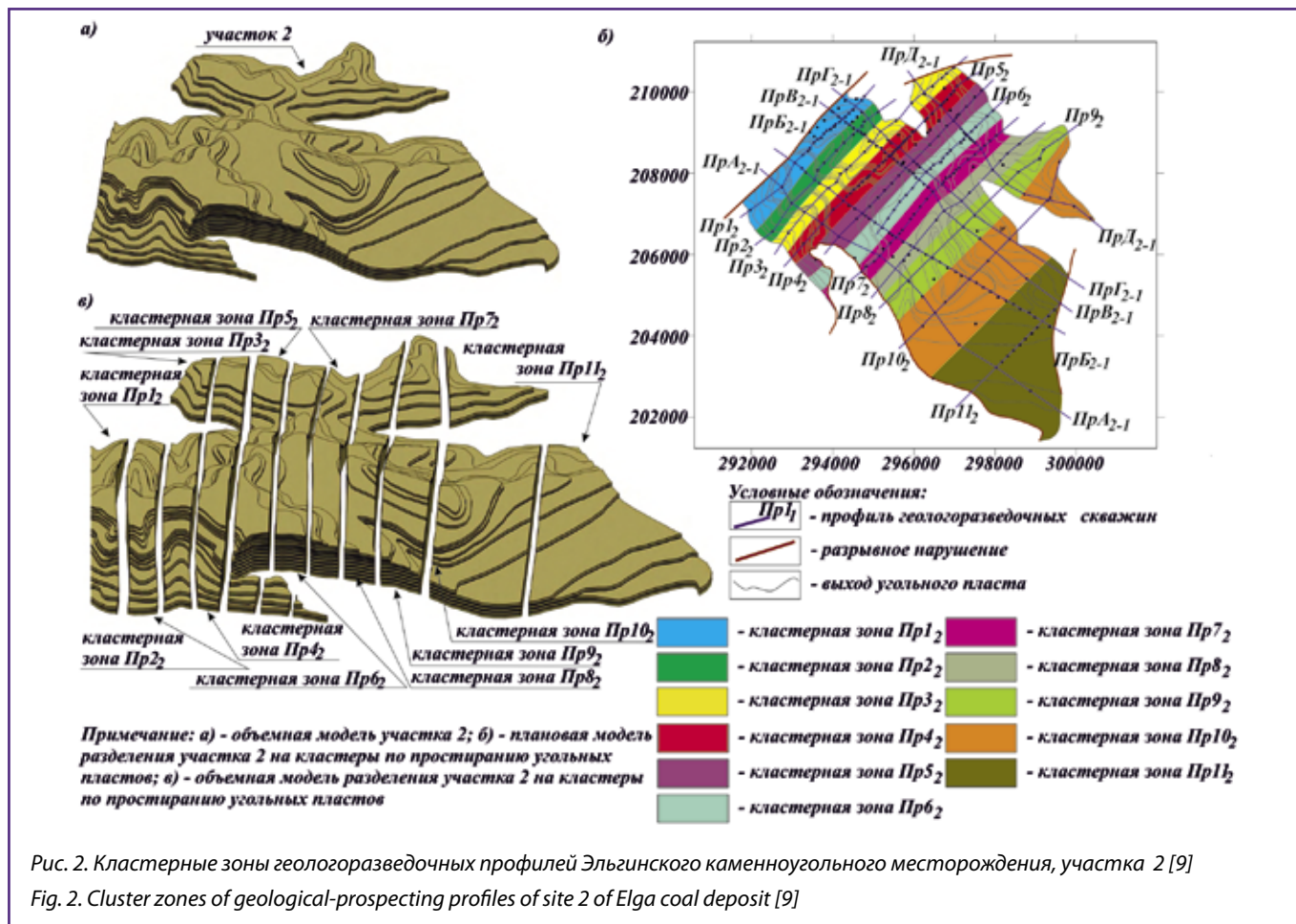


Рис. 2. Кластерные зоны геологоразведочных профилей Эльгинского каменноугольного месторождения, участка 2 [9]
 Fig. 2. Cluster zones of geological-prospecting profiles of site 2 of Elga coal deposit [9]

1. Расчетные значения шага опробования не могут превышать значений, установленных для эксплуатационной доразведочной сети, которая определяется на основе данных о неоднородности угольных пластов [10] по палеткам, которые разработаны авторами и представлены в работе [15]. Так, для рассматриваемых в статье кластерных зон Эльгинского месторождения данные граничные значения составят:

- кластерная зона 2-1. Граничное расстояние между профилями – 410 м. Граничное расстояние между скважинами – 205 м;
- кластерная зона 2-2. Граничное расстояние между профилями – 420 м. Граничное расстояние между скважинами – 210 м;
- кластерная зона 2-3 и 2-4. Граничное расстояние между профилями – 415 м. Граничное расстояние между скважинами – 205 м.

2. Расчетные значения шага опробования не могут быть меньше значения половины минимальной ширины рабочего уступа. Для условий Эльгинского каменноугольного месторождения эта величина составляет 20 м, что определяется исходя из принятой технологии ведения горных работ на месторождении.

В завершение расчетной части путем совместного анализа полученных расчетных данных посредством установления минимального значения прогнозируется оптимальная сеть опережающей эксплуатационной разведки. Причем данный прогноз обладает достаточной вариативностью, определяемой в зависимости от принятой технологии опробования угольных пластов: проходка скважин с поверхно-

сти месторождения на всю мощность углепородного массива; проходка скважин с уступов борта карьера; выборочное изучение угольных пластов с исключением пластов, не представляющих интерес для конкретного исследования.

В таблице представлены результаты прогноза оптимальной плотности сети опережающей эксплуатационной разведки по представленной выше методике для случая проходки разведочных скважин с дневной поверхности участка 2 Эльгинского каменноугольного месторождения.

Начальными точками привязки спрогнозированных оптимальных разведочных сетей опережающей эксплуатационной разведки в кластерных зонах в соответствии с принятой кластерной организацией месторождения [9] являются точки пересечения базовых профилей с кластерными профилями (см. рис. 1). При этом стоит отметить, что скважины, которые располагаются на базовом профиле, должны проходить и опробоваться на полную мощность углепородного массива, принятого к отработке горным предприятием.

ВЫВОДЫ

Учитывая вышепредставленный материал и результаты исследований, проведенных авторами, можно заключить, что прогноз оптимальной плотности сети опережающей эксплуатационной разведки на основе данных, характеризующих угольные пласты с применением кластерного подхода к организации угольных месторождений, позволяет обеспечить горному предприятию возможность эффективного управления процессом изучения углепородного массива, намечаемого к отработке в ближайшее время.

Стоит отметить, что наличие для каждой кластерной

Результаты прогноза оптимальной плотности сети опережающей эксплуатационной разведки участка 2 Эльгинского каменноугольного месторождения

Кластерная зона месторождения	Вскрываемый угольный пласт	Геометрические параметры сети разведочных скважин опережающей эксплуатационной разведки (интервал между профилями \times интервал между скважинами), м										
		Кластерная зона геологоразведочного профиля										
		1_2	2_2	3_2	4_2	5_2	6_2	7_2	8_2	9_2	10_2	11_2
2-1	Y_{14}	30x40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Y_6^B	–	–	–	–	–	30x35	30x65	–	–	–	–
	Y_4	30x80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Y_4^H	–	–	–	30x20	30x25	30x105	30x130	–	–	–	–
	H_{16}	30x120	–	–	30 x 180	30 x 125	30x140	30x195	–	–	–	–
	H_{15}^B	30 x 160	30 x 35	30 x 60	–	–	–	–	–	–	–	–
	H_{15}	210 x 160	210 x 140	210 x 180	210 x 180	210 x 200	210 x 175	210 x 195	–	–	–	–
2-2	Y_{12}	–	–	–	–	–	–	–	–	20x20	20x90	–
	Y_6^B	–	–	–	–	–	20x35	20x65	–	–	–	–
	Y_6	–	–	–	–	–	–	–	20x30	–	–	–
	Y_4	–	–	–	–	–	–	–	20x60	–	–	20x60
	Y_4^H	–	–	–	–	–	40x105	40x130	40x60	40x20	40x90	40x120
	H_{16}	–	–	–	–	–	200x140	200x195	200x60	200x20	200x90	200x120
	H_{15}	–	–	–	–	–	220x175	220x195	220x120	220x200	220x180	220x120
2-3	Y_5	–	–	–	–	–	40x20	–	–	–	–	–
	Y_4^H	–	–	40x60	40x20	40x20	40x120	40x135	–	–	–	–
	H_{16}	–	–	–	80x180	80x140	80x160	80x135	–	–	–	–
	H_{15}^B	–	–	80x60	–	–	–	–	–	–	–	–
	H_{15}	–	–	400x180	400x180	400x200	400x180	400x135	–	–	–	–
2-4	Y_4^H	–	–	–	–	–	–	40x135	40x100	40x20	–	–
	H_{16}	–	–	–	–	–	–	80x135	80x100	80x20	80x185	–
	H_{15}	–	–	–	–	–	–	400x135	400x100	400x200	400x185	–

зоны своей уникальной сети разведочных скважин позволяет более объективно подходить к планированию ежегодных затрат на проведение геологоразведочных работ горным предприятием, которые, как показано в работе [1], оказывают значительное влияние на повышение уровня геориска освоения месторождения.

Список литературы

- Смолич С.В., Смолич К.С. Геориски квалиметрии недр (геостатистика в приложениях): учеб. пособие. Чита: ЗабГУ, 2015. 174 с.
- Nawrocki T.-L., Jonck-Kowalska I. Assessing operational risk in coal mining enterprises – Internal, industrial and international perspectives // Resources Policy. 2016. Vol. 48. Pp. 50-67. doi: 10.1016/j.resourpol.2016.02.008.
- Stojanović C. Risk management model in surface exploitation of mineral deposits // Archives of Mining Sciences. 2016. Vol. 61(2). Pp. 293–308. doi: 10.1515/amsc-2016-0022.
- Mai N.L., Erten O., Topal E. A new generic open pit mine planning process with risk assessment ability // International Journal of Coal Science & Technology. 2016. Vol. 3(4). Pp. 407-417. doi: 10.1007/s40789-016-0152-z.
- Saikia K., Sarkar B. Coal exploration modelling using geostatistics in Jharia coalfield, India // International Journal of Coal Geology. 2013. Vol. 112. Pp. 36-52. doi: 10.1016/j.coal.2012.11.012.
- Soltani S., Safa M. Optimally Locating Additional Drill holes to Increase the Accuracy of Ore/Waste Classification // Mining Technology. Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy: Section A. 2015. Vol. 124(4). Pp. 213-221. doi: 10.1179/1743286315Y.0000000009.
- Geostatistical drillhole spacing analysis for coal resource classification in the Bowen Basin, Queensland / O. Bertoli, A. Paul, Z. Casley, D. Dunn // International Journal of Coal Geology. 2013. Vol. 112. Pp. 107-113. doi: 10.1016/j.coal.2012.12.010.
- Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов / В.В. Авдонин, Г.В. Ручкин, Н.Н. Шатагин и др. М.: Академический Проект, Фонд «Мир», 2016. 544 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/60034.html> (дата обращения: 15.03.2019).
- Гриб Н.Н., Кузнецов П.Ю. Кластерная организация месторождения как основа планирования оптимальной плотности сети углеразведочных скважин // Уголь. 2018. № 2. С. 68-74. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
- Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Оценка неоднородности и пространственной изменчивости показателей качества углей // Горный журнал. 2017. № 3. С. 47-54.
- Отчет о результатах детальной разведки Северо-Западного участка Эльгинского каменноугольного месторождения в Токинском угленосном районе Южно-Якутского бассейна за 1991–1996 гг.: / Н.П. Поляков, М.И. Павлик, Н.Н. Гриб и др. – в 3 т. Фонды ГТПП «Южякутгеология», 1996.
- Лебедев Г.В., Набиулина В.И. Методика определения оптимальной сети наблюдений в условиях скрытой периодичности геологических полей // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь: Изд-во ПГУ, 2008. № 10. С. 83-90.

13. Лебедев Г.В. Методы определения параметров систем опробования // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь: Изд-во ПГУ, 2007, № 4 (9). С. 76–90.

14. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: учеб. пособие для геол. вузов / Е.О. Погребетский, С.В. Парадеев, Г.С. Поротов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1977. 405 с.

15. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н. Обоснование поэтапно-го подхода к выбору плотности сети разведочных скважин на стадии эксплуатации угольного месторождения / Проблемы комплексного освоения георесурсов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 8 (специальный выпуск 21). С. 462–475.

