

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРGETИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

10-2023



 **ВоркутаУголь**



НИВА-ХОЛДИНГ

РЕКЛАМА

СЕКЦИЯ КРЕПИ КМУ-Л-10/21 **Шахта «Воркутинская»**



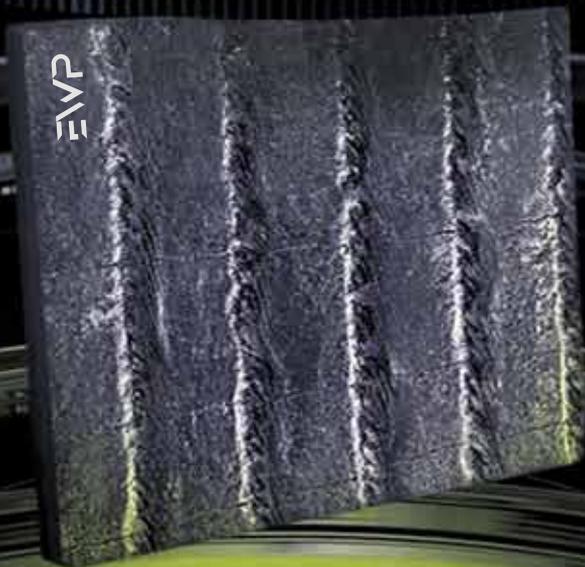
Филиал УПП «НИВА» -
«Завод горно-шахтного оборудования»
Тел/факс: +375 (174) 26-10-61
e-mail: zgsho@niva.by

Подробнее на стр. 16-17

ФУТЕРОВКА EWP

РАБОТАЕТ В 5-7 РАЗ ДОЛЬШЕ, ЧЕМ ДРУГИЕ*

Подробнее на стр. 14-15



* На основании отзывов клиентов TAPP Group

РЕКЛАМА

TAPP GROUP

TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY

+7 (4722) 23 28 39

info@tapp-group.ru

+7 (800) 301 27 73

tapp-group.ru



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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б.,
доктор техн. наук
ГАЛКИН В.А.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,
доктор техн. наук, профессор
ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,
доктор техн. наук, профессор
КОВАЛЬЧУК А.Б.,
доктор техн. наук, профессор
КОЛИКОВ К.С.,
доктор техн. наук
ЛИТВИНЕНКО В.С.,
доктор техн. наук, профессор
МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук
ПЕТРОВ И.В.,
доктор экон. наук, профессор
ПОПОВ В.Н.,
доктор экон. наук, профессор
ПОТАПОВ В.П.,
доктор техн. наук, профессор
РОЖКОВ А.А.,
доктор экон. наук, профессор
РЫБАК Л.В.,
доктор экон. наук, профессор
СКРЫЛЬ А.И., горный инженер
СУСЛОВ В.И., чл.-корр. РАН,
доктор экон. наук, профессор
ЩАДОВ В.М.,
доктор техн. наук, профессор
ЯКОВЛЕВ Д.В.,
доктор техн. наук, профессор

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»

ОКТАБРЬ
10-2023 /1172/

УГОЛЬ**ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА**

Хроника. События. Факты. Новости	4
Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе «Уголь-Курьер»	12
Лохов Д.С.	
Футеровка EWP: лучшее решение проблемы быстрого износа	14
Бублик М.Л., Маленков Д.С.	
По пути импортозамещения и инноваций	16
Скрыль Анатолий Иванович (к 75-летию со дня рождения)	18
На ВНОТ подвели итоги пилотного проекта по совершенствованию оценки и управления профрисками в сфере охраны труда	19

БЕЗОПАСНОСТЬ

Мохначук И.И.	
Труд шахтера должен быть безопасным	20

ИННОВАЦИИ

Михайлова Е.С., Тимошук И.В., Горелкина А.К.	
Методология построения патентных ландшафтов на примере очистки сточных вод угледобывающих предприятий	28

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Чупрякова А.Г., Григашкина С.И., Меркурьев В.В.	
Влияние кадровых рисков на организационные изменения в компаниях угольной промышленности	36

НЕДРА

Хорешок А.А., Тюленева Т.А., Литвин О.И., Литвин Я.О., Марков С.О.	
Оборудование и технология горных работ как факторы, влияющие на расчет налогообложения недропользователей	42

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Боос И.Ю., Патачаков И.В., Шпаков П.С., Редькин Д.В., Черпакова А.А., Юронен Ю.П.	
Обоснование параметров углубочных систем открытой разработки рудных месторождений с учетом геометрии недр и пространственного расположения элементов нарушенности массива горных пород	47
Подурец О.И.	
Пространственная вариабельность содержания тяжелых металлов в почвенном покрове в условиях влияния угледобывающего предприятия	51

ЭКОНОМИКА

Фомичева Л.М., Пронская О.Н., Зайцева М.В., Киселева Е.М., Куренная В.В.	
Экономическая сущность выбора топлива и сравнение работы автономных систем теплоснабжения малой мощности	59
Яшолова Н.Н., Потравный И.М.	
Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе	66

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Соловенко И.С., Рожков А.А.	
Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.)	72

ЭКОЛОГИЯ

Монгуш А.Д., Соян Ш.Ч.	
Экологическая нагрузка угольной промышленности на воздушный бассейн Республики Тыва	79

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

Генеральный директор
Ольга ГЛИНИНА

Научный редактор

Ирина КОЛОБОВА

Менеджер

Ирина ТАРАЗАНОВА

Ведущий специалист

Валентина ВОЛКОВА

Технический редактор

Наталья БРАНДЕЛИС

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

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

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

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

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН
в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru

www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 06.10.2023.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 14,0 + обложка.

Тираж 3300 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 4900 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

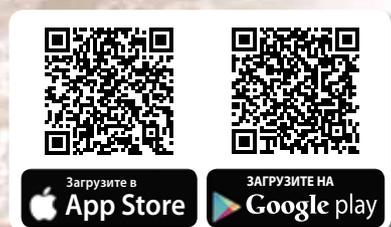
117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 133939

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



Пачкин С.Г., Иванов П.П., Иванова Л.А., Михайлова Е.С., Семенов А.Г.

Разработка распределенной диспетчерской системы управления

процессом доочистки карьерных сточных вод _____ 82

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Черкасова Т.Г., Шабанов Е.А., Бушуев А.А., Тихомирова А.В., Баранцев Д.А.

Исследование свойств отходов потребления и обогащения угля Кузбасса

для использования в качестве сырья для изготовления строительных материалов _____ 89

Тултабаев М.Ч., Жунусова Г.С., Уразбаев Ж.З.

Моделирование эффективности обогащения угля

с использованием органических масел в Казахстане _____ 96

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Галимьянов А.А., Шевкун Е.Б., Кабилов А.Р., Казарина Е.Н.

Фактор увеличения объема взрывного блока _____ 104

ЗА РУБЕЖОМ

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Сычева Е.М., Вокин В.Н., Кирушина Е.В., Черепанов Е.В.,

Герасимова Е.И., Штреслер К.А., Новоженин С.Ю.

Исследование динамики работы топливно-энергетического комплекса

в штате Южная Австралия с использованием данных спутниковой съемки _____ 109

Список реклам

Филиал УПП «НИВА» – Завод горно-шахтного оборудования	1-я обл.	ООО «НТЦ-ГЕОТЕХНОЛОГИЯ»	4-я обл.
TAPP Group	2-я обл.	АО «НМЗ «Искра»	11
Ходжаев Р.Р. (22.06.1960 – 10.09.2023)	3-я обл.	НПП Завод МДУ	71

ПОДПИСКА на 2024 год

УГОЛЬ

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал «УГОЛЬ» издается с 1925 г. и является печатным органом Министерства энергетики Российской Федерации – центральным изданием и проводником государственной политики в угольной промышленности. В журнале публикуются материалы о состоянии и перспективах угольной отрасли, о работе предприятий, заметки из регионов, материалы горных выставок, конференций, конгрессов, официальные документы и история горного дела. Освещаются новости горной техники и технологии добычи, переработки и использования угля, поднимаются вопросы охраны труда, промышленной безопасности, экологии и социальной тематики.

Стоимость (для России и СНГ), руб.

Рассылка через АРЗИ

1 мес.	На год
750	9 000

Доставка заказной бандеролью

1 мес.	На год
850	10 200

**ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА
(только годовая) – оформление
электронной подписки на журнал
«Уголь» на 2024 год – 7 800 руб.**

ООО «Редакция журнала «Уголь»
119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д.2А, офис 819
тел.: +7 (499) 237-22-23
e-mail: ugol1925@mail.ru
www.ugolinfo.ru

Подписные индексы:

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

– Каталог «Урал-Пресс» – 87717; 007097

Журнал входит

в Перечень ВАК Минобрнауки РФ.

Журнал представлен в eLIBRARY.RU

(входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и «КиберЛенинке».

Журнал индексируется в SCOPUS –

международной реферативной базе данных и систем цитирования (рейтинг журнала Q3).

Журнал является партнером

CROSSREF. Редакция является членом Международной ассоциации по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA). Всем научным статьям журнала присваиваются Digital Object Identifier (DOI).

Журнал является партнером EBSCO.

Журнал с 2020 г. представлен на платформе CNKI Scholar – ведущего китайского агрегатора и поставщика академической информации.

Chief Editor**MOCHALNIKOV S.V.**Ph.D. (Economic),
Deputy Minister of Energy
of the Russian Federation,
Moscow, 107996, Russian Federation**Members of the editorial council:**

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

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

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

ZAKHAROV V.N., Dr. (Engineering), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Moscow, 111020, Russian Federation

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

KOLIKOV K.S., Dr. (Engineering),
Moscow, 119019, Russian Federation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Foreign members of the editorial council:

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

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

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

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

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

Ugol' Journal Edition LLCLeninsky 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

FOUNDERSMINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC**OCTOBER****10' 2023****UGOL' / RUSSIAN
COAL
JOURNAL****INFORMATION & ANALYTICS**

The chronicle. Events. The facts. News _____	4
Bulletin of operational information about the situation in the coal business _____	12
Lokhov D.S.	
EWP lining: the best solution to the problem of rapid wear _____	14
Bublik M.L., Malenkov D.S.	
On a way of import substitution and innovation _____	16
Skryl' Anatoliy Ivanovich (to a 75-anniversary from birthday) _____	18

SAFETY

Mokhnachuk I.I.	
Miner's work should be safe _____	20

INNOVATIONS

Mikhaylova E.S., Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K.	
The methodology for constructing patent landscapes on the example of wastewater treatment of coal mining enterprises _____	28

PRODUCTION SETUP

Chupryakova A.G., Grigashkina S.I., Merkurjev V.V.	
Effects of human resource risks on organizational changes in coal mining companies _____	36

SUBSOIL USE

Khoreshek A.A., Tyuleneva T.A., Litvin O.I., Litvin Ya.O., Markov S.O.	
Mining equipment and technology as factors influencing the tax calculation of subsoil users _____	42

SURFACE MINING

Boos I.Yu., Patachakov I.V., Shpakov P.S., Redkin D.V., Cherpakova A.A., Yuronen Yu.P.	
Justification of the deepening method parameters for open pit mining of ore deposits with account of subsurface geometry and spatial location of rock mass disturbances _____	47
Podurets O.I.	
Spatial variability of the content of heavy metals in the soil cover under the influence of a coal mining enterprise _____	51

ECONOMIC

Fomicheva L.M., Pronskaya O.N., Zaitseva M.V., Kiseleva E.M., Kurennaya V.V.	
Economic essence of fuel selection and comparison of operation of autonomous low-power heat supply systems _____	59
Yashalova N.N., Potravny I.M.	
Tools to ensure carbon neutrality in the russian coal business _____	66

DIGITALIZATION

Solovenko I.S., Rozhkov A.A.	
Main stages of digital transition in the fuel and energy complex of Russia (late 20th – early 21st Centuries) _____	72

ECOLOGY

Mongush A.D., Soyun Sh.Ch.	
Environmental impact of the coal industry on the air basin of the Republic of Tuva _____	79
Pachkin S.G., Ivanov P.P., Ivanova L.A., Mikhailova E.S., Semenov A.G.	
Development of a distributed dispatch control system for the process of post-treatment of quarry wastewater _____	82

COAL PREPARATION

Cherkasova T.G., Shabanov E.A., Bushuev A.A., Tikhomirova A.V., Barantsev D.A.	
Studying properties of the Kuzbass coal consumption and preparation wastes to be used as feedstock for construction materials manufacturing _____	89
Tultabayev M.Ch., Zhunusova G.S., Urazbayev Zh.Z.	
Modeling the efficiency of coal enrichment using organic oils in Kazakhstan _____	96

DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

Galimyanov A.A., Shevkun E.B., Kabirov A.R., Kazarina E.N.	
The factor of increasing the volume of the explosive block _____	104

ABROAD

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Sycheva E.M., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Cherepanov E.V., Gerasimova E.I., Shtresler K.A., Novozhenin S.Yu.	
A study of the operational dynamics of the fuel and energy complex in the State of South Australia using satellite imaging data _____	109

Необходимость опережающего развития мощностей на Дальнем Востоке

Под председательством Николая Григорьевича Шульгина прошло заседание Правительственной комиссии (федерального штаба) по обеспечению безопасности электроснабжения по вопросам подготовки субъектов электроэнергетики и объектов ЖКХ Дальневосточного федерального округа (ДФО) к прохождению отопительного сезона 2023-2024 гг.

Дальний Восток – один из самых динамично развивающихся макрорегионов России, где реализуются стратегически важные для страны инициативы и крупные промышленные проекты, поэтому темпы роста энергопотребления в ДФО уже традиционно выше среднероссийских.

Министр отметил, что данные процессы обуславливают необходимость опережающего развития мощностей, а также в целом повышенное внимание энергетиков к этому макрорегиону. В частности, речь идет о модернизации

и строительстве объектов генерации и электросетевого хозяйства, в том числе для обеспечения надежных энергетических связей Дальнего Востока с Сибирью.

«Президент в выступлении на Восточном экономическом форуме сказал, что на фоне экономического роста регионы Дальнего Востока сталкиваются с проблемой нехватки энергетических мощностей. Перед Правительством поставлена задача совместно с крупными энергокомпаниями подготовить Программу развития мощностей на Дальнем Востоке, рассчитанную на длительный срок – до 2050 года. Это поручение мы будем исполнять. И самое главное, что у нас уже есть наработки по программам развития тепловой генерации, строительства гидроэлектростанций, размещения атомных электростанций, а также электросетевого хозяйства», – сказал **Н.Г. Шульгин**. (Владивосток, 13 сентября).

Угольная отрасль России показала высокую устойчивость к современным вызовам

В условиях беспрецедентного внешнего давления российская угольная промышленность смогла достойно справиться с вызовами и адаптироваться к новым условиям работы. Об этом в эксклюзивном интервью RT на полях Восточного экономического форума рассказал заместитель министра энергетики Сергей Викторович Мочальников. По его словам, Европа своими санкциями против России спровоцировала у себя рост цен на углеводороды, тогда как Москва сумела перенаправить поставки сырья в Азию, в первую очередь в Индию и Китай. Параллельно российские компании стали активно увеличивать свое присутствие на энергорынке Африки.

По итогам 2022 г. в Китай было поставлено больше 67 млн т. Это существенный рост, потому что в 2021 г. было только 54 млн т. В свою очередь, Индия взяла свыше 20 млн т, хотя в 2021 г. было чуть больше 7 млн т. То есть партнеры купили много качественного российского угля. Также наращиваются поставки и в другие страны АТР, – рассказал в интервью замминистра.

Сергей Викторович уточнил, что любые резкие изменения всегда негативно сказываются на финансовой составляющей для бизнеса, и компаниям пришлось искать новых партнеров, иные логистические пути, что привело к удлинению сроков доставки. Изменился подход к страхованию, потому что санкции затронули не только доставку угля, но и другие сопутствующие услуги. Конечно, на состоянии отрасли позитивно отразился рост мировых цен, а отказавшись от российского угля, «европейцы устроили себе проблемы».

В целом российские компании смогли адаптироваться к новым условиям. Финансовые результаты пока отстают от прошлогодних, но есть уверенность в жизнеспособности предприятий. Например, по углю мощности существенно опережают темпы 2022 г. Поэтому надеемся, что заключенный между Москвой и Нью-Дели меморандум об экспорте 40 млн т угля будет полностью выполнен уже в следующем году. В процессе проработки соглашение с КНР о поставке 10 млн т угля.



Пресс-служба Минэнерго РФ

Березовский разрез может войти в программу развития внутреннего туризма в Красноярском крае

На предприятии СУЭК побывали заместитель Администрации губернатора Красноярского края Юлия Филатова и представители агентства по туризму региона. Цель поездки – знакомство с туристическим потенциалом города Шарыпово.

Березовский разрез – одно из передовых предприятий угледобычи в отечественной угольной промышленности. Предприятие уникально и по мощности залегания угольного пласта – пласт здесь достигает 65 м, и по качественным характеристикам угля, и по техническому оснащению. Например, только на Березовском разрезе на добыче задействованы роторные экскаваторы ЭРШРД-5250 высотой с 17-этажный дом, а на транспортировке – 15-километровый ленточный конвейер, по которому уголь прямо из забоя поступает на одну из самых крупных электростанций страны – Березовскую ГРЭС. Оценить масштабы предприятия гости смогли на смотровой площадке разреза.

Богатую историю предприятия хранит расположенный в административном здании Музей трудовой славы – именно с него начинается знакомство с угольным гигантом. Частые гости здесь – школьники, студенты, не раз корпоративный музей принимал ветеранов, педагогов, музейщиков. В зале трудовой славы побывали и представители агентства по туризму.

Днем ранее с рабочим визитом в Шарыпово побывал губернатор края Михаил Котюков. Он осмотрел городской променада «Воинская слава – трудовая доблесть», объединивший три значимых локации – Парки Победы, энергетиков и первостроителей КАТЭКа, – в 2022 г. променада победил во Всероссийском конкурсе лучших проектов формирова-



ния комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях. Поддержку территории на всех этапах подготовки к конкурсу – от привлечения архитекторов до разработки документации – оказала СУЭК.

Также глава региона побывал на площадке будущего «Динопарка». В Шарыпово был найден пока единственный в мире скелет стегозавра, которому 165 млн лет, и множество останков других доисторических животных. В том числе часть находок сделана на Березовском разрезе. Именно эта особенность была заложена в основу новой туристско-рекреационной зоны.

«Динопарк» будет синхронизирован с идеей «зеленого луча», которая закладывается в городе в рамках проекта городского променада «Воинская слава – трудовая доблесть». Все эти объекты – «Динопарк», променада, Березовский разрез – как ожидается, войдут в туристический маршрут по городу Шарыпово.

Пресс-служба АО «СУЭК»



СУЭК поделилась опытом создания корпоративных музеев на федеральном форуме

Представители СУЭК приняли участие в бенчмаркинг-сессии «Корпоративные музеи» проекта «Форум меценатов будущего». Инициатором сессии выступил «Форум Доноров», единственное в стране объединение фондов и компаний, системно занимающихся благотворительностью.

Руководитель проектов «Форума Доноров» Светлана Саркисова, поясняя актуальность темы, отметила: для промышленных регионов корпоративные музеи могут стать серьезным фактором развития промышленного туризма. Осознавая это, крупные компании пробуют новые форматы взаимодействия с аудиторией, такие, например, как «Ночь заводов» – по аналогии с акцией «Ночь музеев», которая проводится ежегодно во многих городах России по инициативе Минкультуры. Цель бенчмаркинг-сессии – организовать обмен опытом между компаниями, презентовать передовые практики в продвижении корпоративной культуры и истории.

На мероприятии «Форума Доноров» СУЭК представила сразу три музейных проекта. Первый – «Три музея – три времени» – реализован в городе Назарово Красноярского края. Он объединил идеей гордости за шахтерский труд три локации: Зал трудовой славы на Назаровском угольном разрезе и две общедоступные – постоянно действующую экспозицию об истории предприятия в городском Музейно-выставочном центре и Аллею шахтерской славы. Вторым проектом – это Музей энергетики, созданный красноярскими энергетиками СГК вместе с коллективом музея науки «Ньютон парк», популярного у школьников. В интерактивной форме музей знакомит посетителей с физическими законами, которым подчиняется энергия, и способами ее извлечения, с историей развития энергетики в стране и в регионе, а также



с предприятиями СГК – этот модуль создатели называют «промышленный туризм без визита на завод». Свой опыт также презентовали коллеги из Кузбасса.

В Красноярском крае СУЭК участвует в создании нескольких уникальных музейных проектов. Так, сегодня в Шарыпово обустраивают городской променад «Воинская слава – Трудовая доблесть» и детский «Динопарк», где найдут отражение не только история градообразующего предприятия – Березовского разреза, но и интересные факты – в угольном карьере палеонтологи регулярно находят останки древнейших животных. В Бородино в 2019 г. открыт Музей-аллея истории Бородинского разреза, где в форме арт-объектов выделены основные вехи становления предприятия. Бородинский музей – лауреат Всероссийской премии «Время инноваций» в номинации «Социальная инновация года», конкурса «Корпоративный музей» в номинации «Развитие территорий» и отраслевой премии «КОНТЭКст» в номинации «Лучший социальный проект – корпоративный музей».



Аллея шахтерской славы
г. Назарово



Зал истории Назаровского разреза



Назаровские музейные выставки об истории разреза – в числе лучших в стране

Проект СУЭК в Красноярском крае «Три музея – три времени: прошлое, настоящее, будущее», посвященный истории Назаровского угольного разреза, стал обладателем специального приза Всероссийского конкурса «Корпоративный музей». Награждение лауреатов конкурса состоялось в Екатеринбурге в рамках одноименного форума, задача которого – повысить интерес общественности к промышленному и научно-просветительскому потенциалу нашей страны.



Музей трудовой славы Назаровского разреза



Управляющий Назаровским разрезом Виктор Губанов получал специальный приз Всероссийского конкурса «Корпоративный музей»

Проект «Три музея – три времени» включает три локации, объединенных миссией сохранить богатую историю Назаровского разреза, его трудовых достижений, выразить уважение ветеранам и новым поколениям угольщиков, проследить неразрывную связь разреза и города, рассказать юным жителям Назарово о градообразующем предприятии и востребованных на нем профессиях. Эти локации – Зал трудовой славы на Назаровском разрезе, постоянно действующая экспозиция в Городском музейно-выставочном центре, оформленная по инициативе СУЭК, и Аллея шахтерской славы, обустроенная в центре Назарово также при активном участии угольщиков.

Представлял проект на конкурсе и получал заслуженную награду **управляющий Назаровским разрезом Виктор Губанов**. Он также выступил на панельной дискуссии «Роль корпоративных музеев в современном обществе».

«Корпоративные музеи сегодня находятся в авангарде, – отметил он. – Они – не только часть корпоративной культуры, но и отвечают целям образования, профориентации, популяризации прикладных профессий, развития промышленного туризма в регионах. А главное – они позволяют сохранить память о людях, которые своим трудом закладывали основу процветания целых городов, отраслей. И особенно ценно, что в них идет много молодежи, и – по опыту наших музейных пространств – молодые люди всегда под впечатлением после экскурсий».

Добавим, что из Красноярского края высокую оценку конкурсного жюри получил еще один музей, представляющий топливно-энергетический комплекс региона, – это «Музей энергетики», совместный проект СГК и Интерактивного музея науки «Ньютон Парк», он завоевал второе место в номинациях «Новая экспозиция» и «Лучшие образовательные проекты корпоративного музея».

Пресс-служба АО «СУЭК»



В Назарово презентовали книгу о долгожителе и выдающемся горняке

Презентация книги «Дмитрий Абрамов: жизнь и судьба» стала одним из самых ярких событий в рамках празднования Дня шахтера в Красноярском крае. Инициатором ее издания выступили АО «СУЭК-Красноярск» и лично генеральный директор компании Андрей Витальевич Федоров. *«Судьба и биография Дмитрия Даниловича Абрамова – это кладезь опыта и профессионализма, и их непременно нужно было переложить на бумагу для всех нас, для будущих поколений»,* – говорит он.

Дмитрий Данилович Абрамов – Почетный гражданин города Назарово, участник Великой Отечественной войны, Заслуженный шахтер России, полный кавалер знака «Шахтерская слава», руководил Назаровским разрезом в период с 1971 по 1984 г. – в эти годы разрез был удостоен Ордена Трудового Красного Знамени, неоднократно заносился на Доску Почета ВДНХ. В ноябре 2022 г. ветерану исполнилось 98 лет. Несмотря на возраст, он живо интересуется событиями на родном предприятии, встречается с молодежью и школьниками, не пропускает ни одного мероприятия в День шахтера и День Победы. На презентации книги Дмитрий Данилович не только принимал поздравления, но и сам кратко рассказал об ее содержании: *«В этой книге нет фантазии. Все события, которые произошли в моей жизни, изложены документально. Я благодарен автору, творческому коллективу».*

Автор книги – Анатолий Пашенко – имеет большой опыт в издательском деле. Он отмечает, что работа над книгой об Абрамове стала важной страницей и в его личной биографии. *«Чем больше я изучал материалы, тем больше я проникался темой и человеком, и тем интереснее мне было писать. Жизнь Дмитрия Даниловича настолько насыщена событиями! В ней, по сути, отразилась и жизнь всей страны в разные эпохи».*

Большую помощь в подготовке книги оказали ветераны – современники Дмитрия Абрамова, представители



городской власти, коллектив музейно-выставочного центра, где и проходила презентация. *«Для города Дмитрий Данилович – это воплощение не только эпохи, но и лучших профессиональных, человеческих качеств. Слава Богу, у нас есть с кого брать пример, у кого учиться»,* – уверена директор музея Татьяна Мельникова.

После автограф-сессии книги были переданы семье ветерана, его близким, музею, городским организациям – библиотекам, школам.

Пресс-служба АО «СУЭК»

АО «Междуречье» Новой Горной УК помогло филиалу КузГТУ приобрести компьютерный класс



В междуреченском филиале КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева состоялось торжественное открытие нового компьютерного класса. На ремонт аудитории и закупку оборудования компания направила более 700 тыс. руб. в рамках благотворительной программы «Новая Горная. Импульс развития территорий»



Сотрудничество Новой Горной УК и КузГТУ помогает подготовить квалифицированных специалистов для угольной отрасли

Компьютерный класс стал подарком к 25-летию междуреченского филиала КузГТУ. В аудитории будущие горные инженеры изучают информационные технологии. Старая техника не соответствовала современным требованиям. Специальное производственное программное обеспечение требует больших ИТ-мощностей. Для подготовки инженерно-технических специалистов приобрели 12 современных компьютеров, многофункциональное устройство для печати и LED-панель. В помещении покрасили стены, заменили напольное покрытие, установили новые жалюзи и систему климат-контроля.

Благотворительная программа «Новая Горная. Импульс развития территорий» охватывает все города присутствия компании на юге Кузбасса. Так, в преддверии Дня шахтера в Новокузнецке открылась Аллея юных горняков, а в городском центре культуры в Мысках установили на сцену большой светодиодный экран.

Пресс-центр «Новая Горная УК»

Всероссийский рекорд по бурению буровзрывных скважин установлен в Кузбассе

Бригада машинистов буровой установки «КРУ-Взрывпром» установила всероссийский рекорд производительности и за месяц пробурила 63,8 тыс. погонных метров скважин. Работы велись на Кедровском угольном разрезе УК «Кузбассразрезуголь».

Предыдущий рекорд был также установлен в Кузбассе почти 10 лет назад. В 2014 г. горняки за месяц пробурили 52 тыс. погонных метров буровзрывных скважин.

Бригада рекордсменов «КРУ-Взрывпром» работает на высокопроизводительном буровом станке PV-271. Всего в общей сложности в августе 2023 г. они пробурили 3 941 буровзрывную скважину средней глубиной около 16 м. В том числе был установлен и суточный рекорд: за смену 19 августа бригадир Александр Аверин и машинист Сергей Семенов пробурили 1 610 погонных метров, что является максимальным показателем за весь период работы на этом станке в компании.

«Традиционно в преддверии Дня шахтера мы проводим месячник высокопроизводительного труда. Новый рекорд нашей бригады приурочен к профессиональному празднику и является подтверждением тому, что слаженная командная работа профессионалов всегда дает высокий результат. Месячный норматив по бурению



КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ



буровзрывных скважин перевыполнен почти на 220%», – отметил генеральный директор «КРУ-Взрывпром» Евгений Борисенко.

За высокие производственные результаты бригада Александра Аверина отмечена почетными грамотами и сертификатом на 1 млн руб. В бригаде трудятся восемь машинистов, их средний стаж работы в компании составляет порядка 20 лет.

Пресс-служба УК «Кузбассразрезуголь»

Горняки разреза «Коксовый» добыли 1 млн т угля

РАСПАДСКАЯ
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ



Символическая миллионная тонна в руках у заместителя директора по производству разреза Коксовый Артема Молчанова (слева)



На торжественном собрании горняцкому коллективу вручили кубок за добычу 1 млн тонн угля с начала года

В конце августа коллектив разреза «Коксовый» Распадской угольной компании (РУК) добыл 1 млн т угля с начала 2023 г. Благодаря слаженной работе третий год подряд разрез «Коксовый» выдает миллионную тонну угля ко Дню шахтера. С трудовым достижением горняков поздравили руководители.

За время существования предприятия штат сотрудников увеличился в 7 раз: сейчас в коллективе 500 человек, в первый год работы разреза было 70 специалистов.

Коллектив работает в сложных горно-геологических условиях. Горняки отработывают 16 угольных пластов с углом залегания по падению от 0 до 60°. Производственные планы выполняются в срок благодаря опыту и квалификации сотрудников, грамотному подходу и современной технике.

В настоящее время предприятие завершило первую стадию проекта по обновлению техники: приобретено 8 экскаваторов, 6 бульдозеров, 37 автосамосвалов, 2 грейдера и вспомогательное оборудование (вахтовые автомобили, топливозаправщики и др.). Сегодня разрез на 80% отказался от услуг и техники подрядной организации.

Производственная мощность разреза – 2 млн т угля в год. Предприятие добывает уголь дефицитных марок ОС и КС, который перерабатывается на обогатительной фабрике «Распадская» и отгружается потребителям в виде готового концентрата.

Управление по связям с общественностью
Распадской угольной компании

Бригада Олега Германа компании «СУЭК-Кузбасс» добыла два миллиона тонн угля

Очистная бригада Олега Германа участка № 2 шахты имени С.М. Кирова третьей в компании «СУЭК-Кузбасс» добыла с начала года 2 млн т угля. Весь уголь выдан бригадой из лавы № 24-64 с вынимаемой мощностью пласта «Болдыревский» 2,3 м. Марка угля - «ГЖ». Длина лавы составляет 300 м. В ее состав входят 175 секций механизированной крепи, а также очистной комбайн с увеличенной шириной захвата до 1000 мм и увеличенной мощностью на исполнительных органах.

Котработке лавы коллектив приступил в августе прошлого года. В текущем году на-гора уже выдано 2,1 млн т угля, в том числе 77 тыс. т – сверхпланово. Планируется, что к ноябрю будет завершена отработка лавы № 24-64, а затем переход в следующую № 24 -65 с запасами угля 2,9 млн т.



Отметим, что бригада Олега Германа считается одной из лучших в компании «СУЭК-Кузбасс». По итогам производственного соревнования первого полугодия 2023 г. в рамках профессионального клуба «Добычник» этот коллектив стал серебряным призером.

Напомним также, что первой в компании «СУЭК-Кузбасс» два миллиона тонн в начале июля добыла бригада Игоря Малахова шахты имени 7 Ноября Новая. Сейчас на ее счету 2,6 млн т. Второй «двухмиллионницей» стала в начале сентября бригада Никиты Ковалева шахты «Талдинская-Западная 2». И близка к этому показателю бригада Кирилла Куксова шахты «Комсомолец».

Пресс-служба АО «СУЭК»

На Березовском разрезе досрочно выполнен годовой план по вскрышным работам



Березовский разрез СУЭК досрочно выполнил годовой план по вскрышным работам. С начала года вскрышники переместили в отвалы 3,4 млн куб. м породы. План по вскрыше был выполнен практически одновременно с отгрузкой последних тонн годового плана по добыче угля – это произошло 21 сентября.

Второй год Березовский разрез работает с повышенной производственной нагрузкой. Среди предприятий СУЭК в Красноярском крае он лидер по приросту объемов добычи. В 2022 г. разрез добыл почти в полтора раза больше угля, чем годом ранее, и в 2023 г. готовится приблизиться к этим показателям.

«Важным достижением наших предприятий является то, что мы готовы в сжатые сроки нарастить объемы добычи, если того потребует энергосистема Красноярского края и Сибири, что и случилось в последние годы, – комментирует **генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» Андрей Федоров**. – У нас работают сплоченные коллективы, которые профессионально выполняют свои обязанности, бережно эксплуатируют технику, любят свою работу и свою малую родину».



Вскрыша – важная часть процесса угледобычи. Вскрышники первыми «прокладывают путь» к углю, обеспечивая «фронт работ» для роторной техники, занятой на добыче. Чтобы поддержать объем вскрытых запасов в условиях интенсивной добычи, на красноярские предприятия по инвестиционной программе СУЭК поступает новая техника. Так, с начала года новые автосамосвалы БелАЗ введены на Бородинском и Березовском разрезах, на Назаровском и Березовском разрезах выведены из консервации дополнительные экскаваторы.

Пресс-служба АО «СУЭК»

Промышленные средства взрывания

- ✓ Качество, проверенное временем
- ✓ Широкая номенклатура изделий
- ✓ Надежность и точность срабатывания
- ✓ Безопасность проведения работ

РЕКЛАМА

ИСКРА
НОВОСИБИРСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД



УГОЛЬ – КУРЬЕР

ОКТЯБРЬ

Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе

2023

Угледобывающие регионы

Добыча угля в России в январе-августе 2023 г. составила 280 млн т (101,2% к уровню 8 мес. 2022 г.). Каменных углей добыто 222 млн т (99,2%), в том числе антрацита – 18,1 млн т (106,9%). Добыча коксующихся углей составила 66,1 млн т (95,6%). Бурых углей добыто 58 млн т (109,4%). **Росстат**.

Добыча угля в Кузбассе в январе-августе 2023 г. составила 142,7 млн т, что на 0,8%, или 1,2 млн т меньше, чем за 8 мес. 2022 г., 143,9 млн т. При этом добыча угля коксующихся марок выросла на 3,7%, до 44,3 млн т, энергетических марок снизилась на 2,8%, до 98,4 млн т, и увеличилась переработка угля: общая, на обогатительных производствах и дробильно-сортировочных установках – на 3,9%, до 122,1 млн т, на углеобогатительных фабриках – на 7,7%, до 89,3 млн т. Производство угольного концентрата выросло на 6,2% и составило 56,6 млн т против 53,3 млн т годом ранее, сообщает Минуглепром Кузбасса. **Авант-Партнер**

Угледобывающие предприятия ДНР за 8 мес. текущего года добыли около 1 млн т угля. **Донецкое агентство новостей**

Минэнерго России проанализировало состояние угольной отрасли в новых субъектах (ДНР и ЛНР) и планирует оставить там 15 действующих угольных шахт. **РИА «Новости»**

АО «Ургалуголь» (входит в состав СУЭК), ведущее добычу угля в Хабаровском крае, по результатам 2023 г. извлечет более 10 млн т угля. План соответствует уровню добычи за 2022 г. **Пресс-служба АО «Ургалуголь»**

Государственное регулирование

Главгосэкспертиза России выдала положительное заключение по итогам рассмотрения проектно-сметной документации на первый этап стро-

ительства посадочной площадки «Эльга» в составе инфраструктуры Эльгинского угольного комплекса в Якутии. **РБК**

Сибирским управлением Ростехнадзора в Кузбассе за неделю выявлены нарушения на 8 угольных предприятиях и частично приостановлена работа. Всего зафиксировано 10 приостановок. В частности, приостановлена выемка угля в лаве № 4-6-37 шахты «Распадская». **Газета Кузбасса**

В Кузбассе на четырех объектах АО «Разрез «Шестаки» («Разрез угольный», «Разрез угольный» (участок «Убинский 1»), «Склад взрывчатых материалов», «Участок обогащения угля») было выявлено 148 нарушений требований промышленной безопасности. Горные работы на этих участках остановлены органами Ростехнадзора. **Газета Кузбасса**

Новости угольного рынка

Более 60% российского экспорта металлургического и 42% энергетического угля к 2030 г. пойдут в Индию. Россия может стать основным поставщиком коксующегося угля в эту страну. **ТАСС**

Россия в январе-августе 2023 г. стала крупнейшим поставщиком угля на рынок Турции, обеспечив около 70% всего турецкого импорта. Рост поставок угля достигается предоставлением дисконтов, за счет которых российский уголь вытесняет более дорогое колумбийское топливо. По мнению аналитиков, при условии сохранения скидок российский уголь продолжит доминировать на турецком рынке. **«Коммерсантъ»**

Потребление сразу трех основных видов ископаемого топлива – нефти, природного газа и угля – достигнет пика к 2030 г., говорится в новом прогнозе Международного энергетического агентства (МЭА). **«Интерфакс»**

С февраля по июль 2023 г. в Турцию прибыло около 160,4 тыс. т угля из ДНР и ЛНР. Три производителя, указанные в таможенных данных, подтвердили агентству, что поставляли уголь из ЛНР и ДНР в Турцию. **Reuters**

Цены на энергетический уголь из России перешли к росту после снижения вслед за мировыми во втором квартале 2023 г. на фоне увеличения спроса в Китае из-за повышения температуры воздуха и сокращения гидрогенерации. **ТАСС**

Новости угольных компаний

Три компании АО «Холдинговая компания «СДС-Уголь» – ООО «Шахта «Листвяжная» (ранее зарегистрированное в пгт Грамотеино Беловского городского округа), ООО «Шахтоуправление «Майское» (ранее зарегистрированное в Прокопьевском районе) и АО «Салек» (ранее зарегистрированное в г. Киселевске (все – Кемеровская область) – сменят место регистрации на Москву. Комментарии СДС-Угля о причине изменения места регистрации компаний отсутствуют. **«Интерфакс»**

Трудовые коллективы шахты «Северная» и угольного разреза «Правобережный» АО «Ургалуголь» торжественно отрапортовали о синхронной добыче двухмиллионной тонны угля подземным способом и трехмиллионной тонны на открытых горных работах с начала текущего года. **NEDRADV**

На разрезе «Саяно-Партизанский» (АО «Русский Уголь» в Красноярском крае) началась разработка нового эксплуатационного участка Саяно-Партизанского каменноугольного месторождения с последующим началом добычи. Новый участок позволит увеличить объемы добычи и повысить экономическую эффективность производства. **Пресс-служба АО «Русский Уголь»**

Проходческая бригада Сергея Безуглова шахты им. С.М. Кирова первой в СУЭК прошла с начала года 3 км горных выработок. Наряду с бригадой Сергея Безуглова еще несколько подготовительных коллективов компании «СУЭК-Кузбасс» имеют на своем счету отличные результаты. Так, бригада Александра Беркуты шахты им. А.Д. Рубана за 8 мес. текущего года прошла 2,9 км горных выработок, бригада Александра Ставенко этой же шахты – 2,4 км горных выработок. **«Сибдено»**

АО «УК Сибирская» подало к ООО «Фамур» (Польша) иск о взыскании убытков на 163 млн руб. в связи с поломкой одного из очистных комбайнов, используемых угольной компанией, и невыполненной поставкой другого агрегата.

Впоследствии «Сибирская» подняла сумму реального ущерба до 3,4 млрд руб. Ранее в рамках дела суд наложил арест на недвижимое имущество ООО «Фамур», удовлетворив соответствующее заявление угольной компании. **Ksonline.ru**

Очистная бригада Олега Германа участка № 2 шахты им. С.М. Кирова третьей в компании «СУЭК-Кузбасс» добыла с начала года 2 млн т угля. Первой в компании «СУЭК-Кузбасс» 2 млн т в начале июля добыла бригада Игоря Малахова шахты им. 7 Ноября – Новая. Сейчас на ее счету 2,6 млн т. Второй «двухмиллионницей» стала в начале сентября бригада Никиты Ковалева шахты «Талдинская-Западная 2». И близка к этому показателю бригада Кирилла Куксова шахты «Комсомолец». **КЕМ.KP.RU**

Компания ЭЛСИ приобрела два угольных разреза в Кемеровской области – «Разрез Кузнецкий Южный» и «Разрез Малиновский». ЭЛСИ продолжает развитие добывающего направления дивизиона «Сибирь». **TACC**

На Эльгинском разрезе планируется довести добычу угля до 45 млн т к 2025 г. Чтобы выйти на заданный параметр, компанией ЭЛСИ реализуются проекты по вводу новых горно-обогатительных фабрик и строительству участка железной дороги протяженностью более 531 км, которая свяжет производственный комплекс с портом на побережье Охотского моря. На сегодняшний день

построено уже более 200 км пути будущей магистрали. **РЖД-Партнер** АО «Разрез Березовский» (предприятие СУЭК в Красноярском крае) досрочно, более чем за три месяца до завершения календарного года, рапортовало о выполнении годового плана по добыче угля. На текущий момент на разрезе добыто 4,7 млн т угля. До 31 декабря он намерен «прирастить» к этому объему еще около 2 млн т угля. **НИА-КРАСНОЯРСК**

Логистика

Зампред Правительства России Марат Хуснуллин, находясь на полях Восточного экономического форума, заявил, что стране необходимо строительство нового БАМа. По его мнению, это поможет развитию торговой сферы и наращиванию объема товарооборота. **ИА DELTA.RU**

Экспорт угля из России по сети ОАО «РЖД» вырос в январе-августе 2023 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 1,1% и составил 132,9 млн т. **«Интерфакс»**

Суда ПАО «Ленское объединенное речное пароходство» (ЛОРП) продолжают доставлять стратегические грузы в рамках северного завоза 2023 г. На линии Зеленый мыс – Певек (Чукотский автономный округ) задействованы суда «река – море» «Капитан Орлов» и «Капитан Слобожанин». За текущую навигацию в Певек завезено 17,5 тыс. т угля Зырянского угольного разреза. **Пресс-служба ЛОРП**

Россия не планирует отказываться от перевалки угля в западных портах, морская перевалка угля будет расти, и к 2030 г. ее мощности в России составят 308,5 млн т, сообщил заместитель министра энергетики РФ Сергей Мочальников. **Пресс-служба Минэнерго России**

Грузоперевозки через погранпереходы в Китай в январе-июле 2023 г. выросли до 8 млн т (+19,4%). Наибольший объем – 4,8 млн т (+3,2%) – передан через погранпереход Гродеково (РФ) – Суйфэньхэ (КНР). По новому железнодорожному мосту в Китай (Нижнеленинское – Тунцзян) перевозки угля превысили 1,1 млн т. **PortNews.**

Проектировщики приступили к проектно-изыскательским работам

в рамках новой инвестпрограммы «Увеличение провозных способностей Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей до 197 млн т в год к 2028 г. с целью вывоза дополнительного объема угля из Эльгинского месторождения». Речь, по сути, идет о III этапе программы модернизации Восточного полигона. **РЖД-Партнер**

На железнодорожных станциях в Хабаровском крае по итогам января-августа 2023 г. погружено 4,6 млн т каменного угля. В годовом сопоставлении рост составил 13%. **Пресс-служба ОАО «РЖД»**

В 2024 г. ОАО «РЖД» завершает основные работы по второму этапу расширения Восточного полигона и запускает движение. Несмотря на необходимость строить в условиях непрерывного движения, постоянного капризного голода и многообразных капризов погоды, компания постоянно увеличивает объем работ, который в текущем году в денежном выражении превзойдет 2022 г. более чем на 80%. В ОАО «РЖД» ждут скорейшего одобрения третьего этапа модернизации БАМа, который позволит к 2032 г. увеличить провозную способность на Восточном полигоне до 255 млн т.

Группа «Россети» приступила к реализации инвестиционного проекта по строительству на Дальнем Востоке переключательного пункта 500 кВ «Агорта», подстанции 500 кВ «Даурия» и связывающей их ЛЭП протяженностью более 280 км. Объекты возведут в рамках реализации второго этапа проекта по расширению Восточного полигона РЖД, а также электроснабжения золоторудного месторождения Таборное (проект Nordgold) и угольного месторождения Сыллахское (проект «АнтрацитИнвестПроект»). **NEDRADV**

20 сентября дан старт работе угольной станции Талума на границе Якутии и Амурской области. Это важное звено угольно-логистического кластера, в основе которого Сыллахское угольное месторождение в Южной Якутии. В этом году здесь планируется добыть 800 тыс. т угля. А план на 2024 г. – уже 2,5 млн т, с дальнейшим выходом на мощность в 6,5 млн т угля в год. **Правительство Республики Саха (Якутия)**

Петренко И.Е.

Футеровка EWP: лучшее решение проблемы быстрого износа



ЛОХОВ Д.С.

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

Ключевые слова: TAPP Group, футеровка EWP, абразивный износ, безремонтная эксплуатация

Низкая износостойкость материалов негативно сказывается на всем производственном процессе. Быстрый износ оборудования, низкий срок ходимости расходных материалов и трубопроводов, а также короткий межремонтный период - все это приводит к систематическим остановкам, заменам футеровки и ремонту оборудования, что в свою очередь требует временных затрат специалистов, а также приводит к потерям больших объемов прибыли.

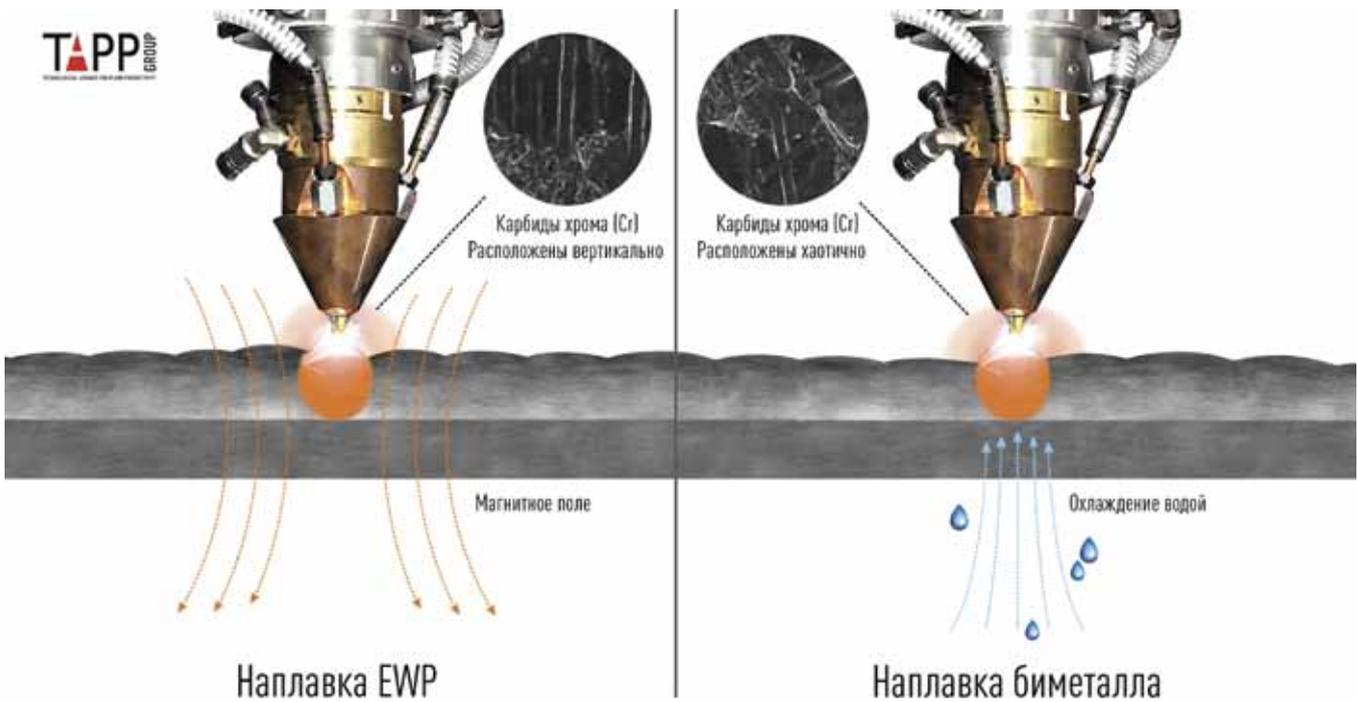
Футеровка EWP является инновационным решением, которое нашло широкое применение на обогатительных предприятиях. Она обладает высокой стойкостью к износу и трению, это позволяет значительно снизить затраты на ремонт и замену поврежденного оборудования. Она имеет высокую стойкость к коррозии и создает преграду между оборудованием и коррозионными средами, что позволяет предотвращать повреждения и обеспечивать долговечность работы оборудования.



Футеровка EWP была применена при выполнении работ по ремонту и модернизации бурового шнека БШС 1350-2П.А. Установлена для защиты шнека пластины между резцедержателями в местах ударных нагрузок и интенсивного абразивного износа. Испытания были проведены в Амурской области. Горно-геологические условия: гранитодиорит – 100-300 МПа, абразивность $a = 50$ мг. По результату испытаний выявлены увеличение срока службы изделия в несколько раз, а также высокая степень скольжения породы (отсутствие налипания).

Наш клиент искал решение проблемы низкой ходимости патрубков рудных течек. Нарботка патрубка с наплавленным слоем другого производителя на участке обогащения составила 240 часов, а на участке ПАШР – 196 часов. Нарботка патрубка рудной течки от компании TAPP Group на участке обогащения составила 7500 часов, 1500 часов на участке ПАШР и 4500 часов при развороте на 120°.

Футеровка EWP увеличивает срок безремонтной эксплуатации оборудования в 5 раз в сравнении с применением HARDOX и как минимум в 7 раз в сравнении со сталью.



Благодаря вертикальному расположению карбидов футеровка EWP служит на 30-40% дольше чем биметаллическая!

Ваши выгоды:

- защита оборудования от любого вида износа;
- сокращение простоев предприятия на ППР;
- увеличение производительности;
- увеличение срока службы оборудования;
- уменьшение веса футеровки до 50%;
- сокращение затрат;
- простой и быстрый процесс монтажа;
- сокращение потерь производства за счет увеличения межремонтного периода;
- снижение операционных затрат на содержание оборудования и, как следствие, снижение себестоимости продукции.

ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЗАЩИТУ ОТ ИЗНОСА И ВЫСОКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОДИМОСТИ

Футеровка EWP состоит из основного и наплавленного слоев. В качестве основы применяется лист низкоуглеродистой стали. Наплавочная головка наносит износостойкий слой, а за ней движется система, создающая магнитное поле, силовые линии которого направлены перпендикулярно наплавленной поверхности. Оно воздействует на область листа с температурой, при которой происходит кристаллизация карбидов.

Воздействие магнитного поля приводит к тому, что игольчатые кристаллы карбидов растут вдоль силовых линий и ориентированы перпендикулярно поверхности листа. Это и позволяет достигать высоких пластических свойств, что формирует устойчивость материала к абразивному и ударному износу. Твердость наплавленного слоя составляет 60-65 HRC. Содержание карбидов составляет более 60%, а их твердость – 1400-1700 HRV.

Футеровка EWP обеспечивает защиту от износа поверхностей, которые подвержены сильному абразивному износу в сочетании с ударными нагрузками, а также температурному, химическому и гидроабразивному воздействию.

Применяя футеровку EWP, вы повышаете коэффициент полезного использования оборудования (КПИ), межремонтный интервал и производительность, а также снижаете количество ремонтов/аварийных остановок оборудования и потери предприятия, связанные с простоем.

Наши контакты:

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

Наш YouTube-канал:



По пути импортозамещения и инноваций

БУБЛИК М.Л.

Заместитель директора
по технической политике –
начальник инженерного центра
Филиала УПП «НИВА»,
E-mail: zgsho@niva.by

МАЛЕНКОВ Д.С.

Руководитель проекта
инженерного центра
Филиала УПП «НИВА»

В конце 2022 г. управляющая компания холдинга «Нива-Холдинг» и Акционерное общество по добыче угля «Воркутауголь» подписали соглашение о намерениях. Документ резюмирует несколько пунктов о достигнутых в процессе переговоров решениях в области реализации совместных проектов по производству оборудования и запасных частей в рамках импортозамещения, организации в городе Воркуте консигнационного склада, сервисного обслуживания, ремонта и сопровождения поставляемого оборудования.

Планомерно развивая долгосрочное сотрудничество, в июле 2023 г. компании подписали очередной договор на предмет поставки 178 секций крепи для шахты «Воркутинская».



Генеральный директор АО «Воркутауголь» Максим Панов и генеральный директор УПП «Нива» Александр Романович заключили контракт на поставку секций крепи (слева направо)

Для инженеров и технических специалистов компаний «Нива-Холдинг» и АО «Воркутауголь» целью данного проекта являлось не только изготовление импортозамещаемой продукции, но и создание изделия, превосходящего по своим характеристикам и конструктиву имеющиеся аналоги.

Индивидуальный подход и совместное обсуждение конструктива будущих секций крепи позволили рационально реализовать в проекте ряд технических преимуществ и особенностей.

Так, была обеспечена крупноузловая унификация силовой гидравлики новых секций с уже эксплуатируемыми крепями, что позволило не расширять номенклатуру запасных частей, а также иметь возможность комплектации импортных секций запасными частями отечественного производства.