UDC 550.8.013 © N.N. Grib, P.Yu. Kuznetsov, 2019

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 92-96

Title

OPTIMAL DENSITY PLANNING OF EXPLORATORY WELLS NETWORK DURING PRE-MINING GRADE CONTROL DRILLING BASED ON CLUSTER ARRANGEMENT OF COAL DEPOSITS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-92-96>

Authors

Grib N.N.¹, Kuznetsov P.Yu.^{1,2}

¹ Technical Institute (branch) of Ammosov North-Eastern Federal University (TI (b) NEFU), Nerungry, 678960, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation

² Branch HC "Yakutugol" JSC "Neryungrinskiy" open-pit mine, Neryungri, 678960, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation

Authors' Information

Grib N.N., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for science, Head of the Mining department, e-mail: grib@nyfygu.ru

Kuznetsov P.Yu., PhD (Geological and Mineralogical),

Associate Professor, doctoral candidate, leading mining engineer, e-mail: kuznetsov.pavel.yu@gmail.com

Abstract

The paper is devoted to the study of effective appliance of cluster-based method to coal deposit arrangement for optimal density planning of the exploratory wells network during pre-mining grade control drilling. The study object is the Elga coal deposit, put into operation with constant ramping up of coal extraction to the projected annual output. Taking into account the data of extension of the Elga coal deposit and basing on the cluster arrangement of the studied deposit and mathematical methods, authors show the possibility of realization of the optimal density planning of the exploratory wells network during pre-mining grade control drilling. The computational mathematical methods, used for retrieving the geometrical parameters of the exploratory wells network, include methods of geometrical autocorrelation and second-order difference technique. The main result of the research, basing on the considered method, is creation of unique networks of the exploratory wells for every cluster zone, composing the deposit with the purpose of efficient cost planning of the mining enterprise for the geological prospecting based on the data of spatial variability of the coal rock solid mass. The represented article is the logic conclusion of the research, submitted by the authors in the monthly scientific-technical and industrial-economic journal Ugol' No. 2, 2018.

Figures:

Fig. 1. Cluster zones of site 2 of Elga coal deposit [9]

Fig. 2. Cluster zones of geological-prospecting profiles of site 2 of Elga coal deposit [9]

Keywords

Elga coal deposit, Cluster arrangement of the coal deposits, Cluster zone, Pre-mining grade control drilling, Optimal density of the exploratory wells network, Basic profile; cluster profile.

References

- Smolich S.V. & Smolich K.S. *Georisk kvalimetrii nedr (geostatistika v prilozheniyakh)*: uchebnoye posobiye [Georisk qualification of the subsoil (geostatistics in applications): a tutorial]. Chita, ZabGU Publ., 2015, 174 p.
- Nawrocki T.-L. & Jonck-Kowalska I. Assessing operational risk in coal mining enterprises – Internal, industrial and international perspectives. *Resources Policy*, 2016, Vol. 48, pp. 50–67. doi: 10.1016/j.resourpol.2016.02.008.
- Stojanović C. Risk management model in surface exploitation of mineral deposits. *Archives of Mining Sciences*, 2016, Vol. 61 (2), pp. 293–308. doi: 10.1515/amsc-2016-0022.
- Mai N.L., Erten O. & Topal E. A new generic open pit mine planning process with risk assessment ability. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2016, Vol. 3(4), pp. 407–417. doi: 10.1007/s40789-016-0152-z.

5. Saikia K. & Sarkar B. Coal exploration modelling using geostatistics in Jharia coalfield, India. *International Journal of Coal Geology*, 2013, Vol. 112, pp. 36–52. doi: 10.1016/j.coal.2012.11.012.

6. Soltani S. & Safa M. Optimally Locating Additional Drill holes to Increase the Accuracy of Ore/Waste Classification. *Mining Technology*. Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy: Section A, 2015, Vol. 124(4), pp. 213–221. doi: 10.1179/1743286315Y.0000000009.

7. Bertoli O., Paul A., Casley Z. & Dunn D. Geostatistical drillhole spacing analysis for coal resource classification in the Bowen Basin, Queensland. *International Journal of Coal Geology*, 2013, Vol. 112, pp. 107–113. doi: 10.1016/j.coal.2012.12.010.

8. Avdonin V.V., Ruchkin G.V., Sharagin N.N. et al. *Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznykh iskopayemykh. Elektronnii resurs*. Uchebnik dlya vuzov [Prospecting and exploration of mineral deposits. Electronic resource. Textbook for high schools]. Moscow, Academic Proekt, Found "Mir" Publ., 2016, 544 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/60034.html> (accessed 15.03.2019).

9. Grib N.N. & Kuznetsov P.Yu. Klaster'naya organizatsiya mestorozhdeniya kak osnova planirovaniya optimal'noj plotnosti seti uglirazvedochnykh skvazhin [Cluster-based arrangement of the deposit as a basis of the planning reasonable density of coal wells]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 2, pp. 68–74. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022018.pdf> (accessed 15.03.2019).

10. Kuznetsov P.Yu., Grib N.N., Skomoroshko Yu.N. Otsenka neodnorodnosti i prostranstvennoj izmenchivosti pokazatelej kachestva uglej [Assessment of nonuniformity and spatial variability of coal quality indexes]. *Gornyi zhurnal – Mining Journal*, 2017, No. 3, pp. 47–54. doi: 10.17580/gzh.2017.03.09.

11. Polyakov N.P., Pavlik M.I., Grib N.N. et al. *Otchet o rezul'tatakh detal'noy razvedki Severo-Zapadnogo uchastka El'ginskogo kamennougol'nogo mestorozhdeniya v Tokinskom uglenosnom rayone Yuzhno-Yakutskogo basseyna za 1991–1996 gg.* [Report on the results of detailed exploration of the North-West section of the Elga coal field in the Tokinsky coal-bearing area of the South Yakutia basin for 1991–1996.] in 3 volumes. Funds of GGGP "Yuzhyaktgeologiya", 1996.

12. Lebedev G.V. & Nabiulina V.I. Metodika opredeleniya optimal'noy seti nablyudeniy v usloviyakh skrytoy periodichnosti geologicheskikh poley [Method for determining the optimal observation network under conditions of hidden periodicity of geological fields]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya – Perm University Newsletter. Geology*, 2008, No. 10, pp. 83–90.

13. Lebedev G.V. Metody opredeleniya parametrov sistem oprobovaniya [Methods of testing systems parameters definition]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya – Perm University Newsletter. Geology*, 2007, Vol. 4(9), pp. 76–90.

14. Pogrebetsky E.O., Paradeev S.V., Porotov G.S. et al. *Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznykh iskopayemykh*: ucheb. posobiye dlya geol. spets. vuzov [Searches and exploration of mineral deposits: studies. manual for geol. spec. universities]. 2nd ed., rev. and add. Moscow, Nedra Publ., 1977, 405 p.

15. Kuznetsov P.Yu. & Grib N.N. Obosnovanie poehtapnogo podkhoda k vyboru plotnosti seti razvedochnykh skvazhin na stadii ehkspluatatsii ugol'nogo mestorozhdeniya. Problemy kompleksnogo osvoeniya georesursov [Substantiation of the staged approach to exploratory grid interval selection at the stage of coal deposit operation. Georesources integrated development issues.]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2016, No. 8 (Special issue 21), pp. 462–475.

Анализ существующих методик оценки экологических рисков промышленных предприятий

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-97-100>

В статье рассмотрены разные виды рисков, наличие которых типично для деятельности промышленных предприятий, с дальнейшим выделением и обоснованием значимости экологического риска. В работе выявлены разносторонние методы управления экологическими рисками, вписываемые в экологическую политику предприятия, такие как принятие риска, передача риска, снижение его влияния и отказ от риска. Проанализированы действующие на практике методики оценки экологических рисков с отличными друг от друга основополагающими показателями расчета оценки риска: показатель выраженности экологического риска; показатель смертности живых организмов; показатель относительного ущерба воздействия; показатель интегрированного риска; показатель обобщенной функции; показатель приоритетного числа риска. На основе осуществленного анализа была выявлена и обоснована необходимость доработки методики оценки экологических рисков, подходящей под особенности Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Выбор методики, адекватно подходящей под условия деятельности предприятия, влияет на показатели результативности.

Ключевые слова: экологические риски, методы управления, отказ от риска, методики оценки экологического риска, устойчивое развитие, негативное воздействие, мероприятия по управлению риском, критерии оценки экологического риска.

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации на состояние 2017 г. ,согласно Росстату, насчитывалось 419,8 тыс. промышленных предприятий разных форм собственности [1]. При ведении своей производственно-хозяйственной деятельности промышленные предприятия находятся под постоянным влиянием различных рисков: промышленных, профессиональных и экологических.

При существенных угрозах со стороны рисков здоровью, жизни и состоянию компонентов природной среды в глобальном масштабе наибольшую опасность представляют экологические риски. Именно вопросы, связанные со снижением негативного воздействия экологических рисков до минимального уровня, являются актуальными [2, 3, 4].

КОЛЕСНИКОВА Людмила Алексеевна

Канд. экон. наук,
доцент Российского экономического университета им Г.В. Плеханова,
доцент НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (903) 572-97-78,
e-mail: luzu@yandex.ru

НОВИКОВ Александр Сергеевич

Магистрант кафедры
«Техносферная безопасность» НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (916) 909-80-01,
e-mail: anovikov.95@mail.ru

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

При рассмотрении и выявлении характеристик экологического риска предприятию необходимо соблюдать особый порядок этапов обнаружения риска (табл. 1).

Обзор существующих методов управления рисками показал, что предприятия располагают целым набором вариантов управления рисками: принятие риска; передача риска; снижение его влияния; отказ от риска.

Метод принятия риска состоит в том, что уровень риска является допустимым, в связи с этим сам риск – приемлемый. Предприятие не осуществляет никаких мер по его снижению, устранению, доказывая неоправданность экономических издержек. Продолжается ведение деятельности с контролем по риску [6].

В настоящее время все чаще встречается в использовании метод передачи риска. Имеются три вида передачи риска: через контрагентов; третьим лицам; передача специализированным компаниям.

Метод снижения риска представляет собой проведение предприятием определенного мероприятия, которое способно снизить вероятность возникновения эко-

Таблица 1

Поэтапный порядок обнаружения риска предприятием [5]

Номер этапа	Этапы обнаружения риска
1	Идентификация и документирование всех опасных факторов
2	Выявление и описание всех возможных негативных событий, их сценариев развития, последствий
3	Определение для каждого сценария уровня риска
4	На основе анализа рисков разработка и внедрение на предприятии мероприятий по управлению экологическими рисками

Существующие методики оценки экологических рисков [9, 10, 11, 12, 13, 14]

Автор	Основной показатель
О.А. Савватеева	Оценка базируется на системном подходе к решению проблемы и проявлена показателем степени выраженности экологического риска отдельного компонента окружающей среды
А.Н. Чапарин	Самым значимым показателем при оценке экологического риска является показатель смертности живых организмов, в результате которого могут быть установлены величины индивидуального и популяционного рисков
ГОСТ Р 14.09-2005 «Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента»	Для адекватной оценки экологического риска следует использовать относительный ущерб, с помощью которого можно сравнить значения экотоксичности на скрининговом уровне со значениями конкретного воздействия
А.В. Шерстнев	Оценивание экологического риска необходимо производить одновременно с оценкой социального и материального рисков. В этом случае возникает показатель интегрированного риска от рассматриваемого опасного объекта
Т.В. Бойко	Основой системы количественного оценивания экологических рисков являются индексы. Удобным способом построения обобщенного критерия является функция желательности
В.Н. Данилин, С.В. Степаненко, А.В. Корягин, Е.Ю. Ермолаев	Критерием оценки значимости является значение приоритетного числа риска

логического риска, повлиять на возникновение непригодной для окружающей среды ситуации.

Отказ от риска подразумевает наличие существенно или высокого уровня риска, на присутствие которого предприятие не может закрыть глаза.

Выбор конкретного метода управления экологическими рисками является очень сложным процессом, зависящим от размера, сферы деятельности и располагаемых средств предприятия [7, 8]. В практике встречаются и используются несколько методик оценки экологического риска (табл. 2).

По количеству и степени опасности экологических аспектов нефтегазовая отрасль значится среди первых в мировой практике. Каждый процесс производственно-хозяйственной деятельности несет в себе риск угрозы окружающей среде.

По существу, в России процессы обустройства и эксплуатации нефтегазовых месторождений повсеместно сопровождаются грубыми нарушениями, недочетами требований природоохранной деятельности. Эти недостатки наблюдаются, начиная со стадии освоения месторождения, его разработки, переработке углеводородного сырья, заканчивая стадией прекращения деятельности и ликвидации объектов добычи.

Значимой проблемой при оценке экологических рисков на нефтегазовых месторождениях служит возможность определения вероятности возникновения данного риска. Сложные технологические действия, усугубляемые трудными климатическими условиями, представляют препятствие персоналу для обнаружения риска во время производственной деятельности предприятия. Основная часть нефтегазовых месторождений России располагается в трудных природно-климатических условиях со своими экологическими рисками. Одним из таких месторождений является Ямбургское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ).

Месторождение было открыто в 1969 г., освоение началось только в 1986 г. По объему разведанных начальных запасов - Ямбургское месторождение занимает пятое место в мире. Относится к распределенному фонду недр.

Ямбургское НГКМ расположено в тундровой зоне, для

которой характерным является всеобщее плотное распространение в почве многолетней мерзлоты, глубина которой изменяется с 0,3 до 1,5 м [15]. Континентальный климат с продолжительной и холодной зимой являются неотъемлемой частью условий работы на месторождении.