Конструкция секций изначально предусматривает возможность дооснащения их в любой момент дополнительными комплектами средств безопасности, которые позволят эксплуатировать комплекс при отработке пластов с углами залегания по падению до 45°. Увеличенный угол завального ограждения секций в рабочей мощности предотвратит «прихватывание» секций кровлей за ограждение, а оснащение их дополнительным завальным щитом позволит предотвратить просыпь горной массы из завала в лемнискатный механизм при отработке комплексом пласта вниз по столбу, увеличенная

Техническая характеристика секций крепи

Наименование параметра	Значение	
	КМУ-Л-10/21	КМУ-К-12/25
Тип крепи	Поддерживающе-оградительная	
Назначение	Линейная	Концевая
Диапазон раздвижности секции крепи, м	1,0-2,1	1,2 – 2,5
Рабочий диапазон, м	1,3-2,0	1,5 – 2,4
Возможность работы крепи по углам наклона, градус: – поперечный (вдоль лавы) – продольный (вдоль столба)	До ±35 (до ±45 с применением специальных устройств удержания) От – 15 до + 18	
Шаг передвижки, м	0,8	
Шаг установки крепи, м	1,5	
Среднее удельное давление на почву в рабочем диапазоне, МПа, не более	1,85...2,2	2,13...2,5
Сопротивление секции крепи в рабочем диапазоне, кН, не менее	5557...6495	6411...7503
Сопротивление крепи в рабочем диапазоне, кН/м ² не менее	800...935	877...1020
Масса секции, кг, не более	16 500	19 500

высота подъема носков основания позволяет беспрепятственно работать в условиях слабых почв.

Гидродомкрат корректировки оснований в горизонтальной плоскости выполнен таким образом, что он не выступает за габарит основания. Это решение позволяет укомплектовать секцию двумя домкратами корректировки, способствующими без их перемонтажа управлять корректировкой основания в любую сторону в случаях работы лавы со знакопеременным углом наклона.

Бесценный многолетний опыт эксплуатации и современный инженерный подход позволили усовершенствовать конструкцию оборудования, адаптировать его под конкретные горно-геологические условия и индивидуальные требования заказчика, расширить его область применения. Лишь тесная работа конструкторов с горняками позволяет создавать современное оборудование, превосходящее по своему конструктиву имеющиеся аналоги, а заложенное зерно совместного партнерства будет являться хорошим началом длительного взаимовыгодного сотрудничества.

Коллектив Филиала УПП «Нива» – Завода горно-шахтного оборудования благодарит горняков АО «Воркутауголь» за совместную работу и неоценимый вклад в создание современного очистного оборудования.



Представители АО «Воркутауголь» и УПП «Нива» на приемке пилотной секции крепи

О предприятии:

Завод горно-шахтного оборудования был создан в 1990-х годах и в настоящий момент является филиалом управляющей компании УПП «Нива», входит в состав холдинга «Нива-холдинг». Основная продукция филиала - секции механизированных крепей, устройства для демонтажа, гидроцилиндры и пневмоцилиндры специального и общепромышленного назначения, шнековые исполнительные органы для очистных комбайнов, устройства для приготовления эмульсии, установки для бурения шпуров.

Выпускаемая продукция сертифицирована на соответствие требованиям Технических регламентов Таможенного союза ТР ТС.

Телефон: +375 (174) 26-10-61

E-mail: zgsho@niva.by

Адрес: 223710, Республика Беларусь,

Минская обл., Солигорский район,

Чижевический с/с, Метявичское шоссе 5/3 -1

СКРЫЛЬ Анатолий Иванович

(к 75-летию со дня рождения)

23 сентября 2023 г. исполнилось 75 лет горному инженеру, известному специалисту и эксперту-аналитику угольной промышленности Анатолию Ивановичу Скрылю.

Анатолий Иванович Скрыль родился в г. Караганда Казахской ССР, где в рабочей шахтерской семье прошли его детство и юность, что и предопределило во многом его дальнейшую судьбу. В 1971 г. он окончил Карагандинский политехнический институт по специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых». Свой трудовой путь Анатолий Иванович начал на шахте «Казахстанская» ПО «Карагандауголь», работая подземным горным мастером, помощником начальника участка, начальником участка, где и получил боевую шахтерскую закалку.

В 1974 г. А.И. Скрыль избирается первым секретарем Шахтинского горкома комсомола, а в 1978 г. был утвержден инструктором Отдела угольной промышленности Карагандинского обкома Компартии Казахстана.

С 1981 по 1985 г. Анатолий Иванович работает в аппарате ЦК Компартии Казахстана сначала инструктором, а затем заведующим сектором топливной промышленности Отдела тяжелой промышленности.

В 1985 г. А.И. Скрыль был переведен в Москву на должность инструктора в сектор угольной промышленности Отдела тяжелой промышленности и энергетики ЦК КПСС. В 1989 г. он заочно оканчивает Академию общественных наук при ЦК КПСС и приглашается руководством Минуглепрома СССР на должность заместителя начальника Главного технологического управления по подземному способу добычи угля.

После упразднения Минуглепрома СССР в 1991 г. он работает в Госкорпорации «Уголь России» заместителем начальника Отдела подземной технологии добычи угля, затем с 1993 г. в ГП «Росуголь» – начальником Управления стратегических исследований и информационного обеспечения, позднее – руководителем Информационно-аналитического центра ОАО «Росуголь».

В 1994 г. Анатолий Иванович Скрыль возглавил совет директоров ЗАО «Росинформуголь», а в 1998 г. был избран генеральным директором этого общества и с тех пор беспрерывно возглавлял его на протяжении 24 лет.

После преобразования в 2022 г. АО «Росинформуголь» в филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России А.И. Скрыль занял должность главного советника генерального директора этого энергетического агентства.

Анатолий Иванович широко известен в кругах отечественных и зарубежных специалистов, руководителей угольных компаний страны и представителей угольного бизнеса как высокопрофессиональный эксперт-аналитик и крупный специалист в области информационно-аналитического обеспечения отрасли.



Аналитические материалы, научно-методологические, нормативно-правовые и программные документы, разработанные при непосредственном участии А.И. Скрыля и его коллег, включая такие основополагающие, как «Основные направления реструктуризации угольной промышленности России» и «Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года», используются федеральными, региональными и местными органами власти, угольными компаниями и предприятиями в ходе структурных преобразований и дальнейшего развития угольной отрасли.

Многолетний труд и заслуги Анатолия Ивановича Скрыля перед страной и угольной промышленностью отмечены государственными, отраслевыми и региональными наградами – медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» второй степени, медалью «За заслуги в развитии топливно-энергетического комплекса» первой степени, знаком «Шахтерская слава» трех степеней, знаком «Почетный работник топливно-энергетического комплекса» и др.

Где бы ни трудился Анатолий Иванович Скрыль, везде он показывает себя человеком широких интересов, большой эрудиции и высокой культуры, всегда готов поделиться своими знаниями и богатым опытом с коллегами по работе.

В личной жизни Анатолию Ивановичу присущи скромность и дружелюбие к окружающим, трогательное и заботливое отношение к семье, детям, внукам и правнучке. В свободное время Анатолий Иванович с удовольствием уделяет внимание любимому увлечению – рыбной ловле и общению с друзьями, с которыми щедро делится секретами своего рыбацкого мастерства.

Сегодня юбиляр находится в расцвете творческих сил, полон энергии и новых планов, мечтает, как настоящий патриот и гражданин, о сильной и всесторонне развитой экономике страны, продолжает самоотверженно трудиться в интересах дальнейшего развития отечественной угольной отрасли.

Департамент угольной промышленности Минэнерго России, ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, друзья и товарищи по совместной работе, редакция и редколлегия журнала «Уголь» желают Анатолию Ивановичу Скрылю здоровья, новых творческих успехов, огромного человеческого счастья и удачи ему и всем его родным и близким!

На ВНОТ подвели итоги пилотного проекта по совершенствованию оценки и управления профрисками в сфере охраны труда

На VIII Всероссийской неделе охраны труда (ВНОТ) в Сочи подвели итоги пилотного проекта по совершенствованию оценки и управления профессиональными рисками в сфере охраны, который проводился ВНИИ труда в 2022 году.

По словам **заместителя министра труда России Алексея Вовченко**, принимавшего участие в мероприятии, целью проекта являлись апробация процедуры управления профессиональными рисками и подготовка предложений по совершенствованию нормативных правовых актов в области охраны труда.

«По результатам пилота мы наметили ряд треков по совершенствованию оценки и управления профрисками в сфере охраны труда. Это внедрение единого подхода при оценке профрисков по матричному методу, разработка правил по охране труда для газовой, угольной промышленности, в сфере гостиничного обслуживания и на предприятиях общепита. Также подготовим единый классификатор опасностей, скорректируем единые типовые нормы выдачи СИЗ и многое другое», – сказал **Алексей Вовченко**.

География пилотного проекта включала в себя пять субъектов Российской Федерации. Для апробации процедуры оценки профессиональных рисков были определены 57 организаций, охватывающих 47 видов экономической деятельности. Суммарное количество рабочих мест в проекте составило 56 тысяч, на которых работают более 107 тысяч работников.

*В мероприятии также приняли участие министр труда и занятости населения Оренбургской области **Наиля Исхакова**, заместитель начальника Управления осуществления федерального надзора в сфере труда **Роструда** **Александр Турков**, начальник департамента экологии и техносферной безопасности ОАО «РЖД» **Андрей Лисицын**, генеральный директор ООО «ПРОММАШ ТЕСТ» **Михаил Марков**, директор департамента охраны труда и экологии, главный технический инспектор труда ФНПР **Алексей Безюков**, модератором выступила руководитель проекта ВНИИ труда Минтруда России **Марина Товстий**.*

Собравшимся был продемонстрирован видеоролик о бесплатной Электронной платформе ВНИИ труда по охране труда. Основная цель его создания – методическая помощь работодателям вне зависимости от вида экономической деятельности и размера организации, в том числе микропредприятиям. Один из сервисов платформы создан для оценки профрисков. С его помощью микропредприятия могут провести идентификацию опасностей и сформировать план мероприятий по повышению уровня безопасности.

Пресс-служба ФГБУ «ВНИИ Труда»



Труд шахтера должен быть безопасным

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-20-27>



МОХНАЧУК И.И.

Канд. экон. наук,
председатель
Российского независимого
профсоюза работников
угольной промышленности,
109004, г. Москва, Россия,
e-mail: pred@rosugleprof.ru

Материал подготовлен по итогам форума «Современные вызовы в социально-трудовой сфере. Инновационные инструменты деятельности профсоюзов», который прошел в мае 2023 г. В ходе форума председатель Российского независимого профсоюза работников угольной промышленности (Росуглепрофа) Иван Иванович Мохначук выступил с подробным докладом о травматизме в угольной отрасли России, о работе технической инспекции профсоюза, а также уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда. На данный момент на российских шахтах действует 1041 уполномоченный от профсоюза по охране труда. Уполномоченные по пути на работу, с работы, на рабочих местах в ежедневном режиме контролируют вопросы охраны труда и выдают представления на устранение нарушений. Иван Иванович Мохначук отметил важность ратифицированной Россией Конвенции Международной организации труда № 176 о безопасности и гигиене труда на шахтах. После аварии на шахте «Листвяжная» 25 ноября 2021 г. Росуглепроф обратился к стороне, представляющей интересы работодателей, с предложением вступить в переговоры по внесению изменений и дополнений в Федеральное отраслевое соглашение по угольной промышленности РФ (ФОС) на 2019-2021 гг. Положения Конвенции позволили распространить действие ФОС не только на работников, занятых на подземных работах, но и на работников, занятых на открытых горных работах.

Ключевые слова: Росуглепроф, закон о труде, охрана труда, безопасность, гигиена труда, социальная стабильность, авария на шахте «Листвяжная», травматизм в угольной отрасли.

Для цитирования: Мохначук И.И. Труд шахтера должен быть безопасным // Уголь. 2023. № 10. С. 20-27. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-20-27>.

РАЗНЫЕ ПАРАДИГМЫ

После распада Советского Союза законодательство Российской Федерации существенно трансформировалось. В России до 2004 г. действовал Кодекс законов о труде. Мы двигались в парадигме социального партнерства, была создана российская трехсторонняя комиссия. Министерства, согласно положениям о министерствах, отвечали за обеспечение социальной стабильности в отраслях и на предприятиях, подведомственных отрасли. В 2004 г. правительство провело рыночную реформу, были отменены положения о министерствах, о социальном партнерстве, о социальной стабильности. Государство ушло из сферы участия в социальном партнерстве. У нас осталась трехсторонняя комиссия на высшем уровне, но, что касается отраслей, то, скажем, Министерство энергетики полностью отстранилось от участия в переговорах между профсоюзом и работодателями.

Мы всегда исходили из одной простой вещи, что, если что-то не запрещено в разумном понимании, значит, это разрешено. Но шахта представляет собой опасное производство, поэтому, в случае каких-то инцидентов, прокурор может потребовать разрешительные документы, а если их нет, мы сталкиваемся с перевернутой парадигмой, вести переговоры в таких условиях крайне сложно.

Российская угольная отрасль сегодня – на 100% частная. Мы с вами во многом бывшие советские люди, выросли и воспитывались в другое время. Сейчас предприятия не наши, у них есть собственники, и в разговоре они ясно дают это понять, что также усложняет переговорный процесс.

ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ШАХТЕ «ЛИСТВАЖНАЯ»

В 2021 г. произошла авария на шахте «Листважная», тогда погиб 51 человек. Прокуратура обвинила профсоюз угольщиков в том, что мы виноваты, что погибли люди, потому что мы недосмотрели, недоглядели, наши уполномоченные по охране труда, инспектора плохо сработали (рис. 1, 2).

Когда стали разбираться, кто в чем виноват, то оказалось, что люди работали с грубейшими нарушениями правил безопасности по газу метану. При 4%-ной концентрации в воздухе метан взрывается, шахтеры прекрасно знают, что будет метан – искра найдется. Работодатель платил небольшую зарплату и мотивировал премией за выполнение нормативов. Чтобы выполнить эти нормативы, приходилось нарушать правила безопасности.

Зная, что метан при концентрации до 4% в воздухе не взрывается, шахтеры работали на грани 3-3,5%, шли всплохи по почве, то есть метан выделялся и воспламенялся. Когда работники стали возмущаться, работодатель начал увольнять их с работы по одному, заставляя замолчать. В итоге такая ситуация привела к трагедии.

2 декабря 2021 г. после аварии прошло совещание у Президента РФ, где я прямо обозначил ряд позиций, особо отметив, что поручение по условно-постоянной, условно-переменной частям зарплаты (70% на 30%), которое было дано еще после аварии на шахте «Распадская» в 2010 г., не выполнено.

В последующие месяцы мы проанализировали 16 томов актов расследования аварии на шахте «Листважная» и направили Президенту РФ конкретные предложения по улучшению ситуации не только в угольной отрасли, но и в целом по деятельности профсоюзов в России.

Более года у нас ушло на ведение переговоров с работодателями по выполнению поручений Президента РФ. Так как компании частные, они считают деньги, а вопросы по безопасности и охране труда – дорогостоящие, поэтому переговоры были тяжелыми. Тем не менее нам удалось добиться того, что были внесены изменения в административное законодательство. Теперь Рострудинспекция совместно с профсоюзами будет проверять выполнение любых федеральных отраслевых соглашений, а следовательно, и коллективных договоров на предприятиях Российской Федерации. Более того, в соответствии с поправками к статье 5.31 Административного кодекса РФ Рострудинспекции будет дано право штрафовать работодателя за невыполнение тарифного соглашения. Считаю это положительными сдвигами.

РЫНОК ТРУДА В РОССИИ

На мой взгляд, частный собственник с точки зрения экономики более эффективный, чем государство. В советское время, например, в 1988 г. мы добыли максимально на территории РСФСР 425 млн т угля. Для сравнения, в прошлом году мы добыли 443 млн т угля, то есть почти на 20 млн т больше. В советское время у нас было 249 шахт, в прошлом году была 51 действующая шахта, то есть почти в 5 раз меньше. На предприятиях в советское время у нас работали 588 000 человек – это только угольные предприятия, в отрасли в целом было занято 1 200 000 человек. Сегодня на предприятиях угольной отрасли в России работают 140 000 человек. Данные наглядно показывают, насколько упала численность предприятий и насколько выросла производительность труда.

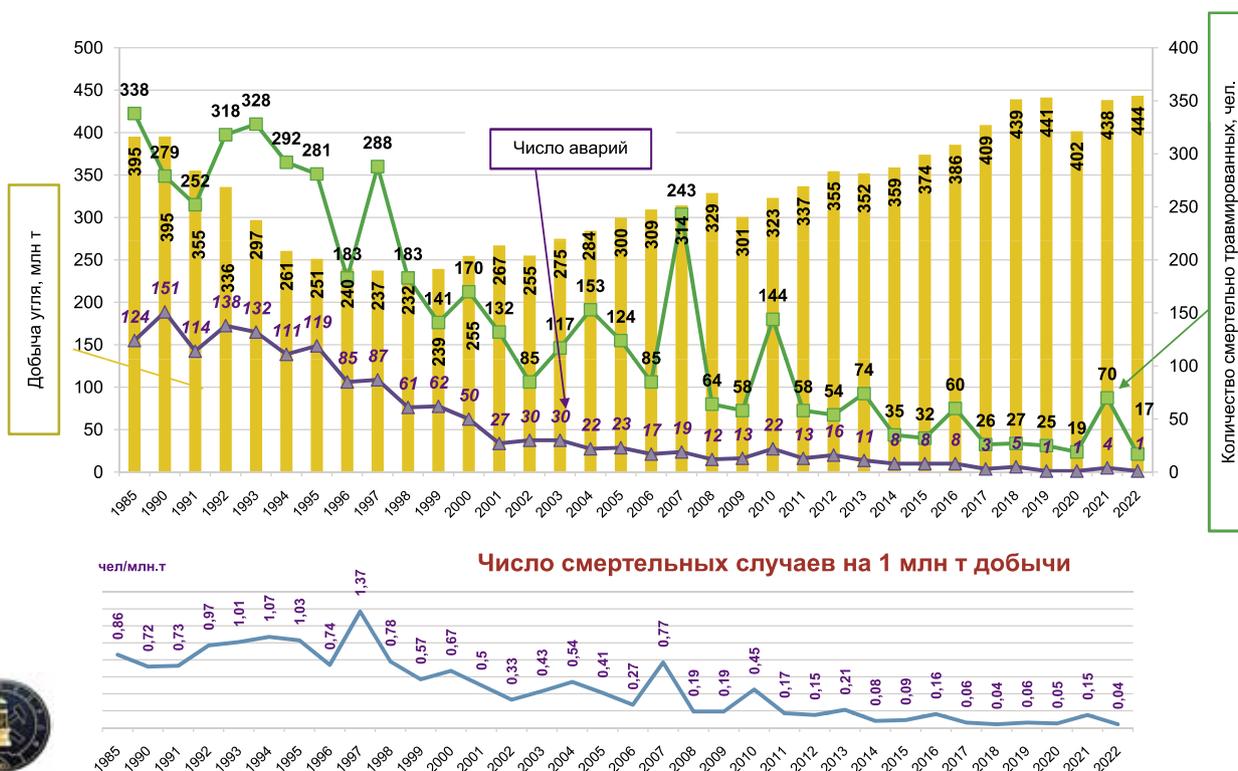


Рис. 1. Динамика добычи и смертельного травматизма в угольной промышленности

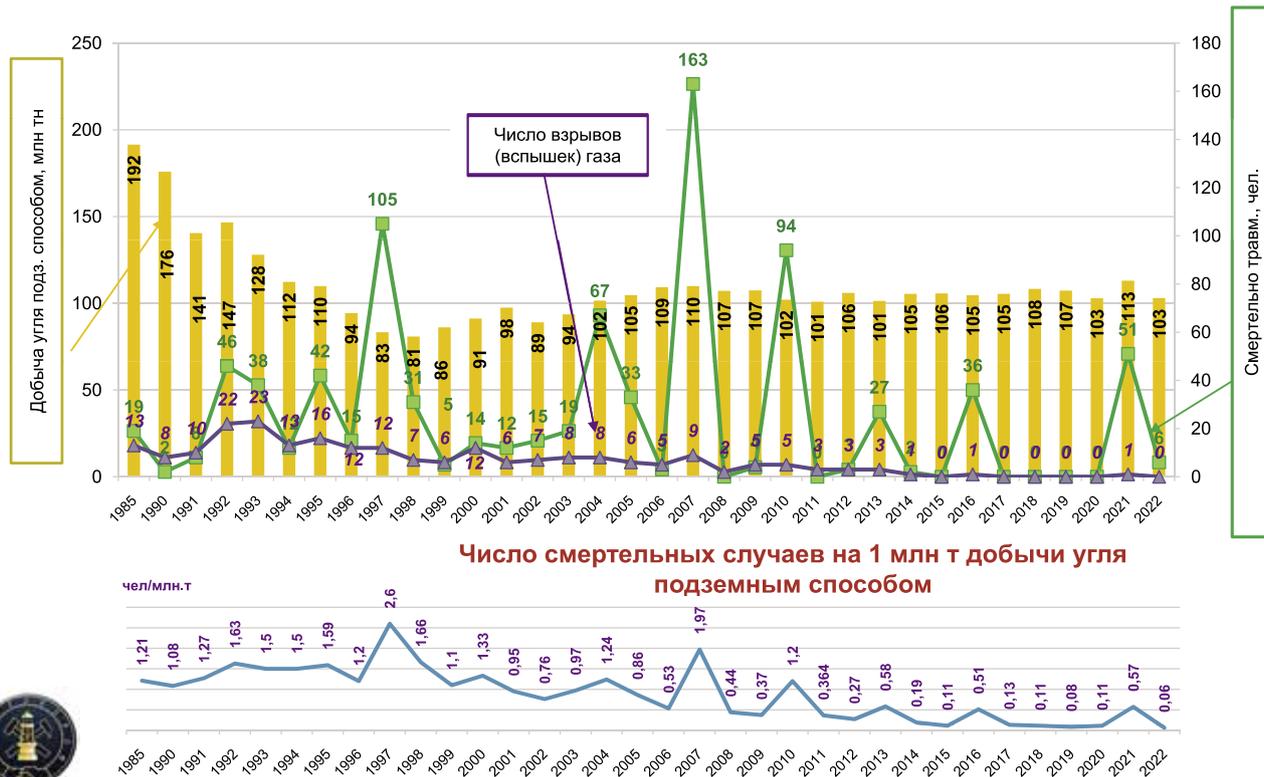


Рис. 2. Динамика подземной добычи и смертельного травматизма в результате взрывов (вспышек) газа метана в шахтах

Что касается вопросов безопасности, то в советское время погибали до 300 человек в год на шахтах. То есть на один миллион тонн угля приходился один смертельный случай. Самая трагичная авария в современной истории – это шахта «Ульяновская», когда в 2007 г. погибли 110 человек, потом была авария на шахте «Распадская» в 2010 г. – погиб 91 человек. Последняя крупная авария произошла на шахте «Листвяжная» в 2021 г. – 51 погибший. Мы ужесточили требования к безопасности труда и поставили своей задачей прежде всего то, чтобы шахтер живой, здоровый ушел на работу и должен живой, здоровый вернуться домой.

Вопросы заработной платы стоят у нас не на первом месте, хотя она растет с каждым годом. Если в 2019 г. средняя зарплата составляла 61 000 руб., то в 2021 г. – 72 000 руб., в 2022 г. – 89 000 руб., на сегодняшний день средняя зарплата – 93 000 руб. На отдельных предприятиях, на добычных участках, где идут самые тяжелые работы, проходчики получают 140 000-150 000 руб.

В России начал работать рынок труда. Квалифицированных работников не хватает, и сегодня мы предлагаем работодателям свои наработки с точки зрения возрождения среднего профессионального образования. При советской власти действовал принцип: на 100% работающих на предприятии – 10% текучести кадров. Объединения обязаны были иметь профессионально-технические училища, техникумы для подготовки рабочего и инженерно-технического состава среднего звена для восполнения выбывания людей. Более того, крупные объединения должны были иметь высшие учебные заведения. После развала Советского Союза вся эта учебная база была передана местным органам власти, и училища, техникумы, вузы

утратили свою сущность, стали подстраиваться под рынок, готовить каких угодно специалистов, но не тех, которые нам нужны.

На сегодняшний день в угольной отрасли наблюдается дефицит ГРОЗов, проходчиков, электрослесарей, особенно подземщиков. Естественно, цена труда растет, и работодатель вынужден платить достойную зарплату. К примеру, в Кузбассе в угольной отрасли занято порядка 100 000 человек, именно на угледобывающих предприятиях – 70 000 человек. В часе езды шахтеры могут найти себе новое место работы, где зарплата будет на 3 000-5 000-10 000 больше. Люди мигрируют с одного предприятия на другое, иногда бригадой поднимаются и уходят. Чтобы остановить этот процесс, работодатель постоянно повышает зарплату, которую наш профсоюз не ставит своей основной задачей. Повторюсь, мы ставим задачу, что шахтер живой, здоровый ушел и живой, здоровый пришел с работы.

ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И РАБОТА УПОЛНОМОЧЕННЫХ (ДОВЕРЕННЫХ ЛИЦ) ПО ОХРАНЕ ТРУДА

За прошлый год «трудопотери» только по травмам и профессиональным заболеваниям составили 111 484 человека, то есть 310 человек не работали каждый день. Для понимания: 450 человек в среднем составляют коллектив одной шахты, таким образом, одна шахта целый год стояла из-за потерь по травмам и профзаболеваниям.

Наш профсоюз наладил самый точный учет травм, смертельных случаев на производствах. К сожалению, никто из государственных органов в России – ни Минтруд,

ни Минздрав, ни Роструд, ни Военизированные горноспасательные части МЧС России (ВГСЧ) – не знают, сколько точно людей всего погибает, травмируется, заболевает. Роструд считает только те случаи, которые попадают в зону их компетенции, ВГСЧ считают только тех, к кому они выезжают в случае аварии, скорая помощь считает тех, к кому их вызывают на поверхности. Росстат в целом считает раз в год несчастные случаи, приведшие к гибели людей, для того чтобы дать информацию для формирования бюджета государства на затраты относительно компенсаций. Мы же, профсоюз угольщиков, считаем все тяжелые несчастные случаи, все смертельные случаи, которые произошли на предприятии, учитывая все виды работы (подрядные, субподрядные, другие).

Когда мы обращаемся в органы власти, к примеру в Минэнерго, в Минтруд, с нами сначала могут не соглашаться. Но так как мы ведем учет в таблице и за каждой цифрой стоит конкретный человек с фамилией именем отчеством, то в итоге с нами не спорят. Учитывая дефицит рабочей силы, некоторые работодатели также начинают задумываться над вопросами безопасности и охраны труда. К сожалению, еще не все наши работодатели понимают, что мы делаем.