Характерные особенности месторождения выступают факторами, которые и затрудняют процесс обнаружения экологического риска. Из всех рассмотренных методик оценки экологического риска только методика В.Н. Данилина, С.В. Степаненко, А.В. Корягина, Е.Ю. Ермолаева, основанная на значении приоритетного числа риска (ПЧР), включает в себя критерий обнаружения риска.

Недавно были провозглашены цели устойчивого развития, охватывающие охрану окружающей среды, социальное развитие и экономический рост [16]. Нефтегазовые предприятия, выходящие на международный рынок, обязаны вставать на путь достижения этих целей. В связи с этим, появляется необходимость доработки методики оценки экологического риска, основанной на ПЧР, которая уделяла бы внимание вопросу достижения целей устойчивого развития, адекватно подходящей под экологические риски, характерные для природно-климатических условий Ямбургского НГКМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нефтегазовое предприятие является масштабным объектом экономики [17, 18], затрагивающим все направления целей устойчивого развития. Это означает, что разработка, дальнейшая реализация соответствующих мероприятий напрямую будут влиять на экономическую результативность деятельности.

Список литературы

1. Институциональные преобразования в экономике URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/reform/ (дата обращения: 15.03.2019).
2. Колесникова Л.А. Анализ состояния окружающей среды в регионах с угледобывающими предприятиями // Уголь. 2017. № 4. С. 68-69. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042017.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

3. Колесникова Л.А. Экологические риски при создании объектов городской инфраструктуры в подземном пространстве // Уголь. 2018. № 3. С. 96-97. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

4. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries / A.E. Filin, O.M. Zinovieva, L.A. Kolesnikova, A.M. Merkulova // Eurasian Mining. 2018. N 1. Pp. 31-34.

5. Ман-Сунг Им, Ваганов П.А. Экологические риски. Учебное пособие. СПб.: Издательство СПбГУ, 2001. 152 с.

6. Управление экологическими рисками: существующие подходы и стандарты URL: <http://csrjournal.com/11668-upravlenie-ekologicheskimi-riskami-sushhestvuyushhie-podkhody-i-standarty.html> (дата обращения: 15.03.2019).

7. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. СПб.: РГТМУ, 2011. 446 с.

8. Касьяненко А.А. Современные методы оценки рисков в экологии. М.: Издательство РУДН, 2008. 271 с.

9. ГОСТ Р 14.09-2005 Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200077552> (дата обращения: 15.03.2019).

10. Шерстнев А.В. Экономическая оценка рисков в системе управления экологической безопасностью на производственных объектах. Автореф. дис.... канд. экон. наук. Саратов, 2012. 23 с.

11. Савватеева О.А. Оценка экологических рисков малых городов Московской области (на примере г. Дубны). Автореф. дис.... канд. биол. наук. Дубна, 2005. 24 с.

12. Бойко Т.В. Оценка экологического риска на основе индексных показателей // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ». Химия, химическая технология и экология. 2010. № 10. С. 103-108.

13. Разработка методики оценки рисков в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды на ОАО «КУБАНЬТРАНСОЙЛ» / В.Н. Данилин, С.В. Степаненко, А.В. Корягин, Е.Ю. Ермолаев / Материалы Всероссийской научно-технической интернет-конференции: «Экология и безопасность в техносфере». Орел: ОрелГТУ, 2009. С. 220.

14. Чапарин А.Н. Оценка экологического риска и его отображение в ГИС в интересах ЖКХ промышленных территорий. Автореф. дис.... канд. техн. наук. М., 2013. 24 с.

15. Ямбургское месторождение. Ямбургское НГКМ (нефтегазоконденсатное месторождение). URL: <http://monateka.com/article/8316/> (дата обращения: 15.03.2019).

16. Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. URL: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 15.03.2019).

17. Управление экологическими рисками: опыт российских и международных компаний URL: http://www.iblfrussia.org/files/book_6.pdf (дата обращения: 15.03.2019).

18. Никитина Ю.А. Экономические аспекты экологической безопасности в нефтегазовой отрасли (международный опыт и российская практика). Автореф. дис.... канд. экон. наук. М., 2012. 30 с.

UDC 502.35:622.85 © L.A. Kolesnikova, A.S. Novikov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, No. 4, pp. 97-100

Title THE ANALYSIS OF THE EXISTING TECHNIQUES OF ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-97-100>

Authors

Kolesnikova L.A.^{1,2}, Novikov A.S.²

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, 117997, Russian Federation

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

Authors' Information

Kolesnikova L.A., PhD (Economic), Associate Professor,

tel.: +7 (903) 572-97-78, e-mail: luzu@yandex.ru

Novikov A.S., Undergraduate of "Technosphere safety" department,

tel.: +7 (916) 909-80-01, e-mail: anovikov.95@mail.ru

Abstract

In paper different types of risks which existence is typical for activity of the industrial enterprises, with further allocation and justification of the importance of environmental risk are considered. In work the versatile methods of management of environmental risks entered in environmental policy of the enterprise such as adoption of risk, transfer of risk, decrease in its influence and refusal of risk are revealed. The techniques of assessment of environmental risks operating in practice with fundamental indicators of calculation of assessment of risk excellent from each other are analysed: indicator of expressiveness of environmental risk; indicator of mortality of live organisms; indicator of relative damage of influence; an indicator of the integrated risk; an indicator of the generalized function; indicator of priority number of risk. On the basis of the carried-out analysis the need of completion of a technique of assessment of environmental risks suitable under features of Yamburg gas field was revealed and proved. The choice of the technique which is adequately suitable under conditions of activity of the enterprise influences effectiveness indicators.

Keywords

Environmental risks, Management methods, Risk avoidance, Environmental risk assessment methodologies, Sustainable development, Negative impact, Risk management measures, Environmental risk assessment criteria.

References

1. *Institutsionalnye preobrazovaniya v ekonomike* [Institutional changes in the economy]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/reform/ (accessed 15.03.2019).
2. Kolesnikova L.A. Analiz sostoyaniya okruzhayushchej sredy v regionah s ugledobyvayushchimi predpriyatiyami [Environmental condition analysis in the mining regions]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 4, pp. 68-69. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042017.pdf> (accessed 15.03.2019).
3. Kolesnikova L.A. Ekologicheskie riski pri sozdaniy ob'ektov gorodskoj infrastruktury v podzemnom prostranstve [Environmental risks associated with urban infrastructure facilities underground accommodation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 96-97. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (accessed 15.03.2019).
4. Filin A.E., Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A. & Merkulova A.M. Prospects of safety control in combination of mining and metallurgy industries. *Eurasian Mining*, 2018, No. 1, pp. 31-34.
5. Man-Sung Im & Vaganov P.A. *Ekologicheskie riski. Uchebnoe posobie* [Environmental risks. Tutorial]. St. Petersburg, SPbGU Publ., 2001, 152 p.

6. *Upravlenie ekologicheskimi riskami: sushchestvuyushchie podhody i standarty* [Environmental risk management: existing approaches and standards]. Available at: <http://csrjournal.com/11668-upravlenie-ekologicheskimi-riskami-sushchestvuyushhie-podhody-i-standarty.html> (accessed 15.03.2019).

7. Muzalevskiy A.A. & Karlin L.N. *Ekologicheskie riski: teoriya i praktika* [Environmental risks: theory and practice]. St. Petersburg, RGGMU Publ., 2011, 446 p.

8. Kasyanenko A.A. *Sovremennye metody otsenki riskov v ekologii* [Modern methods of risk assessment in ecology]. Moscow, RUDN Publ., 2008, 271 p.

9. GOST R 14.09-2005. *Ekologicheskiy menedzhment. Rukovodstvo po otsenke riska v oblasti ekologicheskogo menedzhmenta* [Ecological management. Environmental Management Risk Assessment Guide]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200077552> (accessed 15.03.2019).

10. Sherstnev A.V. *Ekonomicheskaya otsenka riskov v sisteme upravleniya ekologicheskoy bezopasnostyu na proizvodstvennykh obektakh*. Avtoref. diss. kand. ekon. nauk [Economic risk assessment in the environmental safety management system at production facilities. Author's abstract of PhD (Economic) diss.]. Saratov, 2012, 23 p.

11. Savvateeva O.A. *Otsenka ekologicheskikh riskov malyykh gorodov Moskovskoy oblasti na primere g. Dubna*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Assessment of environmental risks of small towns in the Moscow region (using the example of Dubna). Author's abstract of PhD (Biological) diss.]. Dubna, 2005, 24 p.

12. Boyko T.V. *Otsenka ekologicheskogo riska na osnove indeksnykh pokazateley* [Environmental risk assessment based on indexes]. *Vestnik Nats. tekhn. Universiteta "KhPI". Himiya, himicheskaya tekhnologiya i ekologiya – Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute": Chemistry, chemical technology and ecology*, 2010, No. 10, pp. 103-108.

13. Danilin V.N., Stepanenko S.V., Koryagin A.V. & Ermolaev E.Yu. *Razrabotka metodiki otsenki riskov v oblasti promyshlennoy bezopasnosti, ohrany truda i okruzhayushchey sredy na OAO KUBANTRANSOYL* [Development of a risk assessment methodology in the field of industrial safety, labor and environmental protection at KUBANTRANSOYL JSC]. Materials of the All-Russian Scientific and Technical Internet Conference: "Ecology and Safety in the Technosphere". Orel, OrelGTU Publ., 2009, p. 220.

14. Chaparin A.N. *Otsenka ekologicheskogo riska i ego otobrazhenie v GIS v interesah ZhKKh promyshlennykh territoriy*. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. [Environmental risk assessment and its mapping in GIS in the interests of housing and communal services of industrial areas. Author's abstract of PhD (Engineering) diss.]. Moscow, 2013, 24 p.

15. *Yamburgskoe mestorozhdenie. Yamburgskoe NGKM (neftegazokondensatnoe mestorozhdenie)*. [Yamburgskoye field. Yamburgskoye NGKM (oil and gas condensate field)]. Available at: <http://monateka.com/article/8316/> (accessed 15.03.2019).

16. *Preobrazovanie nashego mira: povestka dnya v oblasti ustoychivogo razvitiya na period do 2030 g.* [Transforming our world: a sustainable development agenda until 2030]. Available at: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (accessed 15.03.2019).

17. *Upravlenie ekologicheskimi riskami: opyt rossiyskikh i mezhdunarodnykh kompaniy* [Environmental Risk Management: Experience of Russian and International Companies]. Available at: http://www.iblfrussia.org/files/book_6.pdf (accessed 15.03.2019).

18. Nikitina Yu.A. *Ekonomicheskie aspekty ekologicheskoy bezopasnosti v neftegazovoy otrasli (mezhdunarodnyy opyt i rossiyskaya praktika)*. Avtoref. dis. kand. ekon. nauk. [Economic aspects of environmental safety in the oil and gas industry (international experience and Russian practice). Author's abstract of PhD (Economic) diss.]. Moscow, 2012, 30 p.

СУЭК стала лауреатом конкурса РАСО за фотообразы российской природы

В Санкт-Петербурге 22 марта 2019 г. объявлены итоги открытого XII конкурса «Корпоративный календарь», проводимого РАСО-Пермь. Представленный на конкурс корпоративный календарь СУЭК на 2019 год был признан лауреатом конкурса в номинации «Фотообразы».



природы России. В календарях на 2019 г. представлена природа регионов, в которых расположены предприятия СУЭК: в квартальном календаре представлены Кемеровская область, Хабаровский край и Приморский край; в настольном календаре представлены Кемеровская и Мурманская области, республики Хакасия и Бурятия, Забайкальский, Красноярский, Приморский и Хабаровский края.

Свои календари на конкурс представили 43 компании. Победители конкурса определялись интернет-голосованием и экспертным советом, в состав которого входят известные профессионалы коммуникационной отрасли.

Подробнее о представленных на конкурс календарях см. на сайте: <http://raso.perm.ru/projects/corp-calendar/participants/corp-calendar-2019/18-01-2019/5204/>.

Компания традиционно выступает за то, чтобы активнее узнавать и познавать Россию, в том числе ее великолепную уникальную природу. Поэтому уже не первый год традиционно на календарях СУЭК отобразена красота

«Конкурс «Корпоративный календарь» – самый авторитетный конкурс календарей в России. Инициатором создания конкурса является Пермское представительство Российской ассоциации по связям с общественностью. АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) неоднократно становилась лауреатом конкурса, в том числе в 2013, 2014, 2015, 2017 гг.