Для нашей отраслевой газеты «На-гора!» мы стали готовить алгоритмы, с которыми члены профсоюза могут ознакомиться на профсоюзных стендах на шахте. Первый алгоритм был посвящен работе уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда на шахте. Он составлен по принципу светофора с тремя уровнями: зеленым, желтым и красным (рис. 3).

По российскому законодательству на особо опасных предприятиях на каждом рабочем месте должны быть уполномоченные по охране труда. Мы разработали Положение об уполномоченном по охране труда, в котором четко прописали критерии, что уполномоченные избираются из членов трудового коллектива, обладающих знаниями, умениями, навыками в вопросах безопасности и охраны труда, обучаются за счет средств Фонда социального страхования и дальше могут выполнять свою функцию. Уполномоченные работают на общественных началах. Некоторые ответственные работодатели через колдоговор стимулируют их доплатой к тарифной ставке, дополнительным отпуском, бесплатными путевками или моральными поощрениями, например наградами.

Задача уполномоченного по охране труда – по пути на рабочее место (оно может быть расположено очень далеко, можно идти 3-4 км под землей) и на рабочем месте выявлять нарушения: где-то ролики свистят, пересып не зачищен, освещение не работает, заземления нет и т.д. Поднявшись на поверхность, уполномоченный пишет представление начальнику участка. Если инженерно-технические работники на участке взаимодействуют, устраняют вовремя нарушения, то вопрос решается на зеленом уровне светофора.

Если же работодатели воспринимают в штыки работу уполномоченных и начинают оказывать на них давление, то мы переходим на желтый уровень светофора. В этом случае техническая инспекция профсоюза вмешивается в процесс и дает представления, которые работодатель обязан рассмотреть и дать на них ответ профсоюзу в течение 7 дней. Более того, согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» на особо опасных предприятиях может создаваться институт общественных инспекторов Ростехнадзора по представлению профсоюза.

В Росуглепрофе создан такой институт, у нас есть 19 общественных инспекторов Ростехнадзора. Мы очень плотно взаимодействуем с Ростехнадзором, составляем ежегодный график проверок по всем предприятиям, шахтам, разрезам, фабрикам. Вместе с Ростехнадзором, а также с Рострудом мы проверяем работодателя, основываясь на поручениях Президента РФ и существующих соглашениях.

Если желтый светофор не срабатывает, тогда приходят представители Ростехнадзора, Роструднадзора, прокуратуры. По предписанию Ростехнадзора предприятие может быть остановлено на 90 дней. После этого работодатель задумывается, как взаимодействовать с профсоюзом, с общественными инспекторами и так далее.

Могу сказать, что после аварии на шахте «Листвяжная» мы плотно работаем с Ростехнадзором. Он «закошмарил» бизнес до такой степени, что работодатели звонят мне, просят договориться с Ростехнадзором, чтобы им разрешили продолжить свою работу. Если шахта добывает 5 000 т угля в сутки, то любой работодатель может посчитать, во сколько обходится остановка. В одном железнодорожном вагоне помещается 60 т, значит, работодатель теряет в день 83 вагона с углем, если шахта остановлена.

Мы к этому относимся предельно понятно. Устраняйте, – стоять не будете. Не хотите – стойте. Жизнь и здоровье шахтеров бесценны.

Мы добились в тарифном соглашении, что в случае гибели шахтера семья получает трехмесячный средний заработок одновременно, пособие на погребение, каждый иждивенец в семье получает годовую заработную плату, детям выплачивают ежемесячно пособие до достижения ими 18 лет либо завершения образования в размере порядка 10 000 рублей. Сейчас мы настаиваем, чтобы эта сумма была повышена до уровня минимального размера оплаты труда (МРОТ).

В случае гибели шахтера, если семья нуждается в жилье, то работодатель решает жилищный вопрос – производит ремонт или выделяет квартиру, погашает кредиты. Например, по шахте «Листвяжная» социальные выплаты составили 1 млрд 80 млн руб. на погибших и пострадавших. Кроме того, шахта более года простояла. Мы посчитали, что совокупно собственник потерял более 5 млрд руб.

Убытки шахты «Северная» составили более 3 млрд руб. При этом собственник потерял шахту, ее не удалось вос-



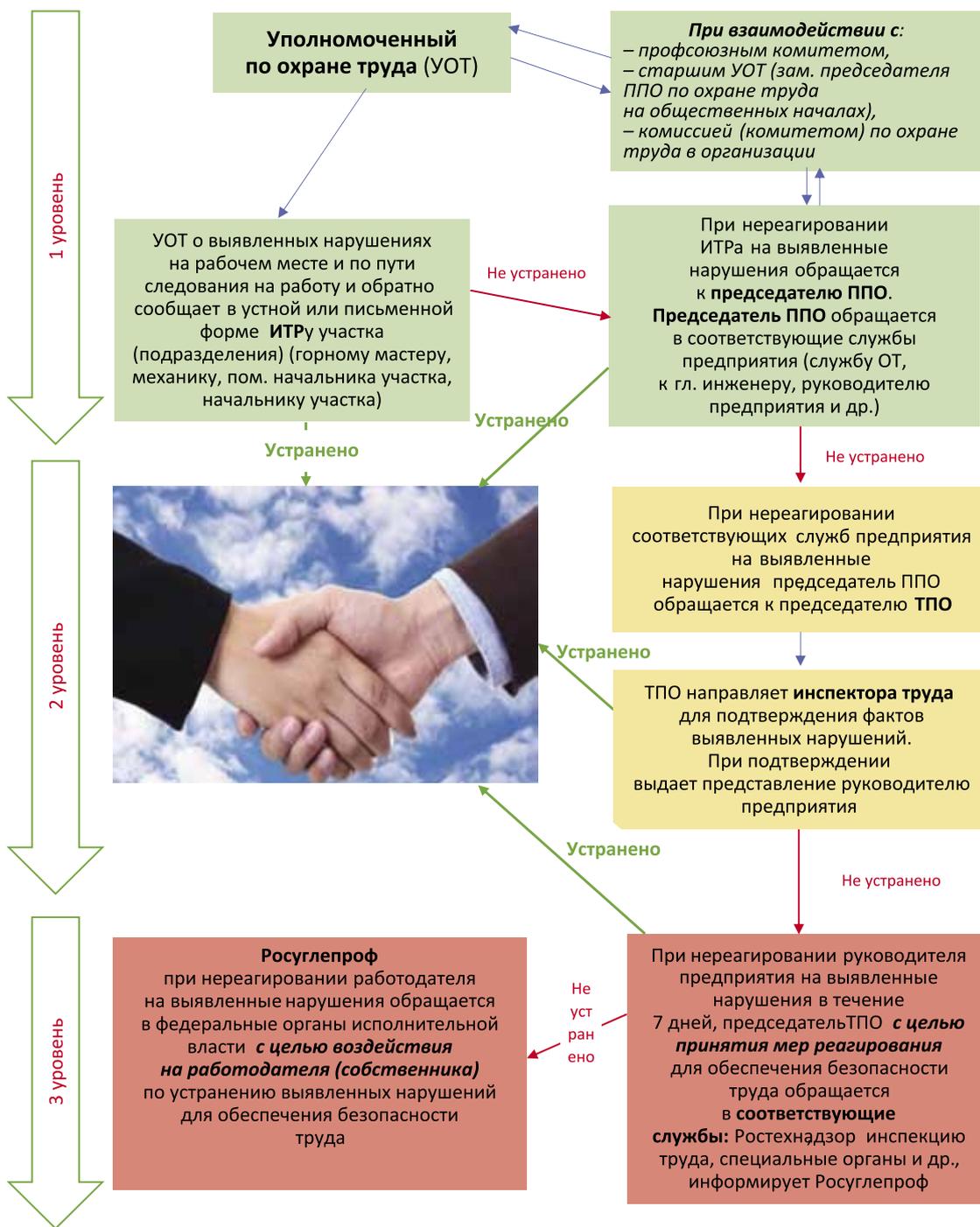


Рис. 3. Алгоритм взаимодействия уполномоченного (доверенного) лица по охране труда Росуглепрофа, с целью предупреждения аварийных ситуаций

становить. На шахте «Распадская», когда в 2010 г. погиб 91 человек, общие затраты по реконструкции и восстановлению составили более 10 млрд руб.

Мы пытаемся донести до собственника одну простую вещь, что взаимодействие с уполномоченными по охране труда, устранение мелочей, выявленных вовремя нарушений, ведут к сохранению имущества собственника. В финансовом плане – шахты не стоят, добывают уголь, и собственник получает прибыль, люди получают зарплату, шахта не взрывается, никто не погибает, нет дополнительных выплат. Такую работу мы будем продолжать.

ЗДОРОВЬЕ ШАХТЕРА БЕСЦЕННО

Еще одна проблема, с которой мы столкнулись, – естественная смертность. В прошлом году количество смертельных случаев на предприятиях составило 32, из них 15 случаев – естественная смерть (см. таблицу).

В соответствии с российским законодательством на шахтах организован предсменный, внутрисменный, послесменный медицинский осмотр, чтобы убедиться, что в данный момент работник физически, психологически готов выполнять трудовую функцию. Раз в 5 лет работники проходят диспансеризацию, проводятся так-

Анализ травматизма и аварий в 2022 г.

	янв.	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	нояб.	дек.	С начала года
Травма	12	7	10	4	10	6	12	18	10	18	17	5	129
По виду деятельности:													
– шахта	10	7	5	4	9	4	10	16	8	17	16	4	110
– ОГР	2	0	5	0	1	2	2	2	2	1	1	1	19
По месту нахождения:													
– подземные работы	7	4	4	4	8	3	8	15	8	6	4	2	73
– поверхность	5	3	6	0	2	3	4	3	2	12	13	3	56
Смертность н. сл. (всего)	5	6	4	1	2	1	4	1	4	0	1	3	32
Смертность от травматизма	3	1	3	1	1	0	1	1	2	0	1	3	17
– подземные работы	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	6
– поверхность	2	1	2	0	1	0	0	1	2	0	1	1	11
Естеств. смертность	2	5	1	0	1	1	3	0	2	0	0	0	15
– подземные работы	1	1	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	7
– поверхность	1	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8
Серд.-сосуд. заболевания	4	6	9	2	5	6	6	5	6	2	4	7	64
– подземные работы	2	5	6	1	2	3	5	4	5	1	2	2	38
– поверхность	2	1	3	1	3	5	1	1	1	1	2	5	26
Эпилепсии	0	0	0	1	1	0	1	2	2	0	1	0	8
– подземные работы	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
– поверхность	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	5
Аварии	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
– подземные работы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– поверхность	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

же ежегодные углубленные медосмотры, специальные медосмотры.

В тарифном соглашении, в законодательстве написано, что работодатель обязан организовать медосмотр, а мы добавили также, что работник обязан пройти этот медосмотр. Если работник отказывается пройти медосмотр, то работодатель имеет полное право не допустить его к работе, с чем мы согласны. Человек должен быть здоровым. Мы подготовили специальный плакат для размещения на стендах в шахтах.

Когда после гибели людей на шахте «Листвяжная», Президент РФ дал поручение увеличить выплаты в случае гибели людей, мы стали вести переговоры. Я предложил сумму в 1000 МРОТов, что на тот день составило более 14 млн руб., за моральный ущерб. Конечно, работодатели, представители министерства не ожидали такой суммы.

Мы нашли исследование Научно-исследовательского финансового института Минфина России от 2016 г., в котором указано, что цена жизни составляет 49 млн руб. Такая сумма необходима, чтобы дети выросли, получили образование, семья после потери кормильца осталась жить на том же уровне дохода. Естественно, этот вопрос вызвал жаркие споры. В итоге в тарифном соглашении мы прописали, что помимо тех выплат, о которых я вам говорил ранее, в случае гибели шахтера работодатель выплачивает 5 млн руб. в качестве морального ущерба.

Вернемся к медосмотрам. В тарифном соглашении есть пункт о том, что в случае тяжелой травмы работодатель выплачивает в счет морального ущерба 500 000 руб. В результате же естественной смерти, кроме оплаты

похорон, шахта никак финансово не помогает, а семья остается без отца.

У шахтеров в России льготная пенсия. После того, как человек отработал 25 лет под землей, он может выйти на пенсию независимо от возраста. Например, если он после армии пришел на шахту в 20 лет, отработал 25 лет на любой должности, то уже в 45-47 лет может выйти на пенсию. Зарплата в отрасли выше, чем в регионе. По разным оценкам, 95-96% людей закредитованы. Люди идут работать на шахту, чтобы погасить кредиты, и боятся остаться совсем без работы. Если после медосмотра шахтера переведут на более легкие работы, потому что ему нельзя работать в тяжелых условиях под землей, он теряет право выхода на льготную пенсию. Люди начинают скрывать свое заболевание

в ходе медосмотров, особенно, что касается сердечно-сосудистых заболеваний. Думают, что можно прийти домой, принять таблетки, в выходные отлежаться, чтобы отпустило, и дальше пойти на работу. Но случается так: пришел на рабочее место, стойку поднял, присел, сердце остановилось – естественная смерть.

Дальше возникает вопрос, как бороться за здоровье людей. На меня обижаются, но я как председатель профсо-

юза считаю, что лучше пусть будет инвалид с маленькими доходами, но живой и в семье. Потому что, когда человек уходит в мир иной, проблемы в семье остаются, без кормильца еще хуже. Если человек остается инвалидом, семья падает на уровень ниже в экономическом плане, но не на дно. На меня обижаются, говорят, что я провожу не ту политику, не защищаю людей. А защищать от чего? От смерти? Или подвигать к смерти? Здесь стоит дилемма, которая на сегодняшний день не решена.



СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА (СОУТ)

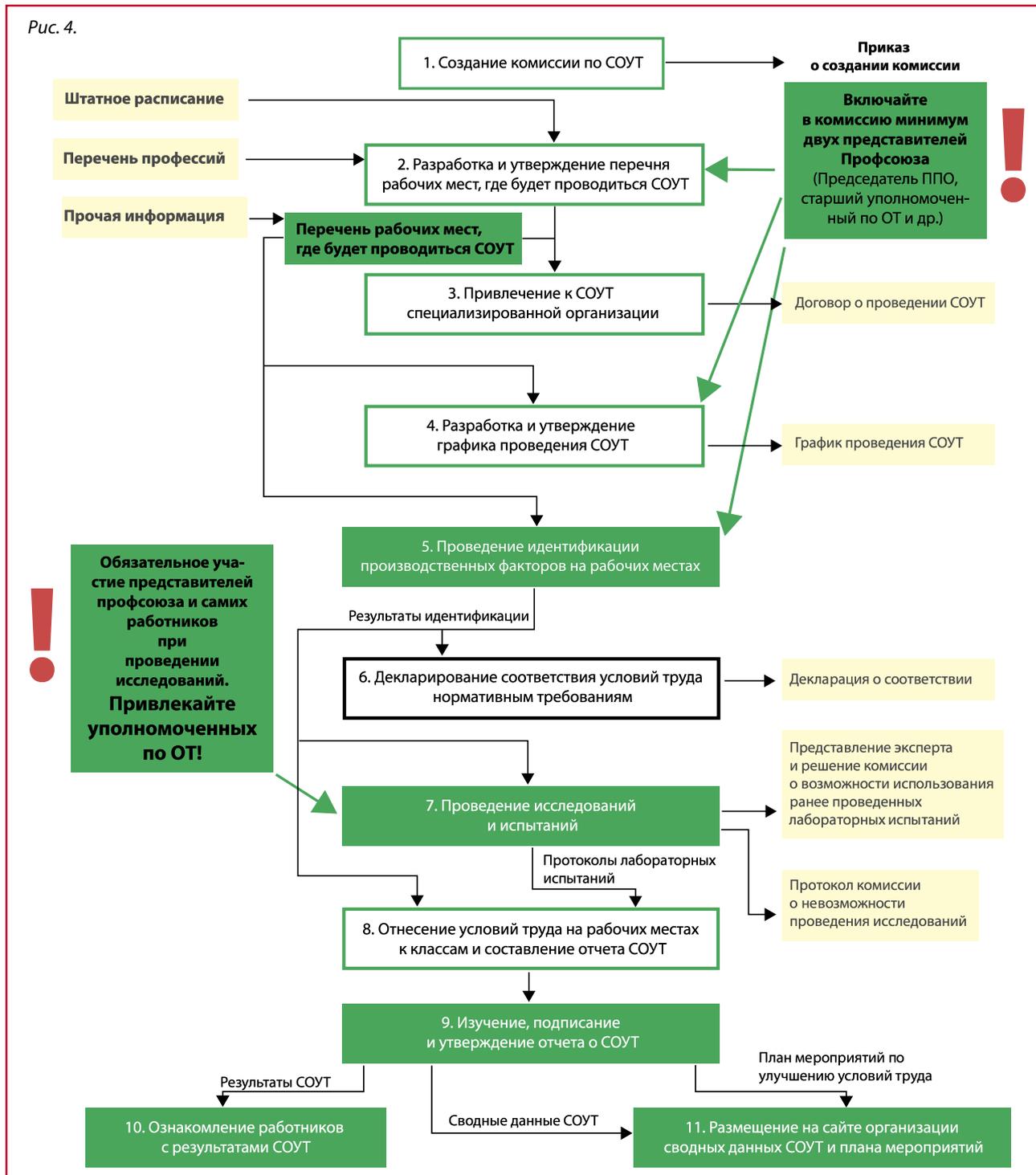
На протяжении долгого времени мы боролись за принятие Федерального закона «О специальной оценке условий труда», в 2013 г. он, наконец, был принят. Я считаю, что это один из прогрессивных законов России, потому что спецоценка условий труда на рабочем месте не может быть проведена без профсоюза, без уполномоченных по охране труда, без присутствия самого работника на рабочем месте во время проведения СОУТ.

Мы подготовили алгоритм, посвященный СОУТ, чтобы шахтеры читали и знали, как проходит спецоценка, потому что от нее зависят их жизнь и здоровье (рис. 4).

Пыль, шум, вибрация – все негативные последствия должны быть отражены в спецоценке. От этого формируются класс условий труда, тарифная ставка, оплата труда, льготы, гарантии, компенсации, выплаты, дополнительные отпуска и все остальное за максимальное наличие вредных факторов.

Этот закон в России работает, к сожалению, не везде, не в полном объеме, но юридически заложена база, которая позволяет нам влиять на условия труда через работодателя. На основе результатов СОУТ в угольной отрасли ежегодно разрабатывается и один раз в 3 года пересматривается комплексный план по охране труда на предприятии.

Рис. 4.



В нем прописываются все положения, он утверждается нормами Ростехнадзора, Минэнерго, Минтруда, Росуглепрофа, Ассоциации «Общероссийское отраслевое объединение работодателей угольной промышленности».

К сожалению, работодатели пытаются придумать обходные пути, не учитывать все вредные факторы, потому что вопросы безопасности для них – это затраты. Тем не менее у нас есть реальный рычаг для воздействия, и наша задача сегодня состоит в том, чтобы спецоценка отражала реальные условия работы, чтобы максимально сохранить и защитить здоровье людей.

Приведу яркий пример. В России норма предельно допустимого шума составляет 80 дБ. Когда делегация нашего профсоюза приехала в США и задала вопрос, какие меры вы предпринимаете, если шум превышает норму в 80 дБ, наши зарубежные коллеги долго не могли понять суть вопроса. Дело в том, что, если шум 79 дБ, они еще работают, а при 80 дБ останавливают рабочий процесс и ждут, когда придут инженеры и разберутся, почему шум превышает предельно допустимые нормы, применят инженерно-технические условия, чтобы снизить этот шум. В России, к сожалению, наши шахтеры работают в условиях, когда шум гораздо выше, и отсюда тугоухость. Также возникают вибрационные болезни и другие заболевания вследствие длительного воздействия производственной вибрации.

Не все специалисты, особенно кадровой службы, понимают рабочие процессы. В одной из крупнейших угольных компаний собственники уволили директора по персоналу, взяли другого с опытом работы в аграрной компании. На мой вопрос, отличает ли он штрек от бремсберга (*прим. горные выработки*) или хотя бы штрек от шлагбаума, оказалось, что не отличает. На мой следующий вопрос, как он планирует работать в таком случае, отвечают, что будет учиться. Когда учиться? Нам работать нужно!

В этом причина всех непродуманных команд. Некоторые директора не берегут имущество собственника. Директор не справился с контрактом либо отработал по контракту 3-5 лет, после этого уходит «с парашютом». Даже если он принял неверные решения, компания не хочет его увольнять из-за каких-то нарушений, потому что от этого страдает имидж компании. Увольнение происходит по соглашению сторон. Недавно одна из крупнейших компаний в России уволила директора по персоналу, и что вы думаете, помимо того, что она получала приличную зарплату, ей выплатили компенсацию в размере 30 млн руб. за досрочное расторжение контракта. Она заявила, что два года сможет отдыхать, потом устроится на новое место.

Проблема в том, что рабочим некуда бежать. Они не могут прийти, уйти. У них семья, дом, работа... А топ-менеджеры относятся к имуществу собственника как к источнику максимального извлечения прибыли, доходов в свою пользу. Эту психологию тяжело менять.

Как правило, мы имеем дело с долларовыми миллиардерами, они миллионы долларов не считают, им мил-

лион долларов больше-меньше – не так важно, а директора на нижнем уровне делают, что хотят. В этом заключается сложность взаимоотношений. Наконец-то нам удалось договориться с Министерством энергетики, и они взяли на себя обязательство участвовать в укреплении и развитии социального партнерства.

В таких условиях мы большое внимание уделяли и будем уделять, повторюсь еще раз, вопросам безопасности и охраны труда.

КОНВЕНЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА (МОТ) № 176 О БЕЗОПАСНОСТИ И ГИГИЕНЕ ТРУДА НА ШАХТАХ

Россия ратифицировала Конвенцию МОТ № 176 в 2013 г.

Во время проведения регуляторной гильотины в России в 2019-2020 гг., когда проходили пересмотр и отмена многих нормативных правовых актов, нам удалось отстоять множество важных трудовых стандартов именно благодаря тому, что Россия ратифицировала Конвенцию МОТ № 176. С советских времен, начиная с 1924 г., накопилось более 800 нормативных актов в угольной отрасли. Была создана специальная комиссия, которая сразу отсекала 400 устаревших или дублирующихся актов, оставшиеся 400 еще раз пересмотрели, оставили 200 для последующего пересмотра. В результате сейчас законодательство приведено в порядок, действуют менее 100 актов, охватывающих различные аспекты деятельности в угольной отрасли. Из 36 норм по охране и безопасности труда осталось 12 нормативных актов, которые вобрала в себя все необходимые нормы.

Недавно Конвенция помогла нам в проведении переговоров по внесению изменений в Федеральное отраслевое соглашение по угольной промышленности РФ (ФОС) на 2019-2021 гг.

Президент РФ дал поручение, что зарплата шахтера должна быть на 70% условно-постоянной. Например, если производственный план – 100 000 т, 100 000 руб. – зарплата, и даже при невыполнении плана шахтер в любом случае получит 70 000 рублей.

Встал вопрос относительно того, кого мы относим к шахтерам. Работодатели настаивали на том, что шахтеры – это работники, занятые только на подземных работах. В итоге, благодаря Конвенции МОТ № 176, нам удалось отстоять свою позицию и прописать в тарифном соглашении, что шахтеры – это работники, занятые на добыче угля, включая подземные, открытые работы, транспортировку, переработку.

Считаю международную работу крайне важной, особенно деятельность, которую мы проводим в рамках Глобального союза IndustriALL, Международной организации труда. Международные конвенции помогают профсоюзам в нашей работе, потому что они обязательны к исполнению в случае их ратификации правительством страны. В этом случае мы можем отстаивать права профсоюзов и права трудящихся, быть более защищенными.



Методология построения патентных ландшафтов на примере очистки сточных вод угледобывающих предприятий*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-28-35>

МИХАЙЛОВА Е.С.

Канд. хим. наук,
начальник управления по реализации
КНТП КемГУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: e_s_mihaylova@mail.ru

ТИМОЩУК И.В.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры
«Техносферная безопасность» КемГУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: irina_190978@mail.ru

ГОРЕЛКИНА А.К.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры
«Техносферная безопасность» КемГУ,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: alengora@yandex.ru

В статье представлены методология разработки патентных ландшафтов, патентная коллекция мировых тенденций и перспектив очистки сточных вод угольных предприятий, ведущих открытую разработку угля, полученных на основе патентной аналитики за период с 2012 по 2022 г. Патентная коллекция проанализирована по основным показателям динамики и структуры, географии появления технологий и их правовой охраны, а также проведен анализ патентных документов на территории Российской Федерации и выделены основные направления применения технологий очистки сточных вод на угольных разрезах. Техническая, правовая и бизнес-информация получена из патентных источников и визуализирована при помощи современных инструментов патентной аналитики.

Ключевые слова: патентная аналитика, патентный ландшафт, добыча угля открытым способом, сточные воды угольных предприятий, методы очистки сточных вод.

Для цитирования: Михайлова Е.С., Тимощук И.В., Горелкина А.К. Методология построения патентных ландшафтов на примере очистки сточных вод угледобывающих предприятий // Уголь. 2023. № 10. С. 28-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-28-35>.

ВВЕДЕНИЕ

Интеллектуальная собственность, к которой причисляют любой продукт умственного творческого труда, включает: промышленную собственность, охраняемую патентным правом; произведения искусства и науки, охраняемые авторским правом; ноу-хау и типологию интегральных микросхем. К объектам патентного права относятся промышленные образцы, полезные модели и изобретения. Права, авторство и приоритет на изобретение, полезную модель и промышленный образец подтверждают патенты на изобретение и промышленный образец, свидетельство на полезную модель, которые относятся к основным источникам данных патентной аналитики.

Формирование актуальных данных и объективных представлений о тенденциях и перспективах развития инноваций в области научно-технологического прогресса основано на анализе патентной информации

* Исследование выполнено в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. №1144-р, № соглашения 075-15-2022-1201 от 30.09.2022 г., при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.



при изучении текущего состояния вопроса и перспектив роста [1, 2, 3, 4].

Разработка отраслевого патентного ландшафта обеспечивает привязку области исследований к ключевым технологическим приоритетам или ключевым инновациям различных отраслей и может быть использована на уровне стратегического управления наукой, технологиями и инновациями. Инструментальные средства при работе с патентной информацией представлены продуктами компаний «LexisNexis PatentSight», «Minesoft», «Questel Orbit Platinum Edition», «ThomsonReuters» и других, предоставляющих современные информационные решения, включая глобальную базу данных для поиска и анализа патентов, службы юридических оповещений, индивидуальные решения для документооборота. Инновации, внедряемые по всему миру, привели к тому, что платформы патентного поиска в настоящее время соответствуют потребностям глобальных пользователей во всех отраслях [5, 6, 7].

Целью данной работы являются представление методологии построения патентных ландшафтов, формирование патентной коллекции и статистического анализа патентной информации, в том числе технологической информации, получаемой из полных текстов патентных документов на примере выявления тенденций и перспектив применения технологий очистки сточных вод угледобывающих предприятий.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Указ об охране авторских прав впервые был подписан в 1474 г. в Венеции. Первый патентный закон в Российском государстве – манифест «О привилегиях на разные изобретения и открытия в ремеслах и художествах» был принят в 1812 г.

В настоящее время патентная аналитика является источником информации, содержащейся в патентах и связанной с ними интеллектуальной собственности. Патенты, заявки на получение патентов и непатентная научно-техническая литература являются основным источником данных в рамках патентной аналитики. Наиболее общим и простым индикатором перспектив развития технологических направлений является показатель количества и динамики патентных семейств, патентов и патентных публикаций [8, 9, 10].

Патентные семейства включают перечень заявок или патентов, полученных в нескольких странах и связанных друг с другом одной или несколькими общими приоритетными заявками, то есть патентные семейства демонстрируют связь конкретного изобретения с выданными на его основе патентными документами.

Средствами визуализации патентной аналитической деятельности являются патентные ландшафты. Инструментарий патентного ландшафта основывается на принципах обработки массивов данных. Патентный ландшафт рекомендован Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) как способ изучения и описания текущей ситуации в области патентования конкретной технологии в определенной стране.

В настоящее время методология патентных исследований основывается на различных известных методиках построения патентных ландшафтов, в том числе на мето-

диках ВОИС, а также на «Методических рекомендациях по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт)» (приказ Роспатента № 8 от 23.01.2017) с учетом анализа существующих методов разработки патентных ландшафтов Австралии, Австрии, Великобритании и других стран [11, 12, 13, 14].

Методология включает этапы формирования отраслевых патентных ландшафтов: разработку моделей предметной области, систематизацию данных, отраслевую экспертизу, аналитическую обработку коллекций патентных документов, валидацию результатов и т.д. Использование единой методологии позволяет унифицировать разработку патентных ландшафтов для разных отраслевых тематик и легко масштабировать ее сложные процессы на уровне страны: анализ патентных семейств, технический анализ исследуемой области, работу с отраслевыми экспертами и др. Таким образом, можно условно выделить шесть общих этапов построения патентных ландшафтов: постановка цели исследования; проведение поиска; доработка данных анализируемой патентной коллекции; анализ патентной коллекции; визуализация результатов анализа; составление сводного отчета [15, 16, 17, 18, 19].

В результате патентной аналитики был проанализирован массив патентной документации в тематической области «Технологии полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий по добыче угля открытым способом», сформирована патентная коллекция, включающая 276 патентных семейств на основе 977 патентных документов в области технологий полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий по добыче угля открытым способом, в том числе 621 заявка, 261 патент на изобретения и 20 патентов на полезные модели, а также сопутствующая документация (переводы, описания и т.д.).

Анализ патентной документации проведен по четырем направлениям: технологическая направленность, стратегии, география и конкретные технические решения. Массив патентной документации включает шесть оснований: технологии очистки сточных вод от сульфатов; технологии очистки сточных вод от хлоридов; технологии очистки сточных вод от нитратов; методы очистки (биологическая очистка, базовая физико-химическая очистка, тонкая физико-химическая очистка); характеристики (используемое оборудование, виды сточных вод, загрязняющие факторы); проблемные области (утилизация отходов очистки, высокая начальная концентрация загрязнений, большой объем сточных вод).

Первое основание включает в себя все технологии, направленные на удаление сульфат-ионов из сточных вод. Патентные документы для данного основания представляют в большинстве своем технологии биологической и электрохимической очистки. В данном основании не проводилось дополнительного разделения, чтобы избежать дублирования содержания других оснований.

Второе основание включает патентные документы, которые раскрывают методы удаления хлорид-ионов из сточных вод. Патентные семейства данного основания содержат комплексные технологии по очистке с помощью сразу нескольких методов.

Третье основание раскрывает технологии, относящиеся к очистке сточных вод от нитрат-ионов. Семейства, относящиеся к данному основанию, в большинстве своем описывают смежные технологии, позволяющие очищать сточную воду не только от нитратов, но и от других ионов, в том числе катионов редкоземельных металлов. Аналогично предыдущим основаниям дополнительного разделения на подоснования не проводилось.

Четвертое основание раскрывает методы, использующиеся в конкретных технических решениях, связанных с очисткой сточных вод.

Пятое основание отображает конкретные характеристики использующихся методов очистки сточных вод. Различные технологии отличаются не только самим механизмом очистки, но и применяемым оборудованием. Подоснование «используемое оборудование» включает в себя основные элементы, характерные для различных способов очистки. Так, биореактор и бактерии используются в биологических методах очистки. Биореактор нужен для создания условий, при которых могут протекать аэробные, анаэробные и смешанные процессы. Сорбционные фильтры являются основными составляющими в технологических схемах очистки воды путем улавливания загрязнителей. Ионообменные смолы используются в методах, основанных на реакции ионного обмена, а химические присадки – в первую очередь в методах химического осаждения. Отдельно выделены патентные семейства, раскрывающие технологические особенности отстойников. Отстойники, как элемент в системе очистки, используются в большинстве методов очистки сточных вод.

Шестое основание включает решения, направленные на конкретные проблемы, связанные с технологиями полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий по угледобыче. Очистка сточных вод предприятий по добыче угля представляет из себя комплексный процесс и требует выбора способов реализации. Данное основание включает в себя патентные семейства, которые описывают решение задач конкретных проблемных областей [20, 21, 22].

Анализ технологической направленности разработок в предметной области на основании индексов Международной патентной классификации (МПК) позволил установить, что все семейства коллекции содержат подкласс C02F «Обработка воды, промышленных и бытовых сточных

вод или отстоя сточных вод». Самой распространенной подгруппой в патентной коллекции является подгруппа с индексом C02F-103/10 «Сточные воды от деятельности карьеров или шахт». Не все семейства патентной коллекции имеют данный индекс, так как некоторые технические решения либо косвенно упоминают добычу угля, либо запатентованы в более широких областях для обеспечения наиболее полной правовой охраны.

Группа C02F-101 «Природа загрязнений» представлена тремя наиболее распространенными подгруппами, каждая подгруппа выделяет конкретный вид загрязнения, среди которых C02F-101/10 «Неорганические соединения» (104 патентных семейства) и C02F-101/20 «Тяжелые металлы или соединения тяжелых металлов» (69 патентных семейств), C02F-101/16 «Неорганические соединения, соединения азота» (37 патентных семейств).

Самой часто встречающейся подгруппой, характеризующей метод очистки является подгруппа с индексом C02F-001/52, которая включает в себя технические решения по очистке воды флокуляцией или осаждением (77 патентных семейств).

Подгруппа C02F-003/34 «Биологическая обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод, отличающаяся используемыми микроорганизмами» представлена 57 патентными семействами, подгруппа с индексом C02F-001/28, включающая технические решения по очистке промышленных или бытовых сточных вод сорбционными методами, – 49 патентными семействами, C02F-009/14 «Многоступенчатая обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод» и подгруппа C02F-001/44 с техническими решениями по очистке промышленных или бытовых сточных вод мембранными методами (диализом, осмосом или обратным осмосом) – 39 патентными семействами.

При выходе компаний на зарубежный рынок преимущественно используется анализ соотношения ведомств первой и последующих подач. К ведомствам первой подачи относят страны, ведущие первыми исследования и разработки и впервые получающие патентные права в данной предметной области. К ведомствам второй подачи относятся те патентные ведомства государств, где правообладатель планирует получить патент и развернуть производство. Соотношение стран первой публикации и стран последующих публикаций приведено на рис. 1.

Страны	CN	US	ZA	FI	JP	KR	IN	AU	WO	EP	FR
CN	155	10	2	4	3		1		1		2
US	5	48	8	4	3		3			1	2
WO	2	23	11	7	4		3	2	4	2	2
CA		15	9	4	2		1		1		2
EP	1	9	8	6	2		1		3	2	2
AU	1	8	9	3	2		1	3	1		2
IN	1	3		2	2		5		1		1
ZA		4	5	3	1						
BR	1	2	5	2					1		1
CL		5	3	1	1						1
JP	2	1		2	7						1

Рис. 1. Соотношение стран первой публикации и стран последующих публикаций (CN – Китай, US – США, ZA – Южная Африка, FI – Финляндия, JP – Япония, IN – Индия, AU – Австралия, WO – ВОИС, EP – Европейское патентное ведомство, FR – Франция, BR – Бразилия)

Fig. 1. Ratio of the countries of the first publication to the countries of subsequent publications (CN – China, US – USA, ZA – South Africa, FI – Finland, JP – Japan, IN – India, AU – Australia, WO – WIPO, EP – European Patent Office, FR – France, BR – Brazil)

Наибольшая концентрация патентных публикаций сосредоточена в Китае. Заявителям из данного региона свойственно патентование только на локальном рынке, при этом 10 семейств были также зарегистрированы в юрисдикции США. Вывод данных решений за пределы региона, вероятнее всего, связан с тем, что решения относятся к значительным и имеют перспективу коммерциализации. Патенты, полученные в юрисдикции США, обеспечивают наиболее широкую охрану изобретения, однако в силу специфики процедуры патентования в Китае, многие решения не могут выйти за пределы региона из-за более жестких требований оригинальности.

С точки зрения анализа патентной коллекции патентные семейства, перенесенные на рынок США, представляют интерес, поскольку процедура патентования в США дороже (более 50 тыс. дол. в США), чем в других ведомствах, таких как ЮАР или Финляндии [23, 24, 25, 26]. Принимая во внимание стоимость патентования и качество экспертизы (высокий риск отказа в патентовании недостаточно нового и неочевидного решения), патентование в данных юрисдикциях указывает на наиболее ценные технические решения в портфеле компаний. В технической области присутствуют компании-лидеры, находящиеся в юрисдикции Финляндии, которые осуществляют первую публикацию на национальном рынке, в последующем публикуя решения в других регионах, в том числе в США.

Среди стран-лидеров по вторичным публикациям можно выделить Финляндию. Интерес к данной стране может быть вызван деятельностью множества компаний, специализирующихся на очистке сточных вод предприятий горнорудной промышленности. К числу данных компаний можно отнести Outotec и UPM-Kymmene. Регистрация патента в юрисдикции Финляндии позволяет обеспечить охрану изобретения от крупных профильных компаний.

Интерес заявителей вызывает рынок Южно-Африканской Республики, так как страна занимает седьмое место в мировом рейтинге по добыче угля, при этом количество собственных разработок достаточно небольшое. Среди стран, активно регистрирующих патенты на территории ЮАР, наиболее активна Австралия, это, может быть, связано с деятельностью австралийской компании BHP Billiton, участвующей в добыче угля на территории ЮАР.

Таким образом, наиболее активными являются рынки Китая, США, ЮАР и Финляндии. Рынок Китая, единственный, показывает положительную динамику по количеству семейств, однако, доля сильных базовых разработок с потенциалом коммерциализации низкая. Рынок США наиболее активный, на нем присутствуют не только национальные заявители, но и множество других зарубежных компаний. Рынки ЮАР и Финляндии достаточно активные, но имеют значительно меньше публикаций и семейств, чем в США и Китае.

Одним из основных аналитических представлений при проведении анализа географии патентования

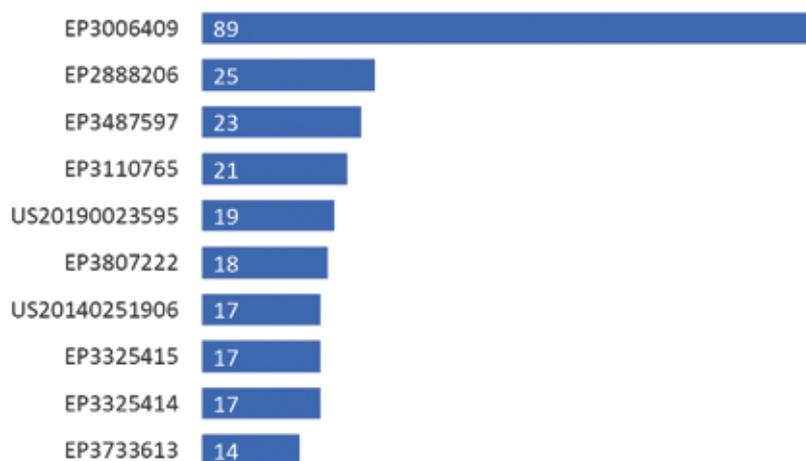


Рис. 2. Распределение патентных семейств по числу публикаций
Fig. 2. Distribution of patent families by number of publications

является анализ динамики публикационной активности в ведущих странах в последние 5 лет. Данное аналитическое представление позволяет определить лидирующие страны в области разработки технических решений при распределении патентных семейств по числу публикаций.

Распределение патентных семейств по диапазонам публикаций служит для анализа стратегий патентования и выделения наиболее ценных разработок, которые запатентованы в большом числе стран (рис. 2). Например, семейство с номером базовой публикации EP3006409 насчитывает 89 публикаций, в то время как другие семейства в рейтинге насчитывают не более 25 публикаций.

Область является зрелой, но не обладает признаками стагнации, а значит, на краткосрочной – среднесрочной перспективе имеет значительный потенциал к развитию и смене предыдущих технологий.

Наиболее ценные разработки принадлежат коммерческим компаниям, которые предоставляют услуги по установке, обслуживанию и модернизации систем очистки воды, в то время как научно направленные разработки не имеют широкого распространения, что говорит о высокой коммерциализации рынка.

Методы очистки воды значительно отличаются, в их основе лежат различные технологии, а компании-лидеры в своем портфеле имеют несколько семейств, использующих принципиально разные технологии. Многие компании стремятся расширить свой портфель перспективными с точки зрения правообладателей рынками.

Из результатов анализа географии патентования в области исследования установлено, что в рассматриваемой технической области заявители проявляют умеренный интерес к российскому рынку. Российский сегмент в коллекции практически отсутствует, большинство патентов, распространяющих свое действие на территорию Российской Федерации, зарегистрированы в Евразийской патентной организации (ЕАПО). Некоторые крупные компании, такие как Outotec и Ecolab, заинтересованы в охране своих решений на территории России.

Основание 4 (методы очистки)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.1. Биологическая очистка	10	8	13	3	11	12	8	14	17	10
4.1.1. Микроорганизмы	10	8	12	2	10	8	7	13	16	10
4.1.2. Сложные организмы			1	1	1	2	2	2		
4.2. Базовая физико-химическая очистка	8	5	8	13	12	18	13	27	17	14
4.2.1. Химическое осаждение	6	4	7	7	7	12	10	23	10	14
4.2.2. Сорбция	2	1	2	7	5	6	3	4	4	2
4.3. Тонкая физико-химическая очистка	4	5	4	4	6	8	6	11	13	9
4.3.1. Ионный обмен	3	2	1	1	2	2	2	3	3	1
4.3.2. Мембранные методы		3	3	2	4	3	5	6	9	6
4.3.3. Прочие технологии	1	1	1	2	3	4	1	6	6	5

Рис. 3. Распределение вариантов методов очистки по годам приоритета

Fig. 3. Distribution of cleaning method options by priority years

Основание 4 (методы очистки)	Страны приоритета																	
	Китай	США	ЮАР	Финляндия	Япония	Индия	Корея	ВОИС	Австралия	ЕПВ	Франция	Великобритания	Чили	Германия	Канада	Испания	Бразилия	Россия
4.1. Биологическая очистка	70	16	2	1	1	2	3	1	2	3			2	1	2	1	1	
4.1.1. Микроорганизмы	65	14	2	1	1	2	3	1	2	3			2			1	1	
4.1.2. Сложные организмы	7	1												1				
4.2. Базовая физико-химическая очистка	82	27	8	6	5	2	2	2	2		2	2		2	2			1
4.2.1. Химическое осаждение	56	25	7	3	4	1	1		1		2	2			2			1
4.2.2. Сорбция	28	1	1	3	1	1	1		1					2				
4.3. Тонкая физико-химическая очистка	49	19	2		3	1	1	1			1							
4.3.1. Ионный обмен	10	9	2		2		1											
4.3.2. Мембранные методы	31	7	1		2	1		1			1							
4.3.3. Прочие технологии	23	7			1													

Рис. 4. Распределение элементов методов очистки по странам приоритета

Fig. 4. Distribution of elements of cleaning methods by priority countries

Анализ методов, используемых в конкретных технических решениях, связанных с очисткой сточных вод, позволил определить сущность процесса очистки, основываясь на конкретном способе воздействия на загрязненную воду, например за счет химической реакции загрязнений с реагентами или метаболизма определенных микроорганизмов.

Ниже представлены динамика регистрации заявок по различным методам очистки по годам (рис. 3) и распределение методов очистки по странам первого приоритета (рис. 4).

Кросс-анализ, учитывающий взаимное влияние факторов и их общее влияние на интегральные показатели, зависящие от этих факторов, а именно кросс-анализ предлагаемых методов очистки с проблемными областями, включающими утилизацию отходов очистки, высокую начальную концентрацию загрязнений, большой объем сточных вод, позволяет оценить уровень зрелости технологий (рис. 5).

В рамках исследования информации регистрация патентной публикации в отдельной стране, как прави-

Основание 4 (методы очистки)	Кросс-анализ		
	6.1. Утилизация отходов очистки	6.2. Высокая начальная концентрация	6.3. Большой объем сточных вод
4.1. Биологическая очистка	3	2	
4.1.1. Микроорганизмы	2	2	
4.1.2. Сложные организмы	1		
4.2. Базовая физико-химическая очистка	2	16	
4.2.1. Химическое осаждение		16	
4.2.2. Сорбция	2		
4.3. Тонкая физико-химическая очистка	2	6	2
4.3.1. Ионный обмен		4	
4.3.2. Мембранные методы	1	3	2
4.3.3. Прочие технологии	1	3	

Рис. 5. Кросс-анализ предлагаемых методов очистки

Fig. 5. Cross-analysis of the proposed cleaning methods

Анализ патентных документов на территории Российской Федерации

Analysis of patent documents on the territory of the Russian Federation

Правообладатель	Номер патента	Название	Статус
GreenTech Environmental	EA038926 B1	Система очистки концентрированной воды с некарбонатной жидкостью обратным осмосом	Действует
Ecolab	RU2690819 C2	Добавление алюминиевых реагентов в оксианион-содержащие водные потоки	Действует
Outotec	EA031572 B1	Способ удаления сульфата из сточных вод	Действует
	EA033375 B1	Способ удаления сульфата, кальция и/или других растворимых металлов из сточных вод	Действует
Richard George Paxton	EA033672 B1	Способ очистки высокосульфатных вод	Прекратил действие
Пермский национальный исследовательский политехнический университет	RU2622132 C1	Способ нейтрализации кислых шахтных вод	Действует

ло, означает выход компании-разработчика на рынок этой страны, на основе данных сведений можно сделать определенные заключения о территориальных интересах и стратегиях развития компаний в рассматриваемой области.

Связано это с тем, что, как правило, процесс оформления патентных документов всегда сопровождается рядом материальных и временных затрат, а также дополнительных организационных сложностей, таким образом, такая информация чаще всего свидетельствует о непосредственном желании компании вывести технологию на тот или иной рынок.

Поэтому при анализе разработок на территории России важно рассмотреть не только разработки, возникающие внутри страны, но и определить, какие зарубежные компании перенесли на национальную фазу в Россию свои разработки (см. таблицу).

В российском патентном ведомстве зарегистрированы два патентных семейства, одно из которых принадлежит российскому заявителю – Пермскому политехническому университету. Другое же семейство принадлежит американской компании Ecolab и раскрывает использование реагентов, содержащих алюминий. Также четыре патентных семейства, распространяющие свое действие на территорию Российской Федерации, были зарегистрированы в ЕАПО. На территории России представлено небольшое количество семейств, однако все патенты, принадлежащие компаниям, являются действующими, что говорит о наличии интереса к российскому рынку у отдельных заявителей с конкретными решениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Патентная информация в настоящее время является существенным источником данных об инновационном развитии отдельных отраслей промышленности, хозяйствующих субъектов, конкретных технологий, в том числе очистки сточных вод угольных предприятий. Комплексные данные, объединенные в единый отчет, способны визуализировать картину как национальной, так и общемировой инновационной системы.

Представлена методология формирования отраслевых патентных ландшафтов, разработанная Федераль-

ным государственным бюджетным учреждением «Федеральный институт промышленной собственности». Проведен анализ мировых трендов патентования технологий в области технологий полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий угледобычи за период 2012–2022 гг., который выявил 276 семейств, включающих 977 патентных публикаций, в том числе 261 патент на изобретения и 20 патентов на полезные модели.

В условиях современного развития инновационных технологий возрастает потребность в регулярной актуализации патентных ландшафтов и проведении патентных исследований на сформированной методологической базе, таким образом, отчет о патентном ландшафте является информационной основой для корректировки стратегических программ разработки инновационных технологий очистки сточных вод угледобывающих предприятий, в том числе ведущих разработку угля открытым способом.

Авторы выражают благодарность ФГБУ ФИПС за разработку отраслевого патентного ландшафта по приоритетному направлению «Технологии полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий по добыче угля открытым способом» на основе методологии разработки патентного ландшафта, предложенной ФГБУ ФИПС.

Список литературы

1. Noh H., Jo Ye., Lee S. Keyword selection and processing strategy for applying text mining to patent analysis // Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42. P. 4348-4360.
2. Новые угольные технологии: тенденции и перспективы / С.М. Никитенко, Е.В. Гоосен, М.К. Королев и др. // Уголь. 2022. № S12. С. 4-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-S12-4-10>.
3. Global IP Filings Continue to Grow, China Tops Global Patent Filings, 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2012/article_0025.html (дата обращения: 15.09.2023).

4. The Reporting Items for Patent Landscape statement / James A. Smith, Zeeshaan Arshad, Anthony Trippe et al. // *Nature biotechnology*. 2018. Vol. 36(11). P. 1043-1047.
5. Громова Н.М., Громова Н.И. Основы экономического прогнозирования. М.: Академия Естествознания, 2006. 379 с.
6. Technology Forecasting via Published Patent Applications and Patent Grants / Dar-Zen Chen, Chang-Pin Lin, Mu-Hsuan Huang et al. // *Journal of Marine Science and Technology*. 2012. Vol. 20. P. 345-356.
7. Byungun Yoon, Christopher L. Magee. Exploring technology opportunities by visualizing patent information based on generative topographic mapping and link prediction // *Technological Forecasting & Social Change*. 2018. Vol. 132. P. 105-117.
8. Promising Technology Analysis and Patent Roadmap Development in the Hydrogen Supply Chain / Yu Jiwon, Young Jae Han, Hyewon Yang et al. // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. 14210.
9. Ена О.В. Корпоративная патентная аналитика должна стать основой для управления технологиями // *Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность*. 2020. № 8. С. 11-14.
10. Кузнецова Т.В., Некрасова Н.О. Значение патентной информации в современном обществе знаний через призму деятельности ВПТБ ФИПС. М.: ФИПС, 2021. С. 113-122.
11. Методические рекомендации по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт). М.: ФИПС, 2017. 16 с.
12. Николаев А.С. Анализ бизнес-среды компании с помощью программных средств обработки патентной информации и построения патентных ландшафтов // *Общество: политика, экономика, право*. 2018. № 4. С. 37-40.
13. Николаев А.С. Ключевые подходы к определению роли патентной аналитики в процессе организации и стимулирования инновационной деятельности // *Инновации*. 2019. № 12. С. 119-123.
14. Николаев А.С. Управление инновационной деятельностью предприятия с помощью методов патентной аналитики и патентных ландшафтов // *Экономика. Право. Инновации*. 2019. № 2. С. 49-55.
15. Попов Н.В. Составление и анализ патентных ландшафтов // *ПЛ. Интеллектуальные права*. 2016. № 12. С. 39-47.
16. Суконкин А.В., Царева Е.Г. Патентная информация: проблемы интеграции в единое пространство знаний. М.: ФИПС, 2021. С. 108-111.
17. Innovation Management in the Organization Using Patent Analytics Tools in the Analysis of the Competitive Environment / E.L. Bogdanova, T.G. Maximova, A.S. Nikolaev et al. / *Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*. 2018. P. 6856-6863.
18. Patent landscaping for life sciences innovation: toward consistent and transparent practices / Tania Bubela, E. Richard Gold, Gregory D. Graff et al. // *Nature. Biotechnology*. 2013. Vol. 31. P. 202-206.
19. Ena O. «Domain-specific» patent analytics: Focus on company's technology priorities // *World Patent Information* 65:102037. June 2021. DOI: 10.1016/j.wpi.2021.102037.
20. Mapping the lab-on-a-chip patent landscape through bibliometric techniques / Flávia Maria Lins Mendes, Kamaiaji Castor et al. // *World Patent Information* 58:101904. sept. 2019. DOI: 10.1016/j.wpi.2019.101904.
21. Taylor R.P., Germeraad P. Visualize your intellectual property // *Research Technology Management* 51. Juli 2008. pp. 21-33. DOI: 10.1080/08956308.2008.11657511.
22. Text-mining and visualization tools – Impressions of emerging capabilities / Y. Yang, L. Akers, T. Klose et al. // *World Patent Information*. 2008. Vol. 30. P. 280-293.
23. Yves V., Els V. Non-patent literature search at the European Patent Office // *World Patent Information* 54:S72-S77. Sept. 2018. DOI: 10.1016/j.wpi.2017.07.001.
24. Pargaonkar Y. Leveraging patent landscape analysis and IP competitive intelligence for competitive advantage // *World Patent Information* 45:10-20. June 2016. DOI: 10.1016/j.wpi.2016.03.004.
25. Adsorption processes in solving environmental problems in water sources of urban territories development / T. Krasnova, M. Kirsanov, O. Belyaeva et al. // *MATEC Web of Conferences*. 2018. P. 04005. DOI: 10.1051/matecconf/201817004005.
26. Ена О.В., Попов Н.В. Методология разработки патентных ландшафтов проектного офиса ФИПС // *Станкоинструмент*. 2019. № 1. С. 28-35.

Original Paper

UDC 628.3:608.3 © E.S. Mikhaylova, I.V. Timoshchuk, A.K. Gorelkina, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 28-35
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-28-35>

Title

THE METHODOLOGY FOR CONSTRUCTING PATENT LANDSCAPES ON THE EXAMPLE OF WASTEWATER TREATMENT OF COAL MINING ENTERPRISES

Authors

Mikhaylova E.S.¹, Timoshchuk I.V.¹, Gorelkina A.K.¹

¹ Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Mikhaylova E.S., PhD (Chemistry), Head of the Department for the Implementation of a CSTP, e-mail: e_s_mihaylova@mail.ru

Timoshchuk I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Technosphere Safety, e-mail: irina_190978@mail.ru
Gorelkina A.K., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Technosphere Safety, e-mail: alengora@yandex.ru

INNOVATIONS

Abstract

The article proposes a methodology for the development of patent landscapes, a patent collection of global trends and prospects for wastewater treatment of coal enterprises conducting open-pit coal mining, obtained on the basis of patent analytics for the period from 2012 to 2022. The patent collection is analyzed according to the main indicators of the dynamics and structure, the geography of the emergence of technologies and their legal protection, direct citation of patent families among the most significant copyright holders, and the article analyzes the full texts of patent documents and highlights the main areas of application of wastewater treatment technologies at coal mines. Technical, legal and business information is obtained from patent sources and visualized using modern patent analytics tools.