Оценка возможности использования *Sorbus aucuparia* для рекультивации нарушенных земель вблизи разреза «Бородинский»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-101-105>

В статье показано воздействие угледобывающего предприятия в Рыбинском районе Красноярского края (Филиал АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский» имени М.И. Щадова») на стабильность развития рябины обыкновенной. Репрезентативность данных подтверждена соответствующей статистической обработкой. Выявлен морфометрический показатель листовой пластинки рябины обыкновенной, чувствительный к негативным факторам в окружающей природной среде, усиливающимся под влиянием угледобывающей отрасли. Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии характеризовался наибольшим значением (0,033) у листовых пластинок растений, произрастающих вблизи угольного разреза, а также увеличивался в результате неблагоприятных климатических условий – одновременное повышение температуры и снижение количества выпавших осадков. На основе сравнения стабильности развития с изученными нами видами растений сделан вывод, что возможно использовать рябину обыкновенную для озеленения техногенно нарушенных территорий.
Ключевые слова: угледобывающая отрасль, окружающая природная среда, рябина обыкновенная, стабильность развития, загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

Среди десяти выделяемых в настоящее время регионов Российской Федерации, обладающих наибольшими запасами топливно-энергетических ресурсов, Красноярский край занимает третье место [1]. Однако достаточно суровые климатические условия, в частности резко континентальный климат, накладывают значительный отпечаток не только на условия добычи угля, но и на степень воздействия данного производства относительно состояния окружающей среды. Отработка запасов каменного угля разреза «Бородинский» Красноярского края, начиная с момента ввода его в эксплуатацию в 1950 г. [2], ведется открытым способом и сопровождается, соответственно, как стационально-деструкционным, так и ингредиентным загрязнением. Таким образом, угледобывающая отрасль оказывает значительное негативное влияние на снижение биоразнообразия прилегающих территорий как в результате непосредственного воздействия за счет уничтожения мест обитания, так и косвенного – путем воздействия на место произрастания растительного сырья химических и физических факторов [3]. В последнее время увеличивается число публикаций, посвященных как мониторингу техногенного воздействия угледобывающих предпри-

СЛЕПОВ Александр Николаевич

Преподаватель Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 662972, г. Железногорск, Россия, e-mail: randow2010@yandex.ru

ЛАГУНОВ Андрей Николаевич

Канд. пед. наук, начальник кафедры пожарно-технических экспертиз Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 662972, г. Железногорск, Россия, e-mail: a.lagunov@mail.ru

КОРОТЧЕНКО Ирина Сергеевна

Канд. биол. наук, доцент Красноярского государственного аграрного университета, 660049, г. Красноярск, Россия, e-mail: kisaspi@mail.ru

БОЯРИНОВА Светлана Петровна

Старший преподаватель Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 662972, г. Железногорск, Россия, e-mail: sveta1208@mail.ru

ПЕРВЫШИНА Галина Григорьевна

Доктор биол. наук, профессор Сибирского федерального университета, 660075, г. Красноярск, Россия, e-mail: eva_apple@mail.ru

ятий на состояние окружающей среды [4, 5, 6], так и решению проблемы снижения биоразнообразия за счет посадки древесно-кустарниковых пород [7].

Однако на развитие растений, в том числе древесных, оказывают значительное влияние как климатические условия места произрастания, так и физико-химические и биотические особенности среды [8]. Достаточно популярным показателем для определения уровня стабильности развития растения на сегодняшний день является индекс флуктуирующей асимметрии (ИФА), характеризующий незначительное отклонение от нуля разности ве-

личин правой и левой части билатерально симметричного признака. Ряд авторов демонстрируют достаточно успешное использование данного показателя для определения уровня стабильности развития растения [9, 10], другие отмечают отсутствие или достаточно слабую корреляцию увеличения ИФА при стрессе [11]. В то же время изучение ИФА листовых пластин показало серьезное влияние на данный показатель как биотических [12], так и абиотических факторов [13, 14, 15].

Конечно, методологически определение уровня стабильности растения с использованием ИФА вызывает ряд вопросов. Так, М.В. Козлов с соавторами [16] обращает внимание на то, что получение корректных оценок требует применения не только трудоемких и достаточно высокоточных измерений, но и использования статистических методов обработки полученных результатов.

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы явилось определение стабильности развития рябины обыкновенной, произрастающей на территории Рыбинского района Красноярского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Модельным объектом являлись полносформированные листья рябины обыкновенной, собранные в период 2–9 сентября 2016–2018 гг. на территории двух экспериментальных площадок, расположенных в Рыбинском районе Красноярского края (рис. 1).

Поскольку листья рябины обыкновенной сложные, проводили отбор образцов длиной 17–18 см, с 9–11 сидячими широколанцетными зубчатыми по краю листиками. Из-

мерению подвергали каждую листовую пластинку длиной 4–5 см. В настоящем исследовании нами была использована широко распространенная методика [16, 17], на основании которой для анализа осуществляли отбор не менее 200 шт. листьев на каждом рассматриваемом участке. Данная операция выполнялась с южной и западной сторон кроны (средняя часть) с 5–10 растений. Листья отжимали между слоями фильтровальной бумаги и гербаризировали. Для обмера использовали листовые пластинки, не имеющие механического повреждения или деформации. Подготовленное растительное сырье сканировали с разрешением 400 dpi. Измерения проводились пятью участниками, информация о месте сбора листьев была зашифрована. На листовых пластинках осуществляли промеры наиболее стандартных [17, 18] метрических билатеральных признаков:

- j_1 – ширины левой и правой половинок листовой пластинки;
- j_2 – расстояния от основания листовой пластинки до конца жилки второго порядка;
- j_3 – расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
- j_4 – расстояния между концами первой и второй жилок второго порядка;
- j_5 – угла между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Поскольку ранее А.А. Зориной [19] было установлено, что объекты разного качества можно сравнивать при использовании базового способа нормировки статистических данных, статистическая обработка данных проводилась с его использованием.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты дисперсионного анализа показали значительную, по сравнению с другими признаками, асимметрию листовой пластины рябины обыкновенной относительно показателей j_1 и j_3 (рис. 2), поэтому дальнейшую оценку стабильности развития растений осуществляли с использованием данных показателей.

Рассматривая климатические условия произрастания растений, следует отметить, что наибольшее количество осадков выпало в 2017 г. – данный показатель относительно 2016 г. составил 155%, относительно 2018 г. – 206,1% (см. таблицу).

При этом средняя температура воздуха в течение вегетационных периодов различалась незначительно.

Действительно, прослеживается незначительное влияние года сбора на наиболее значимые показатели асимметрии листовой пластины рябины обыкновенной (рис. 3). Возможно, это связано с тем, что отсутствовали значительные колебания температуры, и в основном были зарегистрированы только значительные



Рис. 1. Карта-схема отбора растительных проб на территории Рыбинского района Красноярского края:

- 1 – вблизи угольного разреза «Бородинский» Канско-Ачинского угольного бассейна;
- 2 – вблизи п. Урал (удаление от автотрасс – не менее 200 м)

Fig. 1. Map diagram of the selection of plant samples in the Rybinsk district of the Krasnoyarsk Region:

- 1 – near the coal mine “Borodinsky” Kansk-Achinsk coal basin; 2 – near the Ural p. (At least 200 m away from the motorways)

Климатические показатели на территории Рыбинского района Красноярского края, 2016-2018 гг.

Месяцы	Средняя температура воздуха, °С			Количество выпавших осадков за месяц, мм			Климатическая норма	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	T, °С	R, мм
Май	8,4	11,2	10,4	85	61	38	10,4	44
Июнь	18,7	19,5	19,8	29	44	55	15,9	63
Июль	20,4	18,8	17,7	77	43	41	18,7	76
Август	16,7	15,7	18,0	43	190	30	15,7	67
Среднее	16,1	16,3	16,5	58,5	84,5	41	15,2	62,5

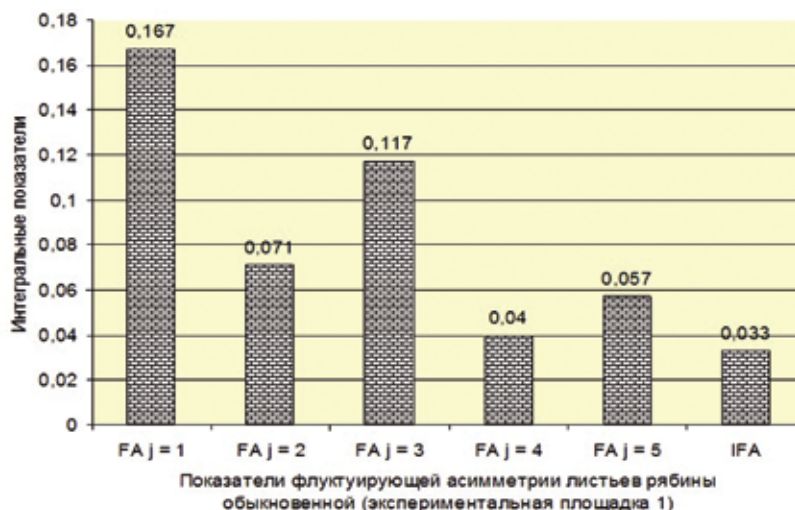


Рис. 2. Показатели флуктуирующей асимметрии листьев рябины обыкновенной, произрастающей на экспериментальной площадке 1 (сбор – сентябрь 2017 г.)

Fig. 2. Indicators of fluctuating asymmetry of leaves of the mountain ash ordinary, growing on the experimental site 1 (collection of September 2017)

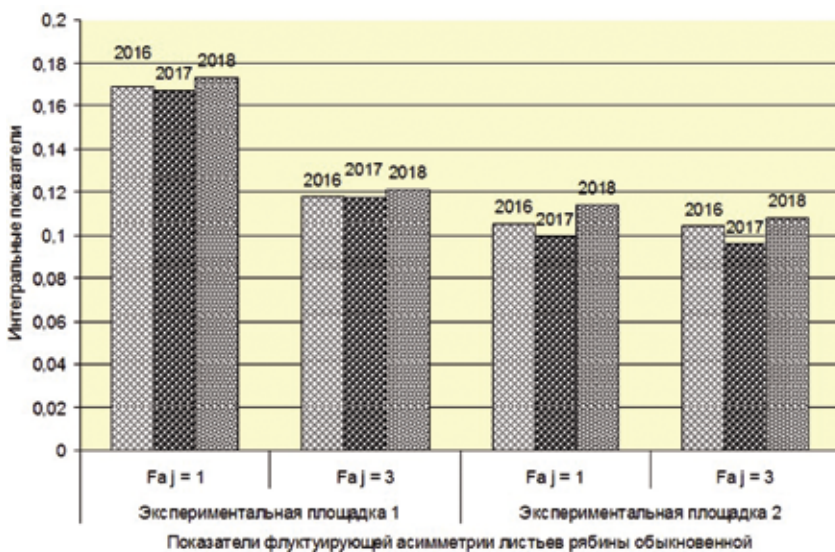


Рис. 3. Влияние года и места сбора на величину ИФА листовой пластинки рябины обыкновенной

Fig. 3. The influence of the year and place of collection on the amount of IFA of a rowan leaf of the mountain ash

колебания в количестве выпавших осадков. С этой точки зрения 2018 г. был неблагоприятным – при незначительном количестве осадков он характеризовался достаточно высокой среднемесячной температурой.

Большее значение имеет место произрастания растения. Несмотря на то, что авторы работы [11] отмечают не-

возможность использования ИФА в качестве надежного показателя экологического стресса, ими было зафиксировано увеличение данного показателя при загрязнении тяжелыми металлами. В нашем случае повышенное значение ИФА наблюдается у растений, расположенных вблизи разреза «Бородинский». Это может быть связано, в первую очередь, с ингредиентным загрязнением. Аналогичные закономерности нами были выявлены ранее на примере флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой [20].

В то же время следует отметить достаточно низкое значение интегрального показателя (Fa) рябины обыкновенной, что свидетельствует о неплохой стабильности развития растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований показаны достаточно высокая стабильность развития рябины обыкновенной в условиях Рыбинского района Красноярского края и, как следствие, возможность использования данного вида для озеленения и благоустройства территорий, прилегающих к разрезу «Бородинский» ОАО «СУЭК-Красноярск».

Список литературы

1. Левинзон С.В. Энергоресурсы: прогнозы и реальность. М.: Академия естествознания, 2018. 409 с.
2. Артемьев В.Б. Преодолен рубеж в миллиард тонн угля // Уголь. 2014. № 8. С.7-10. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082014.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора. Кемерово, Новокузнецк: ИнЭКА, 2017. 256 с.
4. Сафронова О.С., Евсева И.Н. Мониторинг техногенного воздействия разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакассия» на территорию санитарно-защитной зоны // Уголь. 2018. № 9. С.95-98. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
5. Балакина Г.Ф., Куликова М.П. Экологические проблемы формирования углепромышленной отрасли в Респу-

блике Тыва // Уголь. 2018. № 11. С. 96-101. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

6. Результаты дистанционного мониторинга экологического состояния нарушенных земель разрезом «Коркинский» / И.В. Зеньков, Б.Н. Нефедов, Е.В. Кирышина, В.В. Заяц // Уголь. 2018. № 9. С. 99-102. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

7. Способ выращивания кустарниковых пород для биологической рекультивации техногенных отвалов в аридных условиях Республики Хакасия / А.Т. Лавриненко, Н.А. Остапова, О.С. Сафронова, И.Н. Евсеева // Уголь. 2018. № 11. С. 92-94. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

8. Баранов С.Г. Феногенетический аспект асимметрии листовых пластин *Betula pendula* Roth. // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2016. № 11 (232). Вып.35. С.10-20.

9. Зорина А.А., Коросов А.В. Характеристика флуктуирующей асимметрии листа двух видов берез в Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2007. Вып. 11. С. 28-36.

10. Зыков И.Е., Федорова Л.В., Баранов С.Г. Оценка биоиндикационного значения уровня изменчивости параметров листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях города Орехово-Зуево и Орехово-Зуевского района // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2015. № 1. С.15-21.

11. Sandner T.M., Zverev V., Kozlov M.V. Can the use of landmarks improve the suitability of fluctuating asymmetry in plant leaves as an indicator of stress? // *Ecological Indicators*. 2019. 97. Pp. 457-465.

12. Reproducibility of fluctuating asymmetry measurements in plants: Sources of variation and implications for

study design / M.V. Kozlov, T. Cornelissen, D.E. Gavrikov, M.A. Kunavin, A.D. Lama, J.R. Milligan, V. Zverev, E.L. Zvereva // *Ecological indicators*. 2017. N 73. Pp. 733-740. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.10.033.

13. Baranov S.G. Littleleaf Linden *Tilia cordata* (Mill.): Only Some Bilateral Traits Indicate Chemical Pollution Induced by Chemical Plant // *Advances in Biological Research*. 2014. Vol. 8(4). Pp. 143-148.

14. Baranov S.G. Use of morphogeometric method for study fluctuating asymmetry in leaves *Tilia cordata* under industrial pollution // *Adv. Environ. Biol.*, Vol. 8(7). 2014. Pp. 2391-2398.

15. The effect of air pollution and other environmental stressors on leaf fluctuating asymmetry and specific leaf area of *Salix alba* L. / T. Wuytack, K. Wuyts, S. Van Dongen, L. Baeten, F. Kardel, K. Verheyen, R. Samson // *Environmental pollution*. 2011. Vol. 159(10). Pp. 2405-2411.

16. Козлов М.В. Исследование флуктуирующей асимметрии растений в России: мифология и методология // *Экология*. 2017. № 1. С.3-12.

17. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. М.: Центр экологической политики России, 2000. 66 с.

18. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ: распоряжение Росэкологии от 16 октября 2003 г. М., 2003. № 460-р. 24 с.

19. Зорина А.А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии // *Принципы экологии*. 2012. Т. 1. № 3. С. 24-47.

20. Первышина Г.Г., Коротченко И.С. Оценка стабильности развития березы повислой, произрастающей вблизи месторождений «Бородинское» и «Итатское» Канско-Ачинского угольного бассейна // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 9. С.116-121.

UDC 622.85:574.24(571.51) © A.N. Slepov, A.N. Lagunov, I.S. Korotchenko, S.P. Boyarinova, G.G. Pervyshina, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 101-105

Title ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING *SORBUS AUCUPARIA* FOR THE RECULTIVATION OF DISTURBED LANDS NEAR "BORODINSKY" OPEN-PIT MINE

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-101-105>

Authors

Slepov A.N.¹, Lagunov A.N.¹, Korotchenko I.S.², Boyarinova S.P.¹, Pervyshina G.G.³

¹ Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia, Zheleznogorsk, 662972, Russian Federation

² Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

³ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federati

Authors' Information

Slepov A.N., teacher, e-mail: randow2010@yandex.ru

Lagunov A.N., PhD (Pedagogical), Chief of Fire investigations department, e-mail: a.lagunov@mail.ru

Korotchenko I.S., PhD (Biological), Associate Professor, e-mail: kisaspi@mail.ru

Boyarinova S.P., Senior teacher, e-mail: sveta1208@mail.ru

Pervyshina G.G., Doctor of Biological Sciences, Professor, e-mail: eva_apple@mail.ru

Abstract

The paper shows the impact of a coal-mining enterprise in the Rybinsky district of the Krasnoyarsk Territory (Branch "Borodinsky" open-pit mine of "SUEK-Krasnoyarsk" JSC) on the stability of the mountain ash. The representativeness of data is confirmed with the corresponding statistical processing. A morphometric indicator of a rowan ashberry is found to be sensitive to negative factors in the environment, which are aggravated by the coal mining industry. The integral indicator of fluctuating asymmetry was characterized by the highest value (0,033) in the leaf blades of plants growing near the

coal mine, and also increased as a result of adverse climatic conditions – a simultaneous temperature increase and a decrease in the amount of precipitation. On the basis of comparing the stability of development with the plant species studied by us, it was concluded that it is possible to use mountain ash ordinary for planting of technologically disturbed areas.

Figures:

Fig. 1. Map diagram of the selection of plant samples in the Rybinsk district of the Krasnoyarsk Region:

1 – near the coal mine "Borodinsky" Kansko-Achinsk coal basin; 2 – near the Ural p. (At least 200 m away from the motorways)

Fig. 2. Indicators of fluctuating asymmetry of leaves of the mountain ash ordinary, growing on the experimental site 1 (collection of September 2017)

Fig. 3. The influence of the year and place of collection on the amount of IFA of a rowan leaf of the mountain ash

Keywords

Coal mining industry, Natural environment, Mountain ash, Development stability, Pollution.

References

- Levinzon S.V. *Energoresursy: prognozy i realnost* [Energy resources: forecasts and reality]. Moscow, Academy of natural sciences Publ., 2018, 409 p.
- Artemiev V.B. Preodolen rubezh v milliard tonn uglja [Milestone of billion tons of coal got over]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2014, No. 8, pp. 7-10. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082014.pdf> (accessed 15.03.2019).
- Sbornik innovacionnyh resheniy po sohraneniyu bioraznoobraziya dlya ugledobyvayushchego sektora* [Collection of innovative solutions on preservation of a biodiversity for the coal-mining sector]. Kemerovo, Novokuznetsk. InEca Publ., 2017, 256 p.
- Safronova O.S. & Evseeva I.N. Monitoring tekhnogenogo vozdeystviya razreza "Chernogorskiy" OOO "SUEK-Hakassiya" na territoriyu sanitarno-zashchitnoy zony [Monitoring of anthropogenic impact of "Chernogorskiy" open-pit mine "SUEK-Khakassia" LLC on the territory of sanitary-protective zone]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 9, pp. 95-98. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (accessed 15.03.2019).
- Balagina G.F. & Kulikov M.P. Ekologicheskie problemy formirovaniya ugledopromyshlennoy otrasli v Respublike Tyva [Environmental problems of coal industry formation in the Republic of Tyva]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 11, pp. 96-101. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112018.pdf> (accessed 15.03.2019).
- Zenkov I.V., Nefedov B.N., Kiriushina E.V., Zayatz V.V. Rezultaty distantsionnogo monitoringa ekologicheskogo sostoyaniya narushennyh zemel' razrezom "Korkinskiy" [Results of disturbed lands environmental condition remote monitoring in "Korkinskiy" open-pit mine]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 9, pp. 99-102. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (accessed 15.03.2019).
- Lavrinenko A.T., Ostapova N.A., Safronova O.S. & Evseeva I.N. Sposob vyrashchivaniya kustarnikovykh porod dlya biologicheskoy reaktivatsii tekhnogenykh otvalov v aridnykh usloviyakh Respubliki Hakassiya [A method of growing trees and shrub species for biological reclamation of technogenic dumps in the arid environment of the Republic of Khakassia]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 11, pp. 92-94. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112018.pdf> (accessed 15.03.2019).
- Baranov S.G. Fenogeneticheskiy aspekt asimmetrii listovoy plastin Betula pendula Roth [Phenogenetic aspect of asymmetry of leaf plate of Betula pendula Roth]. *Scientific sheets*. Series Natural sciences, 2016, Vol. 11(232), Issue. 35, pp. 10-20.
- Zorina A.A. & Korosov A.V. Harakteristika fluktuiruyushchey asimmetrii lista dvuh vidov berez v Karelii [Characteristics of the fluctuating leaf asymmetry in two birch species in Karelia]. *Works of the Karelian scientific center of the Russian Academy of Sciences*, 2007, Issue 11, pp. 28-36.
- Zykov I.E., Fedorova L.V. & Baranov S.G. Ocenka bioindikatsionnogo znacheniya urovnya izmenchivosti parametrov listovoyh plastinok lipy melkolistnoy (Tilia cordata Mill.) v usloviyakh goroda Orekhovo-Zuevo i Orekhovo-Zuevskogo rayona [Assessment of the biological value of the level of variability of the parameters of leaf blades of small-leaved linden (Tilia cordata mill.) in the city of Orekhovo-Zuevo and Orekhovo-Zuevo region]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta – Bulletin of the Moscow state regional university*. Series Natural sciences, 2015, No. 1, pp. 15-21.
- Sandnera T.M., Zverev V. & Kozlov M.V. Can the use of landmarks improve the suitability of fluctuating asymmetry in plant leaves as an indicator of stress? *Ecological Indicators*, 2019, Vol. 97, pp. 457-465.
- Kozlov M.V., Cornelissen T., Gavrikov D.E., Kunavin M.A., Lama A.D., Milligan J.R., Zverev V. & Zvereva E.L. Reproducibility of fluctuating asymmetry measurements in plants: Sources of variation and implications for study design. *Ecological indicators*, 2017, Vol. 73, pp. 733-740. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.10.033.
- Baranov S.G. Littleleaf Linden Tilia cordata (Mill.): Only Some Bilateral Traits Indicate Chemical Pollution Induced by Chemical Plant. *Advances in Biological Research*, 2014, Vol. 8(4), pp. 143-148.
- Baranov S.G. Use of morphogeometric method for study fluctuating asymmetry in leaves Tilia cordata under industrial pollution. *Adv. Environ. Biol.*, Vol. 8(7), 2014, pp. 2391-2398.
- Wuytack T., Wuyts K., Van Dongen S., Baeten L., Kardel F., Verheyen K. & Samson R. The effect of air pollution and other environmental stressors on leaf fluctuating asymmetry and specific leaf area of Salix alba L. *Environmental pollution*, 2011, Vol. 159(10), pp. 2405-2411.
- Kozlov M.V. Issledovanie fluktuiruyushchey asimmetrii rasteniy v Rossii: mifologiya i metodologiya [Study of fluctuating asymmetry of plants in Russia: mythology and methodology]. *Ecology*, 2017, No. 1, pp. 3-12.
- Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I. et al. *Zdorov'e sredy: metodika ocenki* [Health of the environment: assessment technique]. Moscow, Center for environmental policy of Russia Publ., 2000, 66 p.
- Metodicheskie rekomendatsii po vypolneniyu ocenki kachestva sredy po sostoyaniyu zhivykh sushchestv: Rasporyazhenie Rosekologii ot 16 oktyabrya 2003* [Methodical recommendations about performance of assessment of quality of the environment about a condition of living beings: Rosekologiya's order of October 16, 2003, No. 460-r. Moscow, 2003, 24 p.
- Zorina A.A. Metody statisticheskogo analiza fluktuiruyushchey asimmetrii [Methods of statistical analysis of the fluctuating asymmetry] *Principy ekologii – Principles of ecology*, 2012, Vol. 1(3), pp. 24-47.
- Pervyshina G.G. & Korotchenko S.I. Ocenka stabilnosti razvitiya berezy povisloy, proizrastayushchey vblizi mestorozhdeniy "Borodinskoe" i "Itatskoe" Kansk-Achinskogo ugolnogo basseyna [The assessment of stability of development of silver birch, growing near the fields "Borodinskoe" and "Itatskoye" of Kansk-Achinsk coal basin. *Vestnik KrasGAU – Bulletin of KrasGAU*, 2017, No. 9, pp. 116-121.

На Всероссийской конференции ООПТ представили проект по корпоративному волонтерству с участием СУЭК

21-23 марта 2019 г. в г. Сочи состоялась Всероссийская конференция по развитию особо охраняемых природных территорий. Во втором дне конференции принял участие министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Дмитрий Кобылкин. Глава Минприроды осмотрел выставку, в рамках которой были представлены некоторые наиболее успешные проекты российских федеральных заповедников и национальных парков и других организаций, касающиеся заповедной тематики.

Министр также дал старт проекту по корпоративному волонтерству «Стать участником экокоманды», который будет реализован в 2019 г. совместно с АО «СУЭК».

Руководитель АНО «Экспоцентр «Заповедники России» (оператор проекта) **Мурзег Абдуселимов** рассказал, что проект является развитием программы волонтерских лагерей на особо охраняемых природных территориях. Экодобровольчество позволяет эффективно решать множество задач, на которые у сотрудников ООПТ не хватает «рабочих рук». Одним из актуальных форматов доброволь-



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

ной помощи ООПТ являются корпоративные волонтерские десанты. Сотрудники компаний отправятся в заповедные уголки страны, чтобы помочь заповедникам и национальным паркам в решении накопившихся задач.

В рамках старта проекта «Стать участником экокоманды» несколько десятков сотрудников СУЭК поедут помогать в самые красивые заповедные территории Дальнего Востока.