Keywords

Patent analytics, Patent landscape, Open-pit coal mining, Waste water from coal enterprises, Wastewater treatment methods.

References

- Noh H., Jo Ye. & Lee S. Keyword selection and processing strategy for applying text mining to patent analysis. *Expert Systems with Applications*, 2015, (42), pp. 4348-4360.
- Nikitenko S.M., Goosen E.V., Korolev M.K., Mesyats M.A., Fedulova E.A. & Kononova S.A. New coal technologies: trends and prospects. *Ugol*, 2022, (S12), pp. 4-10. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-S12-4-10.
- Global IP Filings Continue to Grow, China Tops Global Patent Filings, 2012. [Electronic resource]. Available at: http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2012/article_0025.html (accessed 15.09.2023).
- James A. Smith, Zeeshaan Arshad, Anthony Trippe et al. The Reporting Items for Patent Landscape statement. *Nature biotechnology*, 2018, (36), pp. 1043-1047.
- Gromova N.M., Gromova N.I. Fundamentals of economic forecasting. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya Publ., 2006, 379 p. (In Russ.).
- Dar-Zen Chen, Chang-Pin Lin, Mu-Hsuan Huang et al. Technology Forecasting via Published Patent Applications and Patent Grants. *Journal of Marine Science and Technology*, 2012, (20), pp. 345-356.
- Byungun Yoon & Christopher L. Magee. Exploring technology opportunities by visualizing patent information based on generative topographic mapping and link prediction. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018, (132), pp. 105-117.
- Yu Jiwon, Young Jae Han, Hyewon Yang et al. Promising Technology Analysis and Patent Roadmap Development in the Hydrogen Supply Chain. *Sustainability*, 2022, (14), 14210.
- Yena O.V. Corporate patent analytics is to become the basis for technology management / *Intellektual'naya sobstvennost'. Promyshlennaya sobstvennost'*, 2020, (8), pp. 11-14. (In Russ.).
- Kuznetsova T.V. & Nekrasova N.O. Significance of patent information in the modern knowledge society through the prism of VPTB FIPS activities. Moscow, FIPS Publ., 2021, pp. 113-122. (In Russ.).
- Methodological recommendations for preparation of patent review reports (patent landscape), Moscow, FIPS Publ., 2017, 16 p. (In Russ.).
- Nikolaev A.S. The analysis of the company's business environment by means of patent information and patent landscapes software. *Obschestvo: politika, ekonomika, pravo*, 2018, (4), pp. 37-40. (In Russ.).
- Nikolaev A.S. Key approaches for determining the role of patent analytics in the innovation management. *Innovatsii*, 2019, (12), pp. 119-123. (In Russ.).
- Nikolaev A.S. Innovation management of organization with the use of patent analytics and patent landscapes. *Ekonomika, Pravo, Innovatsii*, 2019, (2), pp. 49-55. (In Russ.).
- Popov N.V. Compilation and analysis of patent landscapes. *Intellektual'naya prava*, 2016, (12), pp. 39-47. (In Russ.).
- Sukonkin A.V. & Tsaryova E.G. Patent information: challenges of integration into a unified knowledge space. Moscow, FIPS Publ., 2021, pp. 108-111. (In Russ.).
- Bogdanova E.L., Maximova T.G., Nikolaev A.S. & Antipov A.A. Innovation Management in the Organization Using Patent Analytics Tools in the Analysis of the Competitive Environment. Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 2018, pp. 6856-6863.
- Tania Bubela, E. Richard Gold, Gregory D. Graff et al. Patent landscaping for life sciences innovation: toward consistent and transparent practices. *Nature. Biotechnology*, 2013, (31), pp. 202-206.
- Ena O. «Domain-specific» patent analytics: Focus on company's technology priorities. *World Patent Information* 65:102037. June 2021. DOI: 10.1016/j.wpi.2021.102037.
- Flávia Maria Lins Mendes, Kamaiaji Castor et al. Mapping the lab-on-a-chip patent landscape through bibliometric techniques. *World Patent Information* 58:101904. Sept. 2019. DOI: 10.1016/j.wpi.2019.101904.
- Taylor R.P. & Germeraad P. Visualize your intellectual property. *Research Technology Management* 51. Juli 2008. pp. 21-33. DOI: 10.1080/08956308.2008.11657511.
- Yang Y., Akers L., Klose T. et al. Text-mining and visualization tools – Impressions of emerging capabilities. *World Patent Information*, 2008, (30), pp. 280-293.
- Yves V. & Els V. Non-patent literature search at the European Patent Office. *World Patent Information* 54:S72-S77. Sept. 2018. DOI: 10.1016/j.wpi.2017.07.001.
- Pargaonkar Y. Leveraging patent landscape analysis and IP competitive intelligence for competitive advantage. *World Patent Information* 45:10-20. June 2016. DOI: 10.1016/j.wpi.2016.03.004.
- Krasnova T., Kirsanov M., Belyaeva O. et al. Adsorption processes in solving environmental problems in water sources of urban territories development. MATEC Web of Conferences, 2018, 04005. DOI: 10.1051/mateconf/201817004005.
- Yena O.V. & Popov N.V. Methodology of designing patent landscapes of the FIPS Project Office. *Stankoinstrument*, 2019, (1), pp. 28-35. (In Russ.).

Acknowledgements

The research was carried out within the framework of a comprehensive scientific and technical program of a full innovation cycle "Development and implementation of a complex of technologies in the fields of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing from coal raw materials with a consistent reduction of the environmental burden on the environment and risks to the life of the population", approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/11/2022, No. 1144-r, Agreement No. 075-15-2022-1201 dated 30.09.2022, with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation

Mikhaylova E.S., Timoshchuk I.V. & Gorelkina A.K. The methodology for constructing patent landscapes on the example of wastewater treatment of coal mining enterprises. *Ugol*, 2023, (10), pp. 28-35. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-28-35.

Paper info

Received April 11, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Влияние кадровых рисков на организационные изменения в компаниях угольной промышленности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-36-41>

ЧУПРЯКОВА А.Г.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры истории,
философии и социальных наук
Кузбасского государственного
технического университета
им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ),
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: chupryakovaag@kuzstu.ru

ГРИГАШКИНА С.И.

Канд. экон. наук, доцент,
ведущий эксперт
Центра развития
кадрового потенциала
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: gsi.oe@kuzstu.ru

МЕРКУРЬЕВ В.В.

Доктор экон. наук,
профессор кафедры истории,
философии и социальных наук
Кузбасского государственного
технического университета
им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ),
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: merkurevvv@kuzstu.ru

В статье рассматривается типологизация кадровых рисков; вводится понятие и дается характеристика кадрового риска, связанного с адаптацией новых сотрудников к производственной среде организации; представлена классификация организационных изменений; показана взаимосвязь организационных изменений и кадровых рисков. В исследовании для оценки кадровых рисков и определения степени их влияния на организационные изменения дается обоснование использования модели ADKAR на практике при наступлении рисков событий и приводится алгоритм действий при принятии управленческих решений.

Ключевые слова: кадровые риски, организационные изменения, мотивация персонала, управление кадровыми рисками, модель ADKAR, управленческие решения.

Для цитирования: Чупрякова А.Г., Григашкина С.И., Меркурьев В.В. Влияние кадровых рисков на организационные изменения в компаниях угольной промышленности // Уголь. 2023. № 10. С. 36-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-36-41.

ВВЕДЕНИЕ

По вопросам управления кадровыми рисками в научном сообществе нет единого мнения относительно эффективности выявления, идентификации, оценки этих рисков, хотя актуальность этих аспектов не подвергается сомнению. По нашему мнению, основная причина этого состоит в том, что управление рисками вообще и управление кадровыми рисками в частности – явление для отечественной практики новое и до конца не проработанное ни с позиции методологии, ни с позиции инструментария и ключевых индикаторов. Однако становится очевидным, что наука риск-менеджмента в настоящее время претерпевает существенные изменения на отечественной почве за счет фокуса внимания со стороны топ-менеджеров организаций не только крупного, но и среднего бизнеса на проблемы возникновения угроз для бизнеса с точки зрения необходимости обеспечения кадровой безопасности, которая по своей сути не противоречит современной парадигме экономики знаний и существенно влияет на поддержание приемлемого уровня экономической стабильности организации в условиях неопределенности [1, 2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При исследовании проблематики типологизации рисков в работе «Теоретические аспекты управления кадровыми рисками» нами были выделены пять основных типов кадровых рисков [3]:

- риски, связанные с движением кадров;
- риски, связанные с развитием персонала;

- риски, связанные с мотивацией и стимулированием трудовой деятельности;
- риски, связанные с социально-психологическим климатом в коллективе;
- риски, связанные с низкой эффективностью работы специалистов по управлению персоналом.

Каждый тип указанных кадровых рисков имеет свои особенности с точки зрения причин их возникновения, вероятности возникновения, частоты наступления рисков, методов оценки и размеров ущерба для организации. Но, обобщая их влияние на организационные изменения, следует акцентировать внимание на том факте, что идея сведения к минимуму всех указанных кадровых рисков или по отдельности любого из них совершенно утопична.

Г.К. Миндигулова справедливо отмечает, что стремление свести кадровый риск к нулю и полностью исключить его не является гарантией безопасности организации на любом уровне. Требуется определить уровень риска, не опасный для развития организации, и управлять им, не допуская превышения границы относительной безопасности [4].

Каждый из типов рисков, указанных выше, в большей или меньшей степени связан с существующей в организации системой мотивации и стимулирования трудовой деятельности персонала. И чем более высокоорганизованной и проработанной до мелочей является сама система мотивации и стимулирования, тем менее затратной является деятельность по ликвидации последствий наступления этих кадровых рисков, а следовательно, более результативной является система риск-менеджмента в организации.

Эти аспекты были отражены в наших научных работах по результатам ранее проведенных исследований, которые базировались на методике определения трудовой мотивации Ф. Герцберга, разделившего мотивационные факторы на гигиенические и фактор-мотиваторы.

Согласно результатам субъективных ответов, наибольшую роль для сотрудников играет финансовая составляющая работы. Данный результат закономерен и предсказуем, так как для линейных наемных работников заработная плата является центральным фактором трудовой деятельности. Часть сотрудников (по результатам обработки данных – сотрудники до 40 лет) назвала основополагающим фактором возможность продвижения по службе, карьеру, что также является логичной мотивацией работников, имеющих физические и временные (в силу возраста) возможности для развития собственной карьеры. Среди наиболее незначительных по оценке респондентов факторов были отмечены сотрудничество в коллективе, содержание работы и ответственность [5].

Котенев А.Д., Богачева М.В., Кучмезов А.Н., Карчаева К.А. отмечают, что в целях преодоления кадровых рисков и развития подсистемы нематериального стимулирования работников наиболее эффективными следует признать возможность делегирования ряду работников отдельных управленческих функций, подразумевающих не только принятие административных решений, но и наделение ответственностью за эффективность их исполнения [6].

То есть кадровые риски, связанные с мотивацией и стимулированием трудовой деятельности, во многом определены соответствием ожиданий сотрудника относительно своего материального и морального вознаграждения существующей реальности. А в то время, когда собственники бизнеса очень ограничены в ресурсах и не имеют возможности маневрировать вознаграждением за труд сверх обязательной составляющей, возрастает вероятность наступления рисков, связанных с мотивационными аспектами.

Но, рассматривая этот тип кадровых рисков через призму планомерного характера (по результатам квартала, полугодия, года, по поводу торжественной даты и пр.) всех видов стимулирования (материального, нематериального и морального), не следует игнорировать роль основного средства материального вознаграждения за труд – заработной платы, которая является неким триггером, спусковым механизмом возникновения вероятности запуска большинства прочих кадровых рисков.

Возвращаясь к ранее указанной типологии кадровых рисков, стоит отметить, что не были выделены в отдельный тип кадровые риски, связанные с адаптацией новых сотрудников к производственной среде организации, так как эта разновидность кадровых рисков является результатом синергии всех прочих кадровых рисков. Поэтому мы предлагаем включить в типологию кадровых рисков риск, связанный с адаптацией новых сотрудников к производственной среде организации.

Так, Пахомов А.В., Сургачева Т.Д., Пукач Г.В., Кублин И.М в своих работах отмечали, что изучение результатов исследования неблагоприятных последствий, связанных с адаптацией новых сотрудников к коллективу, свидетельствует о том, что в системе кадровых рисков наиболее вероятными являются снижение производительности труда коллектива работников, рост текучести кадров, распространение конфликтов на предприятии и нарушение договорных обязательств вследствие больших затрат времени, необходимого для выполнения текущих операций новым сотрудником [7].

Пребывая в условиях неопределенности и риска рыночной среды, каждая организация независимо от отраслевой принадлежности и формы собственности старается не просто выжить, но и добиваться достижения своей основной коммерческой цели – получения прибыли и ее максимизации. В сложившейся современной ситуации максимизация финансового результата является следствием не только роста производительности общественного труда, но и понимания необходимости реализации стратегии бережливого производства и потребления, что предопределено неизбежностью постоянного совершенствования деятельности за счет внедрения инноваций во все сферы жизнедеятельности организации, то есть организационных изменений.

Но не стоит забывать, что организационные изменения по своему содержанию могут как способствовать развитию организации, так и тормозить это развитие. В контексте данной работы будем трактовать организационные изменения как преобразования, способствующие эффективной адаптивности организации к меняющимся услови-

ям внешней среды и включающие новые идеи и модели поведения. Рассматривая вопрос влияния на эти преобразования кадровых рисков, целесообразно выделять операционные организационные изменения, в основе которых лежит новая идея, а в их состав целесообразно включить маркетинговые изменения (это разработка и выведение на рынок новых товаров, услуг, использование новых каналов товародвижения, корректировка сегментов и прочее); изменение бизнес-процессов и технологии (это внедрение новых бизнес-процессов, технологических линий, информационных технологий и прочее) [8, 9]. Кроме операционных организационных преобразований следует выделять трансформационные организационные изменения, куда можно отнести изменения целей, оргструктуры управления и кадровые преобразования, носящие более поведенческий характер.

Не исключаются и такие организационные изменения, которые носят реинжиниринговый характер, то есть предполагающие радикальное переосмысление деловых и управленческих процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений.

Еще в 2008 г. в своих работах нами были рассмотрены реинжиниринговые аспекты организационных изменений. Но эти положения не потеряли актуальность и в настоящее время. Было отмечено следующее: к ключевым условиям проведения реинжиниринга в рамках менеджмента помимо процессной ориентации относятся амбициозные цели. Для того, чтобы реинжиниринг достиг этой цели, необходимо обеспечить должную мотивацию управленцев высшего звена, поскольку без уверенности руководства в необходимости применения реинжинирингового подхода невозможно добиться конечного результата – прорыва в работе. Поэтому немаловажно, что реинжиниринг никогда не проводится «снизу вверх». Инновация должна осуществляться именно «сверху вниз» [10].

В этой связи значение кадровой обеспеченности, а следовательно, и предупреждение, минимизация вероятности кадровых рисков приобретают важное значение на фоне понимания того, что успешные организационные изменения возможны только в том случае, когда к ним подготовлен персонал организации. То есть акцентируется значимость кадрового потенциала. Взаимосвязь организационных изменений и кадровых рисков представлена на *рисунке*.

Остановимся подробнее на моделировании пошаговых действий по обеспечению готовности персонала к организационным изменениям «сверху вниз» с одновременным снижением влияния кадровых рисков на этот процесс. Для этого мы предлагаем использовать модель ADKAR, которая, по нашему мнению, является действенным механизмом для достижения поставленной цели [1]. Она предполагает последовательность из пяти шагов:

- 1 шаг – A-awareness (осознание);
- 2 шаг – D-desire (желание);
- 3 шаг – K-knowledge (обучение);
- 4 шаг – A-ability (возможность);
- 5 шаг – R-reinforcement (закрепление).

Первый шаг предполагает комплекс мер разъяснительного характера, в результате чего у персонала организации

появляются полное понимание и последующее принятие целесообразности и необходимости организационных изменений. На этом шаге задача топ-менеджмента проявить твердость в отношении тех сотрудников, кто по ряду причин не принимает неотвратимости происходящих инноваций либо саботирует их внедрение.

Для этого топ-менеджменту необходимо еще на подготовительном этапе выстроить последовательную, логически обоснованную позицию с опорой на расчетную информацию об эффективности предлагаемой инновации. В результате верного проведения мероприятий этого шага у персонала должно появиться убеждение в положительном исходе внедрения перемен. Особое значение приобретает подготовительный этап в случае, если руководство организации принимает решение реинжинирингового подхода, то есть интенсивного рывка в своем развитии.

Действия топ-менеджеров на втором шаге направлены на рост вовлеченности персонала в происходящие изменения и стимулирование сотрудников, желающих активно участвовать в реализации перемен. В результате правильного погружения на этом шаге у персонала должно укрепиться ощущение своей значимости для дальнейшего продвижения в направлении реализации организационных изменений «сверху вниз».

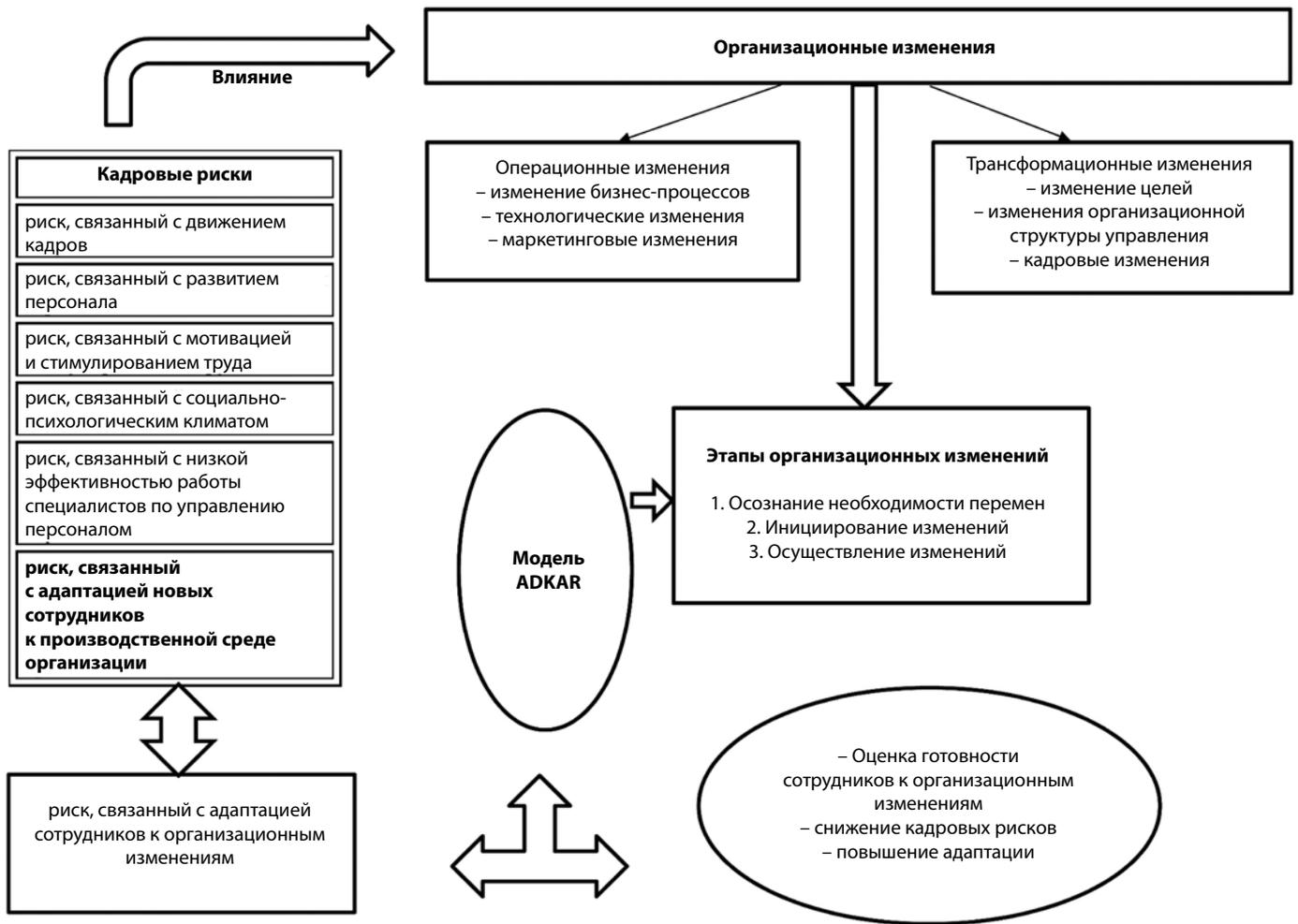
Формы обучения персонала новым «правилам игры» в профессиональной деятельности должны включать активные и интерактивные методы типа коучинга, тренингов, наставничества и т.п. Именно институционализация системы наставничества предполагает одновременное использование неформальных отношений и корпоративной практики локального регулирования процессов обучения персонала и способствует снижению кадровых рисков, связанных с социально-психологическим климатом в коллективе.

Особое значение имеет четвертый шаг, который позволяет получить обратную связь о том, насколько спроецировались на существующий коллектив внедряемые инновации, оценить возможности ускорения этого процесса.

Заключительный шаг является своего рода цементирующим элементом сплочения коллектива, основанного на соответствии внутреннего и внешнего вознаграждения каждого сотрудника, роста внутренней удовлетворенности человека на фоне мощного стимулирующего воздействия со стороны работодателя. Этот шаг при правильном его проведении создает предпосылки для минимизации вероятности возникновения кадровых рисков любого из ранее описанных типов.

На сегодняшний день на предприятиях угольной промышленности активно происходят операционные организационные изменения, а именно внедряются инструменты «бережливого производства» [11, 12].

Как показывает практика, внедрение механизмов бережливого производства и управления в деятельность компаний позволяет увеличить производительность в 3-10 раз, снизить простои в 5-20 раз, сократить производственный цикл в 10-100 раз, сократить объемы хранения на складах в 2-5 раз, сократить производственный брак в 5-50 раз, ускорить выпуск новинок в 2-5 раз [13].



*Взаимосвязь организационных изменений и кадровых рисков
Interrelation of organizational changes and human resource risks*

Одним из эффективных инструментов бережливого производства является система 5С – технология организации эффективного рабочего места каждого сотрудника, предполагающая поддержание порядка, чистоты, укрепление трудовой дисциплины, которая получила широкое применение на предприятиях угольной промышленности [14].

Перед топ-менеджерами компаний угольной промышленности одной из главных задач на стадии внедрения этих организационных изменений являются аргументирование их необходимости и доведение информации до всех сотрудников компании. То есть при подготовке к изменениям важна оценка топ-менеджмента готовности персонала и адаптации к грядущим организационным изменениям. В качестве действенной методики такой оценки можно использовать модель ADKAR, с помощью чего решается еще и задача оценки способности топ-менеджмента использовать новые умения, знания для того, чтобы реализовать данные изменения на 100%.

С целью определения готовности топ-менеджмента компаний угольной промышленности внедрять инструменты «бережливого производства» было проведено качественное исследование методом интервьюирования. Исследование проводилось в 2022 г., интервью было взято

у 33 топ-менеджеров угольных разрезов Кузбасса. Результаты ответов на вопросы, связанные с 100%-ным наличием стимулов, готовности и способности внедрения организационных изменений у топ-менеджеров представлены в *таблице*.

Результаты опроса показали, что 75,8% осознают необходимость внедрения инструментов «бережливого производства» в производство. Более 50% опрошенных топ-менеджеров чувствуют, что точно способны внедрить изменения на производстве. Но если детально посмотреть, то можно увидеть, что «слабым местом» в реализации данного проекта являются недостаточность знаний об изменениях и слабая мотивация к внедрению изменений со стороны собственников угольных компаний.

Повышение эффективности внедрения инструментов «бережливого производства» возможно путем перенесения управленческих акцентов на факторы, обладающие слабыми показателями [15].

Таким образом, очевиден риск недостатка компетенций участников исследования, что даже при наличии желания быть вовлеченным в организационные изменения не даст положительного результата внедренческого процесса. В этом случае следует сделать ставку на обучение и развитие знаний и навыков, связанных с проводимыми

**Результаты исследования 100%-ной готовности
к организационным изменениям топ-менеджеров угольных компаний Кузбасса**

Results of studying 100% readiness for organizational changes of Kuzbass coal companies' top management

Критерии оценки	МАХ оценка, %	Топ-менеджмент, чел.	% опрошенных топ-менеджеров
Осознание необходимости изменений	100	25	75,80
Желание внедрять изменения	100	25	75,80
Знания об изменениях	100	15	45,60
Способность к изменениям	100	23	69,70
Побуждение к внедрению изменений	100	15	45,60

изменениями. В этой связи считаем целесообразным для повышения результативности внедрения организационных изменений у топ-менеджмента развивать сложную компетенцию «Управление изменениями» с помощью современных технологий активного обучения – бизнес-симуляций.

Кроме того, для снижения уровня мотивационного риска на угольных предприятиях должна быть проработана система мотивации и стимулирования трудовой деятельности всего персонала и система мотивации вовлеченности топ-менеджмента во внедрение изменений, так как важная движущая сила любых изменений – это заинтересованность топ-менеджмента во внедрении системы управления изменениями.

Справедливости ради следует отметить, что модель ADKAR во многом схожа с моделью PDCA У. Деминга, суть которой заключается в непрерывном процессе совершенствования на основе обучения. Цикл Деминга включает:

- 1 шаг – P – plan – означает «спланируй изменения»;
- 2 шаг – D – do – «попробуй сделать запланированное, желательно в малом масштабе»;
- 3 шаг – C – check – «изучи результаты, ответь на вопросы: «Что изменилось?», «Чему мы научились?»;
- 4 шаг – A – act – «если изменения положительны, усвой их, закрепи; если нет – отбрось их; если есть сомнения – повтори изменения в других условиях».