География проекта включает в себя: озеро Ханка (заповедник «Ханкайский»); мыс Столбчатый (заповедник «Курильский»), остров Петрова (объединенная дирекция Лазовского заповедника и национального парка «Зов тигра»), Шантарские острова (ФГБУ «Заповедное Приамурье»), Ленские столбы, Долину гейзеров (Кроноцкий заповедник), долину реки Бикин (национальный парк «Бикин»), Командорские острова (Командорский заповедник имени С.В. Маракова), экологический маршрут «Тропой леопарда» (ФГБУ «Земля Леопарда»), пролив Сенявина (национальный парк «Берингия»).

Результаты исследования условий развития соснового бора в восточном секторе внутренних отвалов угольного разреза «Бородинский»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-106-109>

ЗЕНЬКОВ Игорь Владимирович

Доктор техн. наук, Заслуженный эколог РФ, профессор Сибирского федерального университета, профессор ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», 660037, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

МОРИН Андрей Степанович

Доктор техн. наук, заведующий кафедрой ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 660041, г. Красноярск, Россия

ВОКИН Владимир Николаевич

Канд. техн. наук, профессор ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Елена Васильевна

Канд. техн. наук, доцент ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 660041, г. Красноярск, Россия

ЖУКОВА Валентина Владимировна

магистрант ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», инженер ИВТ СО РАН, 630090, г. Новосибирск, Россия

В статье представлены результаты многолетнего экологического мониторинга состояния соснового бора, появившегося на породных отвалах угольного разреза «Бородинский» в результате лесной рекультивации. Установлен прирост сосен в возрасте 14 лет, а также исследовано влияние основных факторов технологического характера на этот показатель. Представлены зависимости высоты деревьев от состава горных пород, уложенных в верхний слой породного отвала.

Ключевые слова: угольный разрез «Бородинский», породные отвалы, восстановление нарушенных земель, лесная рекультивация, экологические показатели, техногенная продуктивная смесь, лесные экосистемы, сосновый бор.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы объем добычи энергетических углей в мировой экономике постоянно увеличивается. В Китае ежегодно добывают более 3 млрд т, в странах Восточной Европы и на восточном побережье Австралии суммарный объем добычи угля открытым способом достиг 550 и 700 млн т соответственно. Не исключением из этого списка являются США и ЮАР с объемами ежегодно добытого угля на уровне 800 и 250 млн т соответственно. Анализ российской тенденции в изменении объемов добываемого угля открытым способом показывает, что этот показатель в ближайшие годы будет только увеличиваться [1]. Растущая динамика производственных показателей также просматривается в деятельности угольных разрезов, работающих на месторождениях Канско-Ачинского бассейна [2]. В мировом недропользовании на отработанных участках месторождений угольные разрезы восстанавливают экобаланс путем проведения работ по рекультивации нарушенных земель. Прикладные задачи в области рекультивации территорий горнопромышленных ландшафтов, созданных при разработке угольных месторождений открытым способом, решают российские и зарубежные экологи-исследователи с представлением результатов в специальной литературе [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Обзор этих источников и других аналогичных работ подтвердил актуальность и целесообразность наших исследований, поскольку до сих пор не исследовано состояние соснового бора, появившегося в результате лесной рекультивации на отвалах угольных разрезов Канско-Ачинского бассейна, с выявлением факторов, влияющих на формирование и развитие деревьев хвойных пород, свойственных территориям Канско-Ачинской лесостепной географической зоны.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Кратко остановимся на технологических особенностях отсыпки породных отвалов при разработке открытым способом месторождений Канско-Ачинского угольного бассейна. Как показывает многолетняя практика, существующие технологии и организация открытых горных работ, логистика вскрышных карьерных грузопотоков не способствуют селективной, послонной отсыпке породных отвалов. В технологиях отвалообразования также не предусмотрена отдельная отсыпка вскрышных пород, в результате которой вертикальный разрез отвала мог быть максимально схожим с вертикальным разрезом вскрышного борта ка-

рьера. Это означает, что в поверхностный слой отвала мощностью 3 м и более должны быть уложены горные породы четвертичного возраста – глины, суглинки, пески, супеси и тому подобные, мощность которых на месторождении достигает 20 м, а в тело отвала – горные породы, вынесенные из глубины разрабатываемого месторождения: алевролиты, песчаники, аргиллиты и др. Как показывает практика, отвалы, отсыпанные глубинными горными породами, заселяются растительным сообществом с большой задержкой по времени.

В открытых горных работах вскрышные породы четвертичного возраста отрабатываются экскаваторами, устанавливаемыми в карьере на нижней площадке верхнего уступа высотой до 15 м. Эти породы обладают высокой продуктивностью и являются пригодными для произрастания на них высших сосудистых растений. Все, что остается ниже 15 м, экскавируется совместно с горными породами, при отсыпке которых в поверхностный слой отвала на последних процессах восстановления всех видов растительного покрова протекают с большой задержкой во времени. Слои горных пород, находящиеся ниже первого уступа, являются непригодными для нормального развития на них всех видов растительного покрова. В существующих технологиях отсыпки отвалов в их поверхностный слой драглайном ЭШ-10/70 могут быть уложены: горные породы четвертичного возраста; горные породы, вынесенные из глубины карьера – алевролиты, песчаники и другие; горные породы четвертичного возраста в смеси с алевролитами и песчаниками.

В ходе полевой экспедиции по исследованию экологического состояния соснового бора, проведенной в период с 2015 по 2018 г. на территории восточного сектора внутренних породных отвалов угольного разреза «Бородинский», коллективом научно-практической школы, созданной И.В. Зеньковым, получены следующие результаты.

Отметим, что угольный разрез «Бородинский» для наших исследований был выбран не случайно, поскольку его коллективом накоплен многолетний, и во многом положительный, опыт в проведении работ по лесной рекультивации. На поверхности отвалов в апреле-мае 2008 г. выполнены работы по горнотехнической рекультивации с использованием мощного бульдозера Komatsu D275A. Проведено выполаживание откосов породных отвалов железно-дорожной вскрыши. Отвалы, на которых проводились работы по горнотехнической рекультивации, отсыпаны дра-

глайном ЭШ-10/70 в начале 2000-х гг. По окончании работ, включенных в горнотехнический этап, проведены работы, составляющие основу биологического этапа – произведение на высадку саженцев сосны и ели.

На начальном этапе полевых исследований, в ходе визуального осмотра поверхности отвалов с лесной рекультивацией, в целом отмечено экологически приемлемое состояние искусственного соснового бора. Это явилось в некоторой степени заблуждением, поскольку высота сосен, входящих в исследуемую совокупность, различалась между собой в разы, что было установлено в дальнейшем при измерении годовых темпов прироста стволовой части деревьев. Высота большинства елей оказалась весьма далекой от аналогичного показателя деревьев, произрастающих на природных ландшафтах, прилегающих к угольному разрезу. Контуры территории отвала с посадками сосен площадью 12 га обведены линией желтого цвета (рис. 1).

Далее наш исследовательский потенциал был направлен на выявление и изучение факторов, способствующих либо препятствующих нормальному формированию и развитию лесной экосистемы на породных отвалах. В этой связи необходимо было изучить: влияние качественных и фракционных показателей горных пород на участках с лесной рекультивацией на высоту деревьев; влияние ориентации откосов отвалов относительно сторон света на высоту сосен, высаженных в ходе проведения работ по лесной рекультивации.

В изучении состояния сосны обыкновенной, использованной в лесной рекультивации, в качестве основного показателя выбран годовой прирост стволовой части деревьев. Были выделены три типа участков поверхности отвала, верхний слой которых мощностью до 2 м сложен широким спектром горных пород: алевролитами серого цвета, техногенной смесью горных пород четвертичного возраста – суглинков, глин, супесей, песков, остатков гумуссодержащих почвенных слоев и техногенной смесью алевролитов с горными породами четвертичного возраста с преимущественным соотношением 2:1. В основном на этой территории откосы отвалов ориентированы на север и юг. Также здесь имеются небольшие по площади локальные участки с географической ориентацией на запад и восток.

Вся генеральная совокупность исследуемых деревьев, включающая 566 сосен в возрасте 14 лет, была условно поделена на три части. В основу такого деления положен состав горных пород, находящихся в верхнем слое отвала. На участках первого типа обследована 191 сосна, а на участках второго и третьего типа 182 и 193 соответственно.

Каждая из трех частей совокупности представлена в виде самостоятельного вариационного ряда. Совокупности в каждом ряду были разбиты дополнительно на группы, значения признаков в которых были объединены в интервалы. В каждом ряду определены значения моды, модального интервала, а также установлен средний уровень ряда.

На участках отвала, сложенных алевролитами, минимальный и максимальный прирост деревьев составил 11 и 24 см (рис. 2).



Рис. 1. Фрагмент космоснимка с нанесением границ исследуемого участка (август 2017 г.)

Значение моды в этом ряду находится в центре его распределения в интервале с диапазоном 15,1-20 см. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 10,1 до 15 см, были высажены на участках, в поверхностный слой которых уложены крупнофракционные горные породы, вынесенные из глубины месторождения. Достоверно установлено, что корневая система у этих сосен развивается с отклонением от нормы ввиду наличия крепких горных пород размером 90×90 см и более. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 15,1 до 20 см, произрастают на микроучастках, сложенных обломочными горными породами размером 50×50 см с отклонением 12-15% как в большую, так и в меньшую сторону. Под микроучастком в наших исследованиях понимается часть поверхности отвала в форме круга диаметром 2 м, в центре которого растет одна сосна или ель. В глубине таких участков существуют полости в промежутках между крупными кусками. Эти полости забиты мелкокусковыми горными породами, что облегчает формирование и развитие корневой системы деревьев. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 20,1 до 25 см, находятся на микроучастках, сложенных обломочными горными породами размером 27×27 см и менее.

На участках отвала, сложенных техногенной смесью из горных пород четвертичного возраста, обследовано 182 сосны. В этом ряду выделено четыре группы. Минимальное и максимальное значения в этом вариационном ряду находятся на уровне 31 и 48 см (см. рис. 2). Значение моды в этом ряду смещено вправо от центра распределения и находится в диапазоне 40,1-45 см. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 30,1 до 35 см, произрастают на откосе отвала, обращенном на юг, а входящие в группу с диапазоном от 45,1 до 50 см в 77% случаев находятся на откосах, обращенных на север. Остальные сосны равномерно распределены в двух группах с диапазоном от 35,1 до 45 см и произрастают на откосах, обращенных на запад и восток. Причем связь прироста деревьев с ориентацией склона в этом случае не прослежена.

Как было отмечено выше, часть сосен в количестве 193 находится на участках отвала, сложенных смесью алевролитов с горными породами четвертичного возраста. Минимальный и максимальный прирост деревьев в этом ряду составляет 21 и 38 см (см. рис. 2). Значение моды в этом ряду смещено вправо от центра его распределения в интервале с диапазоном 30,1-35 см. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 20,1 до 25 см, были высажены на участках, поверхностный слой которых на 60-66% состоит из крупнофракционных горных пород – алевролитов, вынесенных из глубины месторождения. Сосны, входящие в группу с диапазоном от 25,1 до 30 см, развиваются на участках, в поверхностный слой которых уложены алевролиты в объеме 45-55%, а остальная часть – это горные породы четвертичного возраста. Оставшаяся часть сосен из этого ряда в количестве 96 деревьев находится на участках отвала с минимальным, в сравнении с другими группами ряда, включением алевролитов (25%) в состав горных пород, отсыпанных в поверхностный слой. В этой группе 57 сосен находятся на склоне северной экспозиции, а 39 – произрастают на склоне, обращенном на юг.



Рис. 2. Изменение высоты сосен в зависимости от состава горных пород в поверхностном слое породного отвала

После сопоставления полученных замеров годовых темпов прироста сосен на участках породных отвалов был сделан вывод о том, что основным фактором, оказывающим решающее влияние на этот показатель, является качественный состав горных пород в месте произрастания группы деревьев. Важнейшим фактором на участках, сложенных алевролитами, является фракционный состав горных пород в месте произрастания отдельно взятого дерева. Действие этого фактора на высоту деревьев практически не проявляется на участках, сложенных техногенной смесью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, на основе анализа результатов многолетних полевых исследований установлена значимость факторов технологического характера, неизбежно присутствующих в открытых горных работах и оказывающих существенное влияние на развитие сосен, саженцы которых использованы в ходе проведения биологического этапа рекультивации на породных отвалах, отсыпанных при работе угольного разреза «Бородинский». Выявленные закономерности должны учитываться при формировании технического задания на проектирование открытых горных работ на угольных месторождениях со схожими горно-геологическим условиями и, в частности, территориально находящихся в границах Канско-Ачинского бассейна, в разделах «технология и организация вскрышных работ», «технология отвалообразования», «рекультивация нарушенных земель».

Список литературы

1. 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: 15.03.2019).
2. 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: 15.03.2019).
3. Сафронова О.С., Ламанова Т.Г., Шеремет Н.В. Результаты исследования естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 1990-е годы в Республике Хакасия // Уголь. 2018. № 7. С. 68-71. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

4. Сафронова О.С., Евсеева И.Н. Мониторинг техногенного воздействия разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» на территорию санитарно-защитной зоны // Уголь. 2018, № 9, С. 95-98. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

5. Харионовский А.А., Франк Е.Я. Обоснование горнотехнической рекультивации в целях лесовосстановления на Крутокачинском щебеночном карьере // Уголь. 2018. № 4. С. 75-77. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

6. Харионовский А.А., Франк Е.Я. Обоснование горнотехнической рекультивации по созданию культурного ландшафта в карьере по разработке глиежей // Уголь. 2018. № 2. С. 100-102. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

7. Щадов И.М., Франк Е.Я. О результатах и перспективах использования ресурсов ДЗЗ в решении прикладных задач угледобывающей отрасли в формате мировой эконо-

мики // Уголь. 2018. № 7. С. 58-61. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

8. Eßer G., Janz S., Walther H. Promoting biodiversity in recultivating the rhenish lignite-mining area // World of Mining – Surface and Underground. 2017. Vol. 69 (6). Pp. 327–334.

9. Eyll-Vetter M. Significance of geotechnical boundary conditions in planning and designing residual lakes in the Rhenish lignite mining area illustrated by the example of the Inden opencast mine // World of Mining – Surface and Underground. 2015. Vol. 67(6). Pp. 371–378.

10. Soil moisture dynamics and restoration of self-sustaining native vegetation ecosystem on an open-cut coal mine / M.R. Ngugil, V.J. Neldner, D. Doley, B. Kusy, D. Moore, C. Richter // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(5). Pp. 615–624.

11. Linkage between root systems of three pioneer plant species and soil nitrogen during early reclamation of a mine site in Lusatia, Germany / K. Boldt-Burisch, M.A. Naeth, B. Schneider, R.F. Hüttl // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(4). Pp. 357–365.

UDC 622.85:622.332.012.3(571.51) © I.V. Zenkov, A.S. Morin, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, V.V. Zhukova, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 106-109

Title

THE RESULTS OF A STUDY OF THE CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF PINE FOREST IN THE EASTERN SECTOR OF THE INTERNAL WASTE DUMPS OF THE “BORODINSKY” OPEN-PIT MINE

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-106-109>

Author

Zenkov I.V.^{1,2}, Morin A.S.¹, Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹, Zhukova V.V.^{2,3}

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

³ Institute computational technology of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

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

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

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

Zhukova V.V., Master, Engineer

Abstract

The paper presents the results of a long-term environmental monitoring of the state of pine forest, which appeared on the rock dumps of the “Borodinsky” open-pit coal mine, as a result of forest reclamation. The growth of pines at the age of 14 years has been established, and the influence of the main technological factors on this indicator has been investigated. Relationships between the height of trees and the composition of rocks laid in the surface layer of the waste dump are presented.

Keywords

“Borodinsky” open-pit mine, Rock dumps, Reclamation of disturbed lands, Forest recultivation, Environmental indicators, Technogenic productive mixture, Forest ecosystems.

References

1. 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. doi: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (accessed 15.03.2019).
2. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promyshlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2017 [Russia's coal industry performance for January – December, 2017]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf> (accessed 15.03.2019).
3. Safronova O.S., Lamanova T.G. & Sheremet N.V. Rezultaty issledovaniya estestvennogo vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova na vskryshnykh otvalah, voznikshih v 1990-e gody v Respublike Hakasiya [The results of the study of natural regeneration of vegetation cover on overburden dumps in the Republic of Khakassia, which emerged in the 90-years of the twentieth century]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 7, pp. 68-71. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (accessed 15.03.2019).

[ugolinfo.ru/Free/072018.pdf](http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf) (accessed 15.03.2019).

4. Safronova O.S. & Evseeva I.N. Monitoring tekhnogennoogo vozdeystviya razreza “Chernogorskiy” OOO “SUEK-Hakasiya” na territoriyu sanitarno-zashchitnoy zony [Monitoring of anthropogenic impact of “Chernogorskiy” open-pit mine “SUEK-Khakassia” LLC on the territory of sanitary-protective zone]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 9, pp. 95-98. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (accessed 15.03.2019).

5. Kharionovsky A.A. & Frank E.Ya. Obosnovanie gornotekhnicheskoy rekultivatsii v celyah levosstanovleniya na Krutokachinskom shchebenochnom karyere [Validation of the technology of mine technical reclamation for the purpose of reforestation in the Krutokachinskiy ballast quarry]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 4, pp. 75-77. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042018.pdf> (accessed 15.03.2019).

6. Kharionovsky A.A. & Frank E.Ya. Obosnovanie gornotekhnicheskoy rekultivatsii po sozdaniyu kulturnogo landshafta v karyere po razrabotke gliezhej [Substantiation of mining-engineering reclamation for burnt clay mines cultivated landscaping]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 2, pp. 100-102. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022018.pdf> (accessed 15.03.2019).

7. Shchadov I.M. & Frank E.Ya. O rezultatah i perspektivah ispol'zovaniya resursov DZZ v reshenii prikladnykh zadach ugledobvyayushchej otrasli v formate mirovoj ehkonomiki [On the results and prospects of using ERS (Earth Remote Probing) resources when solving applied tasks of the coal mining industry in the global economic format]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 7, pp. 58-61. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (accessed 15.03.2019).

8. Eßer G., Janz S. & Walther H. Promoting biodiversity in recultivating the rhenish lignite-mining area. *World of Mining – Surface and Underground*, 2017, Vol. 69(6), pp. 327–334.

9. Eyll-Vetter M. Significance of geotechnical boundary conditions in planning and designing residual lakes in the Rhenish lignite mining area illustrated by the example of the Inden opencast mine. *World of Mining – Surface and Underground*, 2015, Vol. 67(6), pp. 371–378.

10. Ngugil M.R., Neldner V.J., Doley D., Kusy B., Moore D. & Richter C. Soil moisture dynamics and restoration of self-sustaining native vegetation ecosystem on an open-cut coal mine. *Restoration Ecology*, 2015, Vol. 23(5), pp. 615–624.

11. Boldt-Burisch K., Naeth M.A., Schneider B. & Hüttl R.F. Linkage between root systems of three pioneer plant species and soil nitrogen during early reclamation of a mine site in Lusatia, Germany. *Restoration Ecology*, 2015, Vol. 23(4), pp. 357–365.

Актуальные тенденции рынка угля в Китае во втором полугодии 2018 года

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-110-112>

ВОРОНЦОВ Виктор Борисович

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления»,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (910) 405-75-55,
e-mail: vb_vorontsov@guu.ru

ТИМОФЕЕВ Олег Анатольевич

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления»,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (968) 482-25-24,
e-mail: timoaa@mail.ru

ШАРИПОВ Фанис Фалихович

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления»,
109542, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (916) 148-10-48,
e-mail: fanissh@rambler.ru

Зависимость энергетики КНР от угля была и продолжает оставаться важным вопросом с точки зрения планирования, даже несмотря на все меры, принимаемые правительством КНР, по замещению угля на более экологически чистые виды энергоресурсов. Но в зависимости от региона страны на угледобывающую отрасль оказывают влияние различные факторы, что, с одной стороны, приводит к снижению объемов добычи в одних регионах, а с другой, – концентрации добычи в регионах, лидирующих по добыче угля, что в общенациональном масштабе вызвало рост объемов добычи во втором полугодии 2018 г. Все эти факторы, например инфраструктурные проблемы, сезонные колебания в спросе, снижение прогнозов потребления угля в стране, вызывают высокую волатильность цен на уголь. Тем не менее угольный рынок в КНР еще не исчерпал потенциал роста и еще долгое время будет занимать значительную долю в энергобалансе КНР.

Ключевые слова: энергобаланс, энергоресурсы, угледобыча, угольная отрасль КНР, цена на уголь, сезонные тренды, факторы волатильности рынка.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на принимаемые правительством КНР меры по замещению угля на более экологически чистые энергоресурсы, уголь продолжает играть заметную роль в общем энергобалансе КНР. Лишь за ноябрь 2018 г. добыча угля составила 315,4 млн т, что обеспечило рост на 4,5% по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. [1]. Во втором полугодии 2018 г. рынок угля в Китае испытывал на себе влияние ряда факторов.

РЫНОК УГЛЯ В КИТАЕ ВО ВТОРОМ ПОЛУГОДИИ 2018 ГОДА

Продолжилась концентрация добычи в трех западных регионах: Автономном районе (АР) Внутренней Монголии, провинциях Шаньси и Шэньси), на которые в первой половине 2018 г. приходилось 68% общенационального уровня производства (см. таблицу)

Добыча угля в регионах КНР
в первом полугодии 2018 г.

Регион	Добыча угля за 6 мес. 2018 г., млн т	Уровень к 6 мес. 2017 г., %
АР Внутренняя Монголия	442,9	105,6
Шаньси	424	101,2
Шэньси	287,9	115,9
Синьцзян-Уйгурский АР	76,9	105,3
Гуйчжоу	71,1	97,3
Шаньдун	63	98,0
Аньхой	57,9	97,8
Хэнань	56,5	102,4
Нинся-Хуэйский АР	37,4	102,4
Хэбэй	28,8	89,5
Хэйлунцзян	26,1	99,9
Юньнань	22,5	114,1
Сычуань	22,2	89,2
Ганьсу	18,8	103,5
Ляонин	16	84,1
Хунань	8,5	102,5
Цзилинь	7,9	96,0
Цзянсу	6,4	100,1
Чунцин	6,1	112,7
Фуцзянь	4,7	84,9
Цинхай	4,3	110,2
Цзянси	2,7	83,5
Гуанси-Чжуанский АР	2,4	133,8
Пекин	1,1	75,8
Хубэй	0,5	42,8
Всего	1 696,6	103,9

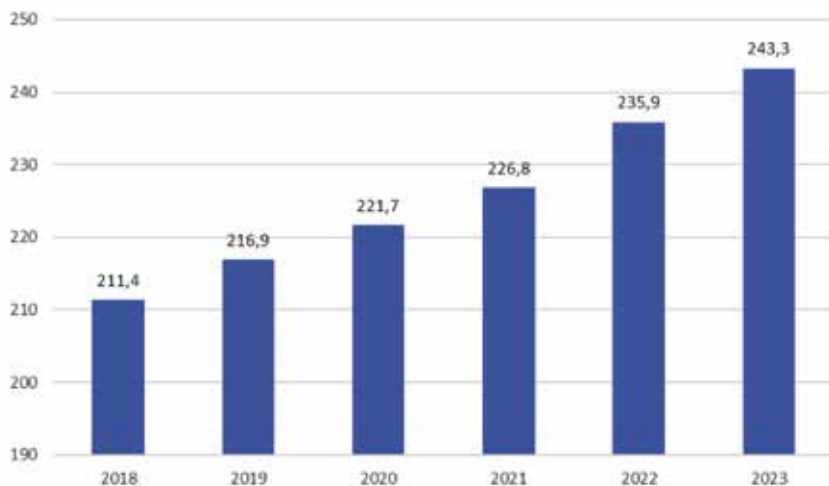


Рис. 1. Прогноз производства бытовых бойлеров в КНР в 2018-2023 гг., млрд юаней

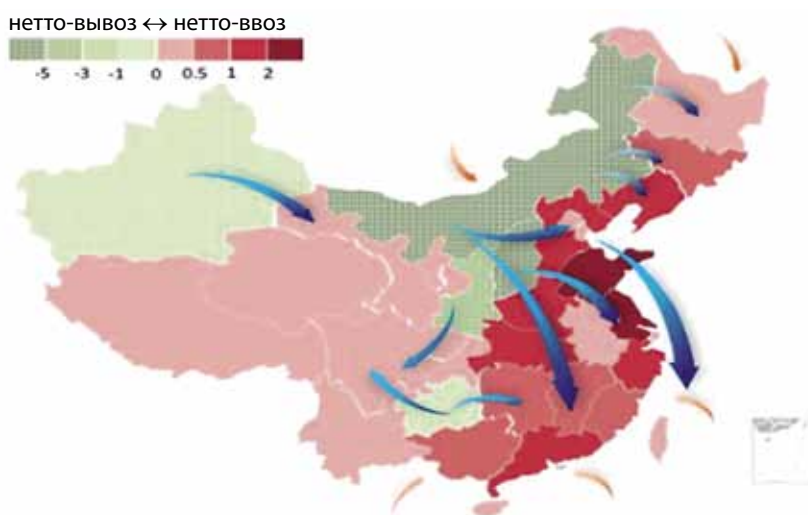


Рис. 2. Объемы нетто-вывоза, нетто-ввоза (x 100 млн т) и основные маршруты транспортировки угля в КНР

[2]. Кроме того, по словам научного сотрудника Китайской академии экономического планирования железнодорожного транспорта Ли Хуа, в настоящее время на эти три региона приходится около 80% всех межрегиональных перевозок, что обеспечивает около половины используемых мощностей железнодорожного транспорта в КНР [3].