Однако, сравнивая эти модели, следует сделать акцент на том, что модель ADKAR в большей мере оценивает не столько процесс совершенствования через обучение, сколько готовность персонала к усовершенствованиям с одновременным воздействием на снижение кадровых рисков, а именно на такой результирующий риск, который связан с адаптацией сотрудников к организационным изменениям. То есть основная цель применения данной модели заключается в преодолении сопротивления персонала переменам и торможения инициатив по улучшениям за счет грамотного управленческого воздействия на персонал со стороны топ-менеджмента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что задача современного этапа эволюции риск-менеджмента сводится к тому, чтобы сделать все риски понятными и их влияние на цели организации формализованными, что позволило бы человеку, принимающему решения (топ-менеджеру, собственнику бизнеса), делать осознанный выбор варианта развития организации. Это во многом предопределяет возможности решения проблем возникновения потерь от наступления

различных типов кадровых рисков с точки зрения необходимости обеспечения кадровой безопасности и приемлемого уровня экономической стабильности организации в рыночных условиях.

Список литературы

- ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community. [Electronic resource]. URL: <http://www.change-management.com/adkar-book.htm> (дата обращения: 15.09.2023).
- Blechs Schmidt Jörg. Trend Management: How to Effectively Use Trend-Knowledge in Your Company. Springer, 2022. 125 p.
- Чупрякова А.Г. Теоретические аспекты управления кадровыми рисками. / Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Системное обеспечение условий достойного труда» Ответственный редактор В.И. Мельников. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2020. С. 199-202.
- Миндигулова Г.К. Риски в системе кадровой безопасности // Инновационная наука. 2021. № 10-2. С. 56-59.
- Чупрякова А.Г., Степанов А.А. Практическое применение методики определения структуры мотивации Ф. Герцберга на предприятии. Сборник статей «Экономика и управление: современные тенденции». Вып. 2. Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда», 2019. С. 61-66.
- Кадровые риски в системе экономической безопасности / А.Д. Котенев, М.В. Богачева, А.Н. Кучмезов и др. // Modern economy success. 2022. № 5. С. 119-124.
- Трудовые ресурсы предприятия и кадровые риски, связанные с адаптацией новых сотрудников к условиям работы / А.В. Пахомов, Т.Д. Сургачева, Г.В. Пукач и др. // Экономика устойчивого развития. 2021. № 4. С. 137-42.
- Delaini S. How Microsoft used change management best practices to launch a new business intelligence platform, 2021. URL: <http://microsoft.com> (дата обращения: 15.09.2023).
- Khan Sajjad Nawaz. Leadership and Followership in an Organizational Change Context. Business Science Reference, 2021. 301 p.
- Чупрякова А.Г. Муниципальный менеджмент: реинжиниринг административных процессов. Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2008. 153 с.
- Бережливое производство: новаторские идеи для экономики и удобства // Глобус. 12 августа. 2020. URL: <https://www.vnedra.ru> (дата обращения: 15.09.2023).
- Савина К. Разложили по полочкам: 5с на Талдинском угольном разрезе // Управление производством. 20 декабря 2022. URL: https://up-pro.ru/library/production_management/lean (дата обращения: 15.09.2023).
- Тер-Израелян А.М. Бережливое производство в России: реалии и перспективы // Вестник Марийского государственного уни-

верситета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. Т. 1. № 4. С. 96-100.

14. Возможности применения концепции бережливого производства в компаниях угольной промышленности / И.С. Брикоши-

на, А.Г. Геокчакян, М.Н. Гусева и др. // Уголь. 2021. № 4. С. 28-31. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-28-31.

15. Духнич Ю. Практически ориентированные модели управления изменениями. URL: <https://www.cfn.ru> (дата обращения: 15.09.2023).

Original Paper

UDC 658.387:622.3 © A.G. Chupryakova, S.I. Grigashkina, V.V. Merkuriev, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 36-41
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-36-41>

Title

EFFECTS OF HUMAN RESOURCE RISKS ON ORGANIZATIONAL CHANGES IN COAL MINING COMPANIES

Authors

Chupryakova A.G.¹, Grigashkina S.I.², Merkuriev V.V.¹

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

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

Authors Information

Chupryakova A.G., PhD (Economic), Associate Professor, Department of History, Philosophy and Social Sciences, e-mail: chupryakovaag@kuzstu.ru

Grigashkina S.I., PhD (Economic), Associate Professor, Leading expert of the Center for Human Resources Development, e-mail: gsi.oe@kuzstu.ru

Merkuriev V.V., Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of History, Philosophy and Social Sciences, e-mail: merkurevvv@kuzstu.ru

Abstract

The article deals with the typology of personnel risks; the concept is introduced and the characteristics of the personnel risk associated with the adaptation of new employees in the production environment of the organization are given; the classification of organizational changes is presented; the interrelation of organizational changes and personnel risks is shown. The study presents the rationale for using the ADKAR model in practice in the event of risk events in order to assess personnel risks and determine the degree of their impact on organizational changes, it also gives the algorithm of actions in making management decisions.

Key words

Personnel risks, Organizational changes, Personnel motivation, Personnel risk management, ADKAR model, Management decisions.

References

- ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community. [Electronic resource]. Available at: <http://www.change-management.com/adkar-book.htm> (accessed 15.09.2023).
- Blechs Schmidt Jörg. Trend Management: How to Effectively Use Trend-Knowledge in Your Company. Springer, 2022, 125 p.
- Chupryakova A.G. Theoretical aspects of personnel risk management. Proceedings of the 2nd All-Russian scientific-practical conference «Systematic provision of conditions for decent work». Novosibirsk, Siberian State University of Railways, 2020, pp. 199-202. (In Russ.).
- Mindigulova G.K. Risks in the system of personnel security. *Innovatsionnaya nauka*, 2021, (10-2), pp. 56-59. (In Russ.).
- Chupryakova A.G. & Stepanov A.A. Practical application of F. Herzberg's methodology for determining the structure of motivation at the enterprise. Collection of articles «Economika i upravlenie: sovremennye tendentsii». Is. 2. Cheboksary, Sreda Publishing House LLC, 2019, pp. 61-66. (In Russ.).

- Kotenev A.D., Bogacheva M.V., Kuchmezov A.N. & Karchaeva K.A. Personnel risks in the system of economic security. *Modern economy success*, 2022, (5), pp. 119-124. (In Russ.).
- Pakhomov A.V., Surgacheva T.D., Pukach G.V. & Kublin I.M. Labor resources of the enterprise and personnel risks associated with the adaptation of new employees to working conditions. *Economy of sustainable development*, 2021, (4), pp. 137-42. (In Russ.).
- Delaini S. How Microsoft used change management best practices to launch a new business intelligence platform, 2021. Available at: <http://microsoft.com> (accessed 15.09.2023).
- Khan Sajjad Nawaz. Leadership and Followership in an Organizational Change Context. *Business Science Reference*, 2021, 301 p.
- Chupryakova A.G. Municipal management: reengineering of administrative processes. Tomsk, Publishing House of the Tomsk State Pedagogical University, 2008, p.153. (In Russ.).
- Lean Manufacturing: Innovative Ideas for Cost-cutting and Convenience. Globus. August 12, 2020. Available at: <https://www.vnedra.ru> (accessed 15.09.2023). (In Russ.).
- Savina K. Arranged on the shelves: 5S at the Taldinsky coal mine. Production management. December 20, 2022. Available at: https://up-pro.ru/library/production_management/lean (accessed 15.09.2023). (In Russ.).
- Ter-Israyelyan A.M. Lean production in Russia: realities and prospects. *Bulletin of the Mari State University. Series: Selskokhozyaistvennyye nauki. Ekonomicheskyye nauki*, 2015, Vol. 1, (4), pp. 96-100. (In Russ.).
- Brikoshina I.S., Geokchakyan A.G., Guseva M.N., Malyshekin N.G. & Sycheva S.M. Opportunities for applying the concept of lean management in coal industry companies. *Ugol'*, 2021, (4), pp. 28-31. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-28-31.
- Dukhnich Y. Practically oriented change management models. Available at: <https://www.cfn.ru> (accessed 15.09.2023). (In Russ.).

For citation

Chupryakova A.G., Grigashkina S.I. & Merkuriev V.V. Effects of human resource risks on organizational changes in coal mining companies. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 36-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-36-41.

Paper info

Received May 23, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

PRODUCTION SETUP

Оборудование и технология горных работ как факторы, влияющие на расчет налогообложения недропользователей

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-42-46>

ХОРЕШОК А.А.

Доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: haa.omit@kuzstu.ru

ТЮЛЕНЕВА Т.А.

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»,
канд. экон. наук, доцент
Филиала ФГБОУ ВО
«КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: krukta@mail.ru,
e-mail: kta.bua@kuzstu.ru

ЛИТВИН О.И.

Канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: litvinoi@kuzstu.ru

ЛИТВИН Я.О.

Канд. техн. наук, директор
Моховского угольного разреза
Филиал АО УК «Кузбассразрезуголь»
652661, д. Мохово,
Кемеровская область, Россия,
e-mail: litvinyao@kuzstu.ru

МАРКОВ С.О.

Канд. техн. наук, доцент,
Филиал ФГБОУ ВО
«КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»,
652661, г. Междуреченск, Россия,
e-mail: markovso@kuzstu.ru

Одним из значимых противоречий между представителями экспертного сообщества Государственной комиссии по запасам и недропользователями, по сути, производителями угля является их разнонаправленный подход к расчету потерь угля при ведении горных работ. Ситуация осложняется тем, что основной нормативный документ – «Указания по нормированию, планированию и экономической оценке потерь угля в недрах по Кузнецкому бассейну» – значительно устарел и не отражает в полной мере разнообразие горно-геологических условий ведения горных работ, их сложность, напрямую влияющую на технико-экономические показатели работы горного предприятия, а также типы применяемого выемочно-погрузочного оборудования. В данной статье авторы подчеркивают необходимость актуализации существующей нормативной базы с учетом перечисленных факторов.

Ключевые слова: открытые горные работы, налогообложение, выемочно-погрузочное оборудование, расчет потерь угля, налог на добычу полезных ископаемых, горно-геологические условия.

Для цитирования: Оборудование и технология горных работ как факторы, влияющие на расчет налогообложения недропользователей / А.А. Хорешок, Т.А. Тюленева, О.И. Литвин и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 42-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-42-46>.

ВВЕДЕНИЕ

Мировой экономический кризис, углубленный влиянием пандемии, вызвал необходимость принятия странами и регионами срочных мер по административному и материальному содействию развитию. Наряду с другими мероприятиями оперативного характера лидеры государств зачастую используют экономические рычаги уменьшения фискальной нагрузки для активизации производственной деятельности, а также покупательского спроса, стимулирования налогового контроля, усиления финансовой дисциплины и, как следствие, ужесточения мер наказаний за нарушения законодательства в сфере исчисления и уплаты налогов, сборов и других обязательных платежей.

В связи с описанными обстоятельствами Российская Федерация, как и другие государства, сегодня уделяет большое внимание налоговым ориентирам при решении проблемы расчета платы за пользование ресурсами, признавая важную роль вместе с этим и регулирующего характера указанных платежей. В условиях применения законодатель-

ства о налогообложении недропользователей нашей страны нерешенной на текущий момент остается проблема присутствия диспропорций в расчете налогов по отдельным видам полезных ископаемых, которая наиболее актуальна для горнодобывающих предприятий. Их сферой деятельности является добыча твердых полезных ископаемых. Налоговое законодательство в отношении данного вида ресурсов сформировано без учета особенностей эксплуатации месторождений, а также содержит множество важных проблемных мест и коллизий относительно расчета налоговой базы, а также ставок налогов и льгот при их уплате.

Проблема формирования рационального механизма налогообложения горнодобывающих предприятий является достаточно острой в отечественной практике, и при ее решении государство имеет шанс разработать эффективную систему налогов и сборов, взимаемых за недропользование. Данная система обеспечит соблюдение принципов справедливости и обоснованности изъятия природных ресурсов, а это, в свою очередь, позволит в перспективе сформировать и апробировать институциональные способы налогового администрирования.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Основное место среди прямых налогов и сборов, взимаемых с горнодобывающих предприятий, принадлежит налогу на добычу полезных ископаемых (НДПИ). Для данного вида платежей в бюджет характерной чертой является существенное преобладание фискальной составляющей по причине обусловленности экономики России экспортом природных ресурсов. Из-за того, что подавляющее большинство полезных ископаемых относятся к невозполняемым и невозобновимым, природные ресурсы, которые их представляют, эксплуатируются нерационально. Для обеспечения сбалансированности невозобновимого характера природных ресурсов и платности их исчерпания налоговые платежи и, прежде всего, налог на добычу ПИ должны рассчитываться при соблюдении требования рациональности использования указанных ресурсов, минимизации негативного влияния на экологию и осуществлении природоохранных мероприятий.

Значимой проблемой, сохраняющейся при перманентном реформировании законодательства, остается разработка комплекса стимулирующих инструментов эксплуатации участков месторождений, протекающей при нарастании издержек на их освоение, усложнении геологических условий, росте потребности в формировании инфраструктуры и отдаленности от рынков продаж. В этих условиях большое значение приобретает то обстоятельство, что для прибыльной эксплуатации мало только установить льготы, необходим также и пересмотр нормативно-законодательной базы, регламентирующей их предоставление. То есть для обеспечения устойчивости экономического роста горнодобывающего региона и предприятий-недропользователей важно не только устранить проблемы налогообложения, но и применить глубокий и комплексный подход, одним из основных элементов которого станет эффективная налоговая политика.

Для решения данных проблем авторами была предложена методика исчисления НДПИ, принимающая во внимание горно-геологические и горнотехнические показатели, которые оказывают прямое влияние на экономические результаты деятельности угольных разрезов [1, 2]. Сложность ее внедрения на практике вызвана прежде всего необходимостью закрепления основных положений на законодательном уровне.

Из анализа нормативной базы, регулирующей порядок исчисления налога на добычу угля, установлено, что основные элементы налогообложения по данному виду налога определены в главе 26 НК РФ и регламентированы таким образом, что не предоставляют возможности региональным органам власти устанавливать пониженные или повышенные ставки, коэффициенты или льготы. Например, максимальная величина налогового вычета на обеспечение безопасных условий труда ограничена суммарной величиной коэффициентов метанообильности и склонности пластов угля к самовозгоранию согласно постановлению Правительства РФ от 10 июня 2011 г. № 462 с верхним пределом для них, равным 0,3. Отмеченное обстоятельство дает возможность заключить, что до внедрения предлагаемой методики расчета НДПИ по углю единственным вариантом снижения налоговой нагрузки на угледобывающее предприятие в части данного налога может стать снижение потерь при добыче данного полезного ископаемого до нормативного уровня, в пределах которого к нему применяется нулевая процентная ставка.

Однако здесь снова не обойтись без противоречий. С одной стороны, проектировщики открытых горных предприятий при расчетах пытаются заложить увеличенный процент потерь угля согласно требованиям заказчиков (недропользователей), с другой – при защите проектов в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых, в частности, при обосновании проектных потерь угля, этот процент стараются снизить эксперты ГКЗ.

Иными словами, недропользователю весьма выгоден большой процент проектных потерь, поскольку его утвержденное значение «развязывает руки» в плане применения той или иной технологии, оборудования, порядка отработки участка и т.д., то есть если при добыче что-то пошло не так – всегда есть скрытый резерв, заложенный в завышенном значении потерь: снижение добычи по различным обстоятельствам вплоть до форс-мажорных не скажется на общих показателях работы предприятия, поскольку это снижение ликвидируется за счет того, что по факту угля может быть добыто больше, чем по проекту. Представители же ГКЗ стремятся, чтобы каждая тонна потенциально добываемого угля была добыта в полной мере, то есть снижают процент проектных потерь, планируемых к безвозвратному оставлению в недрах.

По факту же имеет место третий вариант – потери, образуемые по факту работ. Например, невыдержанность угольных пластов по мощности и углу падения, неучтенные геологические пликвативные и дизъюнктивные нарушения, изменение водопритоков в процессе эксплуатации месторождения, а также разнотипность применяемо-

го выемочно-погрузочного оборудования [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] – все это в той или иной степени оказывает влияние на итоговый фактический уровень потерь угля.

Если мы обратимся к методике расчета потерь угля [11] и ее конкретному применению в расчетах, то увидим следующее.

Потери при наклонном падении пласта ($15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$) складываются из следующих составляющих (рис. 1): 1 – потери при зачистке кровли пласта мехлопатой и бульдозером – 0,15 м; 2 – потери в почве пласта при применении мехлопаты и бульдозера – 0,10 м; 3 – потери при зачистке верхней площадки уступа – 0,15 м; 4 – потери в треугольниках угля в почве уступа, связанные с траекторией движения ковша экскаватора при его ближайшем подходе к забою. Потери составляют 0,5-9,6% при изменении мощности пласта от 15 до 1 м при угле залегания по падению 30° и 0,8-12% при той же мощности пласта и угле залегания по падению 15° . При работе гидравлического экскаватора отсутствуют [11].

Потери при пологом падении пласта ($\alpha \leq 15^\circ$) складываются из следующих видов потерь (рис. 2): 1 – потери, представляющие собой пачку угля в кровле пласта, срезаемые при зачистке мехлопатой и бульдозером – 0,13 м; 2 – потери в почве пласта для предохранения добываемого угля от засорения породами почвы – 0,10 м; 3 – потери угля при зачистке уступа в процессе оконтуривания – 0,10 м; 4 – треугольник угля в кровле пласта, вынимаемый для создания горизонтальной площадки, необходимой для нормальной работы экскаватора; 5 – потери в почве пласта у борта уступа, образуемые из-за непрочерпывания в форме треугольника, при работе гидравлического экскаватора отсутствуют; 6 – потери в верхней части угольного уступа треугольной формы, вызываемые взрыванием вмещающих пород; 7 – целики между заходками при применении бестранспортной технологии, оставляемые для того, чтобы уменьшить объемы переэкскавации вскрышных пород и не допустить засорения угля при добыче (их расчет осуществляется также согласно [11]).

Кроме того, наличествуют, но не отмечены на рисунках потери при буровзрывных работах – 0,15% и потери при погрузке и транспортировке автомобильным транспортом – 0,6%.

Как следует из пояснений, применение гидролопаты регламентирует только часть из расчетных составляющих потерь, а именно, их отсутствие в почве пласта у борта уступа – так называемые треугольники (призмы) непрочерпывания, имеющие место при работе мехлопат [8, 12, 13, 14, 15]. При зачистке же верхней площадки в качестве

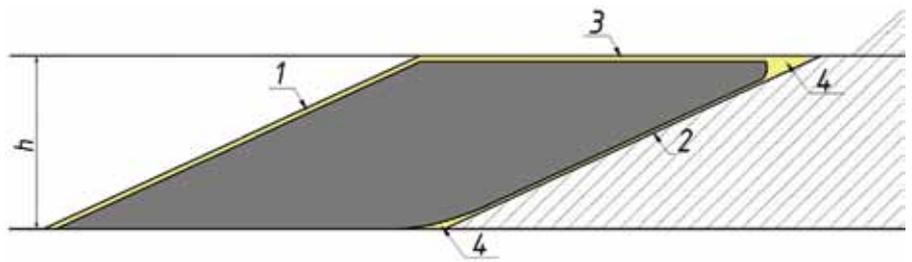


Рис. 1. Схема к расчету потерь при наклонном падении пласта
Fig. 1. Diagram for calculation of coal losses at inclined seam dip

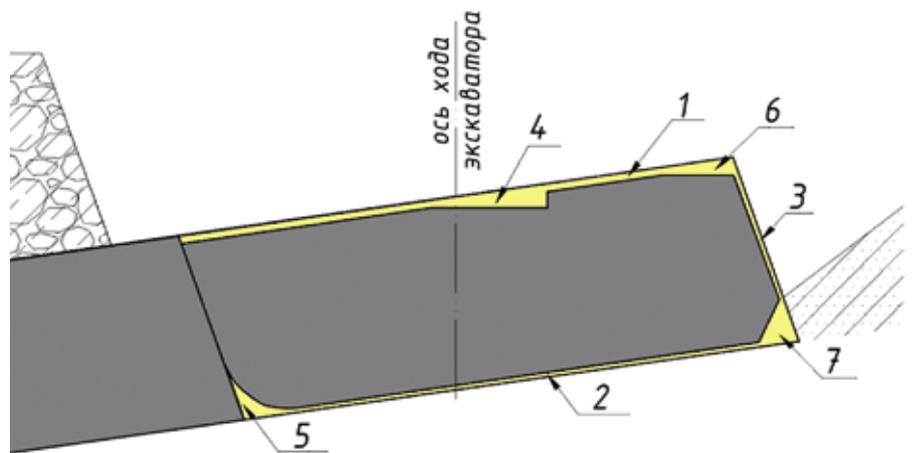


Рис. 2. Схема к расчету потерь при пологом падении пласта
Fig. 2. Diagram for calculation of coal losses at flat seam dip

используемого оборудования указаны только мехлопата и бульдозер; применение в данном случае гидролопаты или, к примеру, колесного погрузчика не регламентируется никак.

ВЫВОДЫ

На наш взгляд, одним из первоочередных направлений научных исследований, связанных с нормированием потерь и последующим налогообложением горнодобывающих предприятий, должна являться глубокая переработка «Указаний...» вследствие их возможной применимости (точности расчетов) только для простейших условий. Как вариант возможна корректировка «Указаний...» в части введения системы поправочных коэффициентов, отражающих степень сложности разрабатываемого участка.

Список литературы

1. Синергетический подход к совершенствованию налогообложения на основе учета технологических и экономических аспектов открытых горных работ / О.И. Литвин, А.А. Хорешок, Я.О. Литвин и др. // Уголь. 2022. № 1. С. 4-7. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-1-4-7.
2. Тюленева Т.А. Совершенствование налогообложения недропользователей горнодобывающего региона (на примере Кемеровской области) // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2019. № 48. С. 114-126. DOI: 10.17223/19988648/48/9.

3. Технология опережающей выемки наклонных и крутых угольных пластов обратными гидравлическими лопатами / А.В. Кацубин, А.А. Хорешок, М.А. Тюленев и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 11. С. 27-36. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-27-36.
4. Мартянов В.Л., Колесников В.Ф., Лапаев М.Н. Исследование параметров буровзрывных работ при комбинированной технологии разработки наклонных месторождений // Техника и технология горного дела. 2022. № 3. С. 53-78. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-3-53-78.
5. On the need to consider the lithological composition of overburden rocks in the design of waste water treatment plants at open pit mines / E. Murko, J. Janočko, E. Makridin et al. // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 315. P. 02013. DOI: 10.1051/e3sconf/202131502013.
6. Influence of transport and road complex on the natural-technical system / I. Bosikov, R. Klyuev, V. Tavasiev et al. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 918. 012223.
7. Quantitative measures for assessment of the hydraulic excavator digging efficiency / D. Janosevic, R. Mitrev, B. Andjelkovic et al. // Journal of Zhejiang University: Science A. 2012. Vol. 13. P. 926-942. DOI: 10.46544/AMS.v27i2.02.
8. Логинов Е.В., Тюленева Т.А. Управление параметрами карьера в целях повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов типа обратная лопата // Уголь. 2021. № 12. С. 6-10. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-6-10.
9. Nieto A., Muncher B. An applied economic assessment and value maximisation of a mining operation based on an iterative cut-off grade optimisation algorithm // International Journal of Mining and Mineral Engineering. 2021. Vol. 12. P. 309-326.
10. Study of inclined deposits opening under the combined mining system: Kureinsky area case-study / V.L. Martyanov, S.O. Markov, V.F. Kolesnikov et al. // Journal of Mining and Geotechnical Engineering. 2021. No 4. P. 64-88. DOI: 10.26730/2618-7434-2021-4-64-88.
11. Указания по нормированию, планированию и экономической оценке потерь угля в недрах по Кузнецкому бассейну. (Открытые работы). Л., 1991.
12. Снижение потерь угля при работе карьерных мехлопат / А.А. Хорешок, Д.М. Дубинкин, С.О. Марков и др. // Горная промышленность. 2022. № 6. С. 88-94. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-6-88-94.
13. Design of a mining shovel simulator / L. Daneshmend, C. Hendricks, S. Wu et al. / Innovative mine design for the 21st century, Baiden and Archibald eds., Kingston, Ont., Canada, 1993. P. 551-561.
14. Modeling and control of excavator dynamics during digging operation / A.J. Koivo, M. Thoma, E. Kocaoglan et al. // J. Aerosp. Eng. 1996. Vol. 9. P. 10-18.
15. Vaha P.K., Shibniewski M.J. Dynamic model of excavator // J. Aerosp. Eng. 1990. Vol. 6. P. 148-166.

Original Paper

UDC 336.201:622.271.3 © A.A. Khoreshok, T.A. Tyuleneva, O.I. Litvin, Ya.O. Litvin, S.O. Markov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 42-46
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-42-46>

Title

MINING EQUIPMENT AND TECHNOLOGY AS FACTORS INFLUENCING THE TAX CALCULATION OF SUBSOIL USERS

Authors

Khoreshok A.A.¹, Tyuleneva T.A.^{1,2}, Litvin O.I.¹, Litvin Ya.O.³, Markov S.O.⁴

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

² Branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Prokopyevsk, Prokopyevsk, 653049, Russian Federation

³ Branch of JSC «UK Kuzbassrazrezugol» Mokhovskiy Open Pit Mine, Mokhovo settlement, Belovsky district, 652661, Russian Federation

⁴ Branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Mezhdurechensk, Mezhdurechensk, 652881, Russian Federation

Authors Information

Khoreshok A.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: haa.omit@kuzstu.ru

Tyuleneva T.A., PhD (Economic), Associate Professor, e-mail: krukta@mail.ru, e-mail: kta.bua@kuzstu.ru

Litvin O.I., PhD (Engineering), Associate Professor, e-mail: litvinoi@kuzstu.ru

Litvin Ya.O., PhD (Engineering), Director, e-mail: litvinyao@kuzstu.ru

Markov S.O., PhD (Engineering), Associate Professor, e-mail: markovso@kuzstu.ru

Abstract

One of the significant contradictions between representatives of the expert community of the State Commission on Reserves and subsoil users (in fact – coal producers), is their contradictory approach to calculating coal losses during mining operations. The situation is complicated by the fact that the main regulatory document – “Guidelines for the rationing of planning and economic evaluation of coal losses in the subsoil of the Kuznetsk Basin” – is significantly outdated and does not fully reflect the diversity of mining and geological conditions of mining, their complexity, which directly affects the technical and economic performance of the mining company, as well as the types of excavation and loading equipment used. In this article the authors

emphasize the need to update the existing regulatory framework, taking into account these factors.

Keywords

Open-pit mining, Taxation, Excavation and loading equipment, Calculation of coal losses, Mining tax, Mining and geological conditions.