Цена на уголь превысила уровень спроса и нуждается в рациональной корректировке. В течение лета в связи с ужесточением контроля за импортом угля, ростом отпускных цен и ограничениями в работе железнодорожного транспорта цена на уголь отклонилась от фундаментальных показателей спроса и предложения. Психологические факторы привели к росту рыночных цен, при этом происходило постепенное системное накопление указанных факторов. Исходя из анализа нынешней ситуации, характеризующейся высокими запасами и снижением прогноза по потреблению угля населением, особенно явным стал тренд к снижению спроса в национальном масштабе. В первую очередь цена на уголь упала в индустриальной зоне, расположенной

вдоль реки Янцзы и в прибрежных регионах [4]. Впоследствии, в связи с завышенными тарифами на перевозку угля морским транспортом, цены на уголь в портах Северного Китая также продемонстрировали нисходящую динамику. Например, 25 октября 2018 г., в течение только одних суток, цена упала на 8 юаней за тонну [5].

Амбивалентные тренды действуют в даунстриме и апстриме угольной отрасли. В регионах северо-восточного (Дунбэй) и северного Китая в октябре начался отопительный сезон (29 октября температура воздуха в самом северном уезде Китая – Мохэ – снизилась до -9°C [6]), что увеличило спрос на бытовой уголь. В сочетании со стремлением руководства ТЭС пополнить складские запасы это привело к повышению цены EXW. С другой стороны, происходит ужесточение природоохранной и экологической политики со стороны китайских властей. Так, например, рост производства бойлеров в бытовой сфере – одного из основных потребителей угля – прогнозируется лишь на уровне 15% (рис. 1) [7]. Все эти факторы приводят к закрытию десятков шахт.

Растет спред между ценами апстрима и даунстрима, при этом верхние значения испытывают сильное давление, а нижние – получают поддержку со стороны фундаментальных факторов. В конце октября рыночная цена FAS в портах северного Китая (экскавация + отгрузка до станции + перевозка железнодорожным транспортом + обслуживание в порту) превысила

650 юаней за тонну [8]. По мнению китайских экспертов, способствовать волатильности цен будут инфраструктурные проблемы мидстрима. В 2017 г. 55% всего объема транспортировки угля из западных регионов КНР в восточные приходилось на северный маршрут: железные дороги Датун – Циньхуандао [9], Пекин – Баоту [10] и Пекин – Тайюань [11] (рис. 2) [12]. Так, например, в 2017 г. по маршруту Датун – Циньхуандао было перевезено 432,4 млн т угля, что превысило на 23,1% уровень 2016 г. [13].

Во втором полугодии 2018 г. заметно снизилась роль сезонного фактора в процессе формирования цен на уголь. Чтобы избежать дефицита угля в период пикового потребления и связанного с этим роста себестоимости, китайские ТЭС значительно нарастили объемы закупок в третьей декаде сентября – первой декаде октября [4]. В результате складские запасы угольных терминалов железнодорожного, морского и речного транспорта значительно превысили объемы прошлых лет. По мнению известного китайского эксперта

Ван Цзяньмэя, значительные объемы складских запасов угля, а также прогнозируемые относительно высокие уровни температур формируют в зимний период 2018-2019 гг. ситуацию, когда «рынок не находится на пике в пиковый сезон» [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рынок угля в Китае, несмотря на структурные изменения в энергетической сфере, не исчерпал потенциал роста. Вместе с тем, на его перспективы существенное влияние оказывают сезонные и конъюнктурные факторы.

References (Список литературы)

1. East Money. 李俊松 张绪成 陈晨煤炭行业: 电厂日耗继续上升 高库存仍影响煤价表现 [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://stock.eastmoney.com/a/201812171007774165.html> (accessed 15.03.2019).
2. 中国煤炭市场. 2018 年上半年全国各省区原煤产量排名公布 [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://www.cctd.com.cn/show-361-182719-1.html> (accessed 15.03.2019).
3. Sina Finance. 李华: 未来煤炭调出增量主要集中在三西地区. [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://finance.sina.com.cn/money/future/fmnews/2018-08-22/doc-ihhszsec1150159.shtml> (accessed 15.03.2019).
4. 中国煤炭市场. 中国煤炭价格指数 — 长江中上游: 重庆动力煤指数正式发布 [Electronic resource]. 2018. Available at: <https://www.cctd.com.cn/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=554&id=185758> (accessed 15.03.2019).
5. 新浪财经. 张瑶: 事故影响焦煤资源更紧 双焦仍偏强运行. [Electronic resource]. 2018. Available at:

<https://finance.sina.com.cn/money/future/fmnews/2018-10-25/doc-ihmxrkzw6028173.shtml> (accessed 15.03.2019).

6. AccuWeather. 漠河, 中国天气. [Electronic resource]. 2018. Available at: <https://www.accuweather.com/zh-cn/beiji-township/59012/month/59012?monyr=10/01/2018> (accessed 15.03.2019).

7. 北极星环保网. 孙世峰: 环保政策趋严 我国工业锅炉将何去何从. [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://huanbao.bjx.com.cn/news/20180911/926957.shtml> (accessed 15.03.2019).

8. 中国煤炭市场. 王健美: 上下游分歧加大 煤价何去何从来. Available at: <http://news.cqcoal.com/blank/nc.jsp?mid=87903> (accessed 15.03.2019).

9. 新浪财经. 张智: 从“车难求”到“货难求”西煤东运窘局 [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://finance.sina.com.cn/roll/20150725/005322786605.shtml> (accessed 15.03.2019).

10. 人民网. 新浪财经. 阮晓琴. 北煤南运“第三条通道”蓝图绘就撬动煤运格局 [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://finance.people.com.cn/GB/1038/4655567.html> (accessed 15.03.2019).

11. 中国新闻. 张磊: 中国加快能源产区铁路建设缓解“西煤东运”瓶颈制约 [Electronic resource]. 2018. Available at: <https://www.china5e.com/news/news-152303-1.html> (accessed 15.03.2019).

12. 欢迎来到中国产业信息网. 2018 年中国煤炭行业发展现状分析. [Electronic resource]. 2018. Available at: <http://www.chyxx.com/industry/201806/646659.html> (accessed 15.03.2019).

13. 中国新闻. 2017 年大秦线完成煤炭运输量 43239 万吨增长 23.1% [Electronic resource]. 2018. Available at: <https://www.china5e.com/news/news-1017266-1.html> (accessed 15.03.2019).

ABROAD

UDC 658.8:622.33(510) © V.B. Vorontsov, O.A. Timofeev, F.F. Sharipov, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 110-112

Title

CURRENT TRENDS IN THE COAL MARKET IN CHINA IN THE SECOND HALF OF 2018

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-110-112>

Authors

Vorontsov V.B.¹, Sharipov F.F.¹, Timofeev O.A.¹

¹ State University of Management, Moscow, 109542, Russian Federation

Authors' Information

Vorontsov V.B., PhD (Economic), Associate Professor, tel.: +7 (910) 405-75-55, e-mail: vb_vorontsov@guu.ru

Timofeev O.A., PhD (Economic), Associate Professor, tel.: +7 (968) 482-25-24, e-mail: timooa@mail.ru

Sharipov F.F., PhD (Economic), Associate Professor, tel.: +7 (916) 148-10-48, e-mail: fanissh@rambler.ru

Abstract

Dependence of China's energy sector on coal has been and continues to be an important issue from a planning perspective, even though the government of China attempts to replace coal with more environmentally friendly types of energy resources. Depending on the region of the country, the coal

industry is influenced by various factors which on the one hand lead to decline of production in some regions, and on the other, conduce to concentration of production in the regions leading the field of coal-mining, which on a national scale resulted in increase of production in the second half of 2018. All these factors like infrastructure problems, seasonal fluctuations in demand, decrease in domestic coal consumption forecasts cause high volatility in coal prices. Nevertheless, coal market in China has not yet exhausted its growth potential and is expected to keep a significant long-term share in China energy balance.

Keywords

Energy balance, Energy resources, Coal mining, Coal industry of China, Coal price, Seasonal trends, Factors of volatility in the market.

СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА

Компания ДЭП
www.dep.ru



КОНДОР



Система позиционирования обеспечивает

- Определение местоположение персонала, находящегося в подземных выработках, с точностью не менее +/-15 м
- Оперативный контроль за перемещением персонала и транспорта по подземным выработкам
- Обнаружение своевременно не вышедших из шахты людей

Система голосовой связи обеспечивает

- Обеспечение персонала опасного производственного объекта беспроводной радиосвязью
- Объединение персональных переговорных устройств в голосовые группы
- Возможность индивидуального обращения к каждому сотруднику индивидуально с мест диспетчера, руководителя, а также мобильных устройств

Подсистема поиска персонала под завалами обеспечивает

- Оперативный поиск людей в завалах с начальной точки поиска – точки, зафиксированной системой позиционирования в момент начала аварийной ситуации
- Работоспособность – не менее 36 часов
- Поиск осуществляется через слой породы 20м, с точностью определения местоположения +/-2м

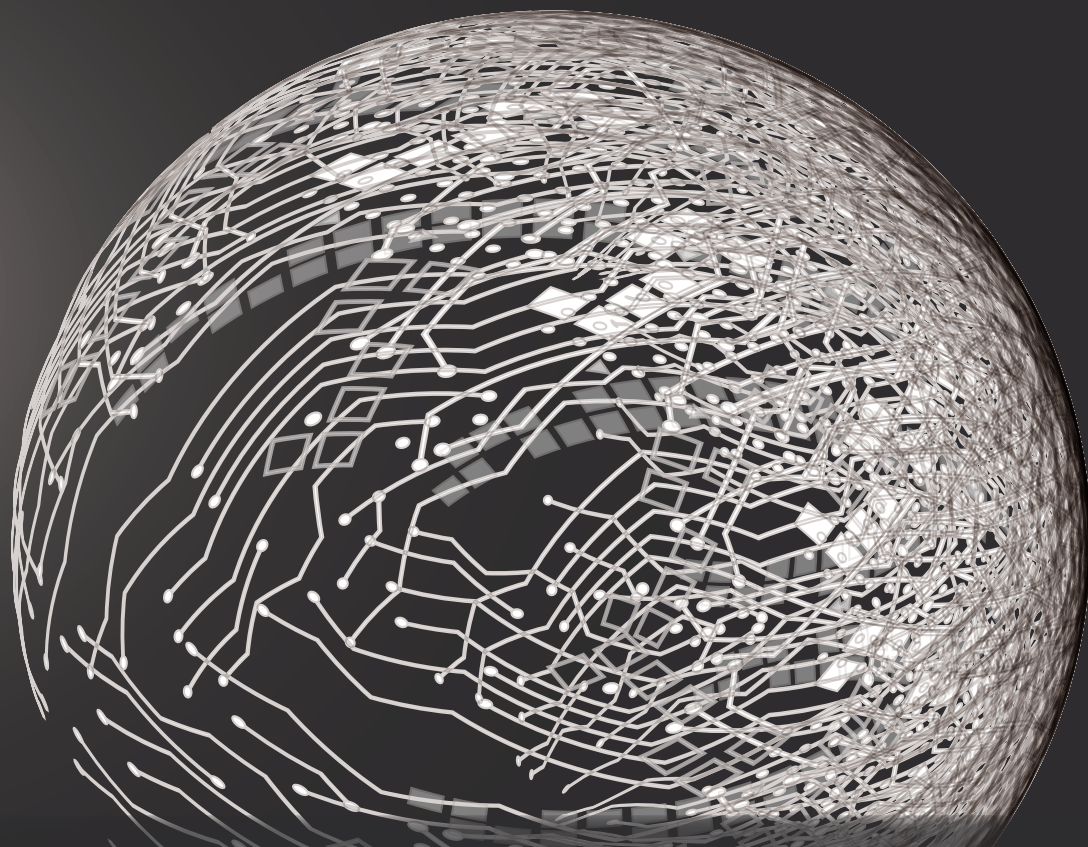


РЕКЛАМА



117545, г.Москва, ул. Подольских Курсантов, д.3, стр.8
тел/факс 995-00-12 • E-mail: mail@dep.ru
www.dep.ru





РЕКЛАМА

УМНАЯ ШАХТА®

цифровая платформа горной индустрии

1 Полное соответствие функциональности систем определения местоположения и аварийного оповещения требованиям ФНП "Правила безопасности в угольных шахтах" с учетом изменений, внесенных приказами Ростехнадзора № 450 от 31.10.2016 и № 459 от 25.09.2018.

2 Уникальные свойства :

- оптимальное сочетание беспроводных и кабельных видов связи с широким применением ВОЛС, обеспечивающих передачу информационных потоков под землей с фантастическими скоростями;
- устойчивость к потере сетевого питания за счет укомплектования узлов подземной инфраструктуры связи резервными источниками питания - автономная работоспособность в течение не менее 24 ч;
- повышенная стойкость к силовым воздействиям (механическим и воздушно-динамическим) на узлы подземной инфраструктуры связи благодаря применению стальных оболочек во взрывозащищенном исполнении.

3 Сканирующий (динамический) газовый контроль с передачей данных измерений на пульт горного диспетчера (в систему АГК) в режиме реального времени, обеспечиваемый газоанализатором, встроенным в устройство оповещения - головной светильник.