References

1. Litvin O.I., Khoreshok A.A., Litvin Ya.O., Tyuleneva T.A. & Tyulenev M.A. Synergetic approach to improvement taxation based on accounting of technological and economic aspects of open-pit mining. *Ugol'*, 2022, (1), pp. 4-7. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-1-4-7.
2. Tyuleneva T.A. Improving the taxation of subsoil users of a mining region (a case study of Kemerovo Oblast) // *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, Ekonomika*, 2019, (48), pp. 114-126. (In Russ.). DOI: 10.17223/19988648/48/9.
3. Katsubin A.V., Khoreshok A.A., Tyulenev M.A. & Markov S.O. Technology of advance cutting of sloping and steeply pitching coal seams using hydraulic backhoe excavators. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2020, (11), pp. 27-36. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-27-36.
4. Martyanov V., Kolesnikov V. & Lapaev M. Investigation of drilling and bla-

SUBSOIL USE

sting works parameters for the combined technology of open pit mining of inclined deposits. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*, 2022, (3), pp. 53-78. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-3-53-78.

5. Murko E., Janočko J., Makridin E. & Kapko M. On the need to consider the lithological composition of overburden rocks in the design of waste water treatment plants at open pit mines. *E3S Web of Conferences*, 2021, (315), 02013. DOI: 10.1051/e3sconf/202131502013.

6. Bosikov I., Klyuev R., Tavasiev V. & Gobehev M. Influence of transport and road complex on the natural-technical system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020, (918), 012223.

7. Janosevic D., Mitrev R., Andjelkovic B. & Petrov P. Quantitative measures for assessment of the hydraulic excavator digging efficiency. *Journal of Zhejiang University: Science A*, 2012, (13), pp. 926-942. DOI: 10.46544/AMS.v27i2.02

8. Loginov E.V. & Tyuleneva T.A. Control of quarry parameters to improve the efficiency of hydraulic backhoes. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 6-10. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-6-10.

9. Nieto A. & Muncher B. An applied economic assessment and value maximisation of a mining operation based on an iterative cut-off grade optimisation algorithm. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 2021, (12), pp. 309-326.

10. Martyanov V.L., Markov S.O., Kolesnikov V.F. et al. Study of inclined deposits opening under the combined mining system: Kureinsky area case-study. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*, 2021, (4), pp. 64-88. DOI: 10.26730/2618-7434-2021-4-64-88.

11. Guidelines for standardization, planning and economic assessment of coal losses in the subsoil in the Kuznetsk basin. (open-pit mining), Leningrad, 1991. (In Russ.).

12. Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Markov S.O. et al. Reduction of coal losses in operation of mining rope shovels // *Gornaya promyshlennost'*, 2022, (6), pp. 88-94. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2022-6-88-94.

13. Daneshmend L., Hendricks C., Wu S. & Scoble M. Design of a mining shovel simulator. Innovative mine design for the 21st century, Baiden and Archibald eds., Kingston, Ont., Canada, 1993, pp. 551-561.

14. Koivo A.J., Thoma M., Kocaoglan E. & Andrade-Cetto J. Modeling and control of excavator dynamics during digging operation. *J. Aerosp. Eng.*, 1996, (9), pp. 10-18.

15. Vaha P.K. & Shibniewski M.J. Dynamic model of excavator. *J. Aerosp. Eng.*, 1990, (6), pp. 148-166.

For citation

Khoreshok A.A., Tyuleneva T.A., Litvin O.I., Litvin Ya.O. & Markov S.O. Mining equipment and technology as factors influencing the tax calculation of subsoil users. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 42-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-42-46.

Paper info

Received April 15, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Работник Якутугля стал призером международного конкурса профессионального мастерства



Водитель карьерного самосвала АО ХК «Якутуголь» (входит в Группу «Мечел») Руслан Имухажаров занял 3 место в международном чемпионате «Клуб операторов БелАЗ – 2023», который состоялся в городе Жодино Республики Беларусь.

За звание лучшего боролись более 30 водителей из России, Ирана, Узбекистана и Беларуси. Соревнования состояли из двух этапов. На теоретическом

этапе проверялись знания участников об устройстве и особенностях обслуживания автомобилей, а также знание техники безопасности. Практический этап состоял из нескольких упражнений: диагональная парковка, езда с препятствиями, скоростное маневрирование, выполнение фигуры «Восьмерка» и попадание штырем, закрепленным на самосвале, в установленный на полигоне шарик.

В результате по общей сумме баллов, при начислении которых учитывались время прохождения трассы и количество штрафных очков, работник Якутугля Руслан Имухажаров занял 3 место. Помимо бронзового кубка и призов участник из Якутии получил именную карту члена международного сообщества «Клуб операторов БелАЗ».

«Конкурс для меня стал возможностью на мировом уровне получить новый опыт, пообщаться с водителями разных предприятий и стран, показать свои навыки и еще раз подчеркнуть, что «Мечел» – команда профессионалов! Особенно приятно, что такой результат пришелся на юбилейный год нашей компании», — отметил **Руслан Имухажаров**.

Пресс-служба АО ХК «Якутуголь»



Обоснование параметров углубочных систем открытой разработки рудных месторождений с учетом геометрии недр и пространственного расположения элементов нарушенности массива горных пород

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-47-51>

В статье приводятся результаты оценки устойчивости откосов уступов на фактическом и проектном контурах Горевского свинцово-цинкового месторождения. По результатам анализа трехмерной модели карьера и элементов залегания поверхностей ослабления прибортового массива выбраны расчетные схемы возможного деформирования, по которым производился кинематический анализ устойчивости. Для конечного контура выемки рудной залежи выявлены участки, геометрические параметры системы разработки которых не удовлетворяют критерию вероятности обрушения, в связи с чем произведена корректировка параметров системы разработки при их постановке в предельное положение.

Ключевые слова: открытые горные работы, параметры открытой системы разработки, устойчивость уступов карьеров, кинематический анализ, геометрия недр, проектный контур, фактический контур, системы трещин.

Для цитирования: Обоснование параметров углубочных систем открытой разработки рудных месторождений с учетом геометрии недр и пространственного расположения элементов нарушенности массива горных пород / И.Ю. Боос, И.В. Патачаков, П.С. Шпаков и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 47-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-47-51.

ВВЕДЕНИЕ

В формировании деформационных процессов, сложенных скальными и полускальными горными породами, ключевую роль играют системы трещин, которые, пересекаясь между собой, придают массиву блочное строение, что устанавливается по результатам маркшейдерской съемки и не только. В действующих карьерах по мере развития горных работ целесообразным является определение количества систем трещин в массиве горных пород. По результатам кинематического анализа определяют системы трещин и их комбинации, участвующие в формировании потенциально неустойчивых блоков с последующим расчетом устойчивости откосов уступов. В горном деле исследованиям устойчивости как отдельно взятых уступов, так и бортов карьеров уделяется большое внимание, о чем свидетельствуют результаты работ по геомеханике, представленных в краткой подборке тематических научных трудов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

БООС И.Ю.

Ассистент Сибирского федерального университета, 660025, г. Красноярск, Россия

ПАТАЧАКОВ И.В.

Канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, 660025, г. Красноярск, Россия
e-mail: sibniigim@mail.ru

ШПАКОВ П.С.

Доктор техн. наук, профессор Владимирского государственного университета, 602264, г. Муром, Россия

РЕДЬКИН Д.В.

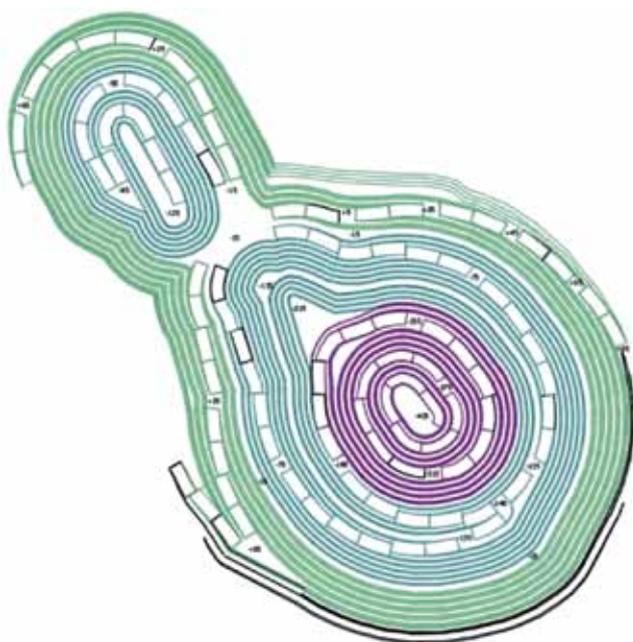
Аспирант Сибирского федерального университета, 660025, г. Красноярск, Россия

ЧЕРПАКОВА А.А.

Аспирант Сибирского федерального университета, 660025, г. Красноярск, Россия,

ЮРОНЕН Ю.П.

Канд. техн. наук, доцент Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, 660049, г. Красноярск, Россия



- – сектор карьера с уступами высотой 30 метров и углами откоса 75°;
- – сектор карьера с уступами высотой 20 метров и углами откоса 75°;
- – сектор карьера с уступами высотой 20 метров и углами откоса 60°

Рис. 1. Проектный план карьера на конец отработки месторождения

Fig. 1. Design plan of the open pit at the end of mine life

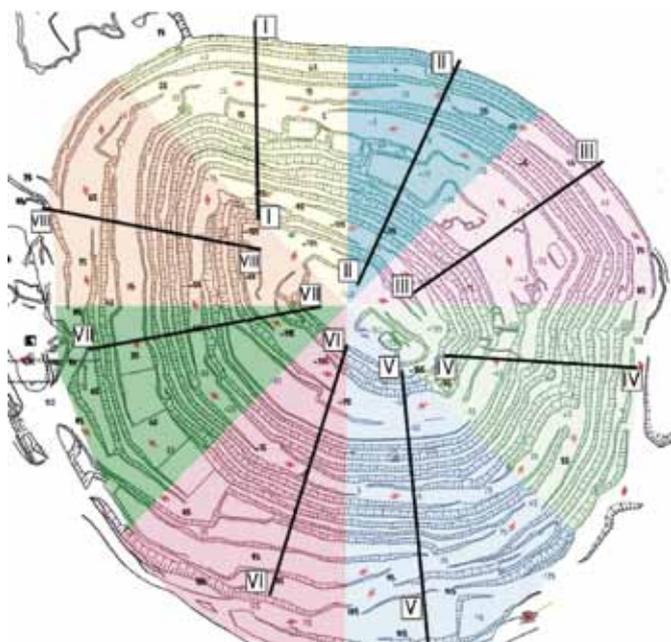


Рис. 2. Выделение секторов в карьере для оценки устойчивости откосов уступов

Fig. 2. Allocation of sectors in the open pit to assess the slope stability of benches

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

В настоящее время на территории Красноярского края открытым способом разрабатываются более 10 рудных месторождений, на которых горные работы получают свое развитие как в глубину, так и при расширении карьеров в плане. На каждом месторождении в ходе инженерно-геологических изысканий изучена нарушенность массива горных пород. Одним из таких геологических объектов, строение которого осложнено множеством систем трещин, является Горевское месторождение свинцово-цинковых руд. В ходе выработки практических рекомендаций при ведении горных работ на Горевском месторождении обосновано влияние систем трещин на устойчивость массива горных пород и параметры систем открытой разработки. Работы проведены в соответствии с основными положениями «Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».

Проектный план карьера на Горевском месторождении представлен на рис. 1. Анализ содержательной части проекта указал на то, что он выполнен без учета существующих элементов нарушенности массива горных пород.

С целью корректировки параметров системы открытой разработки на Горевском месторождении начиная с 2020 г. и до конца отработки запасов открытым способом был произведен значительный объем работ по изучению трещиноватости. В результате цифрового и полевого картирования откосов карьера было определено более 28000 элементов залегания трещин. В общей сложности выделено 10 систем трещин, элементы залегания которых используются для проведения кинематического анализа. Кинематический анализ дает возможность предварительно оценить геотехническую обстановку за счет выявления систем трещин и их комбинаций, потенциально влияющих на устойчивость откосов в зависимости от географической ориентации откоса уступа и его геометрических параметров.

Для Горевского месторождения выбраны следующие расчетные классические схемы для проведения кинематического анализа: клиновидный, плоскостной, опрокид. Кинематический анализ выполнен в интервале 0-360° с шагом 20° ($\pm 10^\circ$ от заданного значения) по направлению падения откосов уступов для оценки устойчивости при всех возможных вариациях пересечения поверхностей ослабления с откосами уступов на рабочем и предельном контурах карьера. Оценка устойчивости проведена по секторам в зависимости от направления падения участков борта карьера [Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. Л.: ВНИМИ, 1972]. Условное деление месторождения на секторы представлено на рис. 2.

По анализу комбинаций или единичных систем трещин при помощи специализированного ПО производился вероятностный анализ для каждого типа деформаций с учетом фактических параметров рабочих уступов. На следующем этапе был произведен детерминистический анализ устойчивости, в процессе которого рассчитаны коэффициенты запаса устойчивости определенного вида вероятной де-

Результаты оценки устойчивости откосов уступов в секторах 1, 2, 3 действующего карьера

Assessment results of the slope stability of benches in Sectors 1, 2, 3 of the operating open pit mine

Сектор, №	Азимут падения группы уступов, градус	Фактические параметры уступа		Показатели устойчивости уступа		
		Высота уступа, м	Угол залегания, градус	Коэффициент запаса устойчивости	Вероятность, %	Вид деформации
1	160±10	20	60	1,1	20	Клиновидный вывал
			65	1,08	30	
	180±10	20	60	1,17	11	Клиновидный вывал
			65	1,12	26	
2	200±10	20	65	1,36	6	Клиновидный вывал
			70	1,16	21	
3	240±10	20	60	1,08	12	Опрокидывание слоев
			65	1,07	17	

формации. Геометрические параметры рабочих уступов и результаты оценки устойчивости выборочно представлены в таблице.

Допустимая вероятность обрушения для рабочих уступов действующего карьера не должна превышать 40%, а при проектировании элементов системы разработки для периода погашения горных работ и постановки борта карьера в конечное положение нормативное предельное значение вероятности обрушения откосов уступов равно 30%.

По данным таблицы можно считать, что откосы уступов в секторах оценки устойчивости № 1, 2, 3 в действующем карьере находятся в устойчивом состоянии, а вероятность их обрушения составляет менее 30%, что является меньше допустимой вероятности обрушения для рабочих уступов – 40%. Аналогичный вывод сделан для секторов с четвертого по восьмой (в статье результаты оценки не представлены).

В скальном массиве при движении горных работ от фактического положения (современное состояние горных работ в карьере) к проектному контуру выявлены участки, геометрические параметры системы разработки которых не удовлетворяют критерию вероятности обрушения $PoF(probability\ of\ failure) \leq 30\%$, в связи с чем, на наш взгляд, требуется корректировка параметров уступов при их постановке в предельное положение. Ниже приведены предельные параметры системы разработки при ведении горных работ с момента оценки (2020 г.) и до постановки борта карьера в предельное положение на конец отработки запасов с учетом элементов нарушенности массива горных пород. Результаты оценки устойчивости откосов уступов на предельном контуре по азимутам падения были отображены в виде круговой диаграммы с нанесением рекомендуемых технологических параметров системы открытой разработки (рис. 3).

Предварительная оценка наших рекомендаций указывает на необходимость корректировки параметров постановки борта карьера в предельное состояние. Реализация наших рекомендаций неизбежно приведет к большой вероятности увеличения объемов вскрышных работ относительно проектного варианта развития горных работ в карьере, но при этом будет обеспечен большой уровень безопасности производства открытых горных работ.

По мере изменения горно-геологической и горнотехнической ситуаций, пополнения информации о геологическом, гидрогеологическом и тектоническом строении, а также о характерных деформациях на месторождении необходимо производить переоценку устойчивости состояния откосов уступов и бортов карьера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время по результатам кинематического анализа установлено, что откосы рабочих уступов в действующем карьере на Горевском месторождении полиметаллических руд находятся в устойчивом состоянии, вероятность их обрушения – менее 30%, что является нормативно допустимой величиной. Для последующего этапа отработки Горевского месторождения выявлены секторы, в которых значительно повышается вероятность обрушения откосов уступов, что автоматически влечет за собой корректировку основных технологических параметров системы открытой разработки.

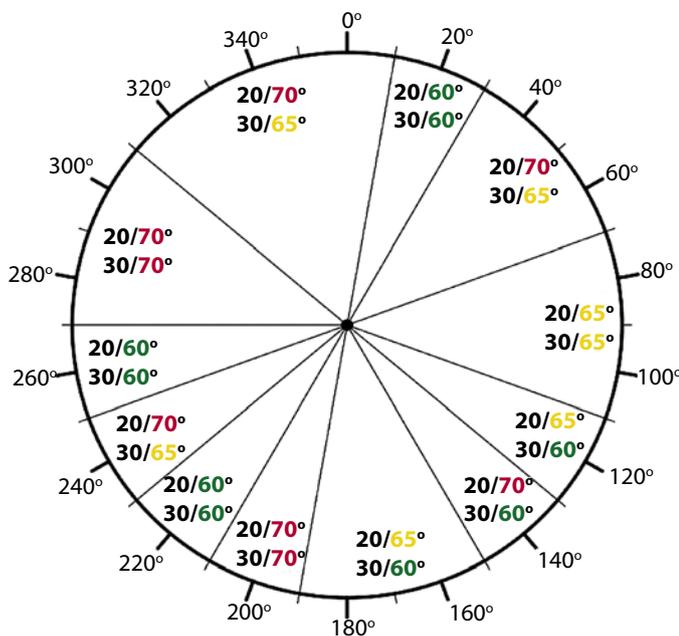


Рис. 3. Диаграмма рекомендуемых параметров системы разработки для предельного контура карьера Горевского месторождения

Fig. 3. Diagram of recommended mining method parameters for the limiting pit outline of the Gorevskoye deposit

Список литературы

1. Методика обратных расчетов сцепления и трения по трещинам по фактам вывалов с бортов карьеров / А.Б. Макаров, Э. Хормазабаль, И.С. Ливинский и др. // Маркшейдерия и недропользование. 2016. № 4. С. 44-48.
2. Патачаков И.В., Фуртак А.А. & Боос И.Ю. Определение прочностных свойств горных пород методом обратных расчетов в условиях Горевского свинцово-цинкового месторождения // Маркшейдерия и недропользование. 2018. № 1. С. 41.
3. Изучение структурных особенностей прибортового массива по 3D-модели откоса, построенной с применением мультикоптера / И.Ю. Боос, Ю.Л. Юнаков, И.В. Патачаков и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 12. С. 19-30.
4. Бахаева С.П., Гурьев Д.В. Оценка устойчивости борта котлована под промышленную площадку шахты // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 1. С. 32-42. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-32-42.
5. Ливинский И.С., Митрофанов А.Ф., Макаров А.Б. Комплексное геомеханическое моделирование: структура, геология, разумная достаточность // Горный журнал. 2017. № 8. С. 51-55.
6. Бирючев И.В., Макаров А.Б., Усов А.А. Геомеханическая модель рудника. Часть 1. Создание // Горный журнал. 2020. № 1. С. 42-48.
7. Кузин Е.А., Халкечев К.В. Математическая модель определения формы устойчивого целика поликристаллической структуры в углевмещающих породах // Уголь. 2020. № 2. С. 22-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.
8. Напряженно-деформированное состояние приконтурно-углепородного массива / В.Ф. Демин, Д.С. Шонтаев, Т.К. Балгабеков и др. // Уголь. 2020. № 5. С. 63-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-63-67.
9. A New Methodology for Rockfall Hazard Assessment in Rocky Slopes / L.R.C. Silveira, Lana M.S., P. Alameda-Hernández et al. // Mining. 2022. № 2. P. 791-808. URL: <https://doi.org/10.3390/mining2040044>.
10. Geotechnical Issues in Decommissioning Surface Lignite Mines – The Case of Amyntaion Mine in Greece / M. Kavvadas, C. Roumpou, A. Servou et al. // Mining 2022. № 2. P. 278-296. <https://doi.org/10.3390/mining2020015/>.
11. Navid Bahrani, Peter K. Kaiser. Influence of degree of interlock on confined strength of jointed hard rock masses // J. Rock Mech. Geotech. Eng. 2020. Vol. 12. Is. 6. P. 1152-1170.
12. Adeyemi Emman Aladejare, Musa Adebayo Idris. Performance analysis of empirical models for predicting rock mass deformation modulus using regression and Bayesian methods // J. Rock Mech. Geotech. Eng. 2020. Vol. 12. Is. 6. P. 1263-1271.
13. A consecutive joint shear strength model considering the 3D roughness of real contact joint surface / Ban Liren, Tao Zhigang, Du Weisheng et al. // International Journal of Mining Science and Technology. 2023. Vol. 33. Is. 5. P. 617-624.

Original Paper

UDC 622.271.332 © I.Yu. Boos, I.V. Patachakov, P.S. Shpakov, D.V. Redkin, A.A. Cherpakova, Yu.P. Yuronen, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 47-51
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-47-51>

Title

JUSTIFICATION OF THE DEEPENING METHOD PARAMETERS FOR OPEN PIT MINING OF ORE DEPOSITS WITH ACCOUNT OF SUBSURFACE GEOMETRY AND SPATIAL LOCATION OF ROCK MASS DISTURBANCES

Authors

Boos I.Yu.¹, Patachakov I.V.¹, Shpakov P.S.², Redkin D.V.¹, Cherpakova A.A.¹, Yuronen Yu.P.³

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation

² Vladimir State University, Murom, 602264, Russian Federation

³ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Authors Information

Boos I.Yu., Assistant

Patachakov I.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Shpakov P.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor

Redkin D.V., Postgraduate student

Cherpakova A.A., Postgraduate student

Yuronen Yu.P., PhD (Economic), Associate Professor

Abstract

The paper presents the results of assessing the slope stability of benches at the actual and design pit outlines of the Gorevskoye lead-zinc deposit. Based on analyzing a 3D model of the open pit and elements of weakening surface occurrence in the near-wall rock mass, the calculation models of possible deformation were selected, which were used for kinematic stability analysis. Areas which mining method geometric parameters fail to meet the caving probability criterion have been identified for the limiting pit outline of the ore deposit, hence, the parameters of the mining method have been adjusted when they are applied to the limiting position.

Keywords

Open pit mining, Parameters of open pit mining method, Stability of pit benches, Kinematic analysis, Subsurface geometry, Design contour, Actual contour, Fracture systems.

References

1. Makarov A.B., Hormazabal E., Livinsky I.S., Spirin V.I. & Soluyanov N.O. Back analysis of shear strength of joints based on bench wedge failures. *Markshejderiya i nedropol'zovanie*, 2016, (4), pp. 44-48. (In Russ.).
2. Patachakov I.V., Furtak A.A. & Boos I.Yu. Determination of strength properties of rocks by the method of inverse calculations in the conditions of Gorevsky lead-zinc deposits. *Markshejderiya i nedropol'zovanie*, 2018, (1), pp. 41. (In Russ.).
3. Boos I.Yu., Yunakov Yu.L., Patachakov I.V. & Grishin A.A. Structural analysis of pit wall rock mass on 3D slope model constructed using a multicopter. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2021, (12), pp. 19-30. (In Russ.).
4. Bakhayeva S.P. & Guryev D.V. Slope stability analysis of pit wall meant for mine infrastructure site. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2021, (1), pp. 32-42. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-32-42.

SURFACE MINING

5. Livinsky I.S., Mitrofanov A.F. & Makarov A.B. Complex geomechanical modeling: structure, geology, reasonable sufficiency. *Gornyy zhurnal*, 2017, (8), pp. 51-55. (In Russ.).
6. Biryuchev I.V., Makarov A.B., Usov A.A. Geomechanical model of underground mine. Part 1. Creation. *Gornyy zhurnal*, 2020, (1), pp. 42-48. (In Russ.).
7. Kuzin E.A. & Khalkechev K.V. Mathematical model for determining the shape of a stable pillar of a polycrystalline structure in carbon-bearing rocks. *Ugol'*, 2020, (2), pp. 22-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-22-25.
8. Demin V.F., Shontayev D.S., Balgabekov T.K., Shontayev A.D. & Kongkybayeva A.N. Stressed-deformed state of the boundary-carbon array. *Ugol'*, 2020, (5), pp. 63-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-63-67.
9. Silveira, L.R.C., Lana, M.S., Alameda-Hernández, P. & Santos T.B. A New Methodology for Rockfall Hazard Assessment in Rocky Slopes. *Mining*, 2022, (2), pp. 791-808. Available at: <https://doi.org/10.3390/mining2040044>.
10. Kavvadas M., Roumpos C., Servou A. & Paraskevis N. Geotechnical Issues in Decommissioning Surface Lignite Mines – The Case of Amyntaion Mine in Greece. *Mining*, 2022, (2), pp. 278-296. Available at: <https://doi.org/10.3390/mining2020015/>.
11. Navid Bahrani & Peter K. Kaiser. Influence of degree of interlock on confined strength of jointed hard rock masses. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, 2020, Vol. 12, (6), pp. 1152-1170.

12. Adeyemi Emman Aladejare & Musa Adebayo Idris. Performance analysis of empirical models for predicting rock mass deformation modulus using regression and Bayesian methods. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, 2020, Vol. 12, (6), pp. 1263-1271.
13. Liren Ban, Zhigang Tao, Weisheng Du & Yuhang Hou. A consecutive joint shear strength model considering the 3D roughness of real contact joint surface. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2023, Vol. 33, (5), pp. 617-624.

For citation

Boos I.Yu., Patachakov I.V., Shpakov P.S., Redkin D.V., Cherpakova A.A. & Yuro-nen Yu.P. Justification of the deepening method parameters for open pit mining of ore deposits with account of subsurface geometry and spatial location of rock mass disturbances. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 47-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-47-51.

Paper info

Received July 19, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Оригинальная статья

УДК 622.271:622.85 © О.И. Подурец, 2023

Пространственная вариабельность содержания тяжелых металлов в почвенном покрове в условиях влияния угледобывающего предприятия*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-51-58>

Открытая разработка месторождения динамично трансформирует и усложняет структуру почвенного покрова. Зональные почвы, сохранившие свое естественное сложение, и молодые техногенные почвы – эмбриоземы, формирующиеся в условиях самозараствания на отвалах Талдинского угольного разреза, располагаются в зоне высокой пылевой нагрузки и находятся в близости от источников загрязнения. Для оценки пространственной вариабельности свойств учитывались рН, гумус, фракция физической глины и валовые формы элементов, относимых к критической группе веществ – индикаторов стресса окружающей среды: Hg, Pb, Cd, Zn

ПОДУРЕЦ О.И.

Канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры
естественнонаучных дисциплин
КГПИ ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»
6546041, г. Новокузнецк, Россия
e-mail glebova-podurets@mail.ru

* Исследование выполнено в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. №1144-р, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, № соглашения 075-15-2022- 1200 от 28.09.2022 г.



и As. Из результатов следует, что почвы содержат валовые формы токсичных элементов в количествах, не превышающих нормативные показатели, за исключением As с превышением до 2,6 ПДК в зональных почвах. В эмбриоземах содержание мышьяка ниже нормативных показателей, но высказано предположение, что щелочная рН почв техногенного ландшафта может проявиться в снижении адсорбции данного рН-зависимого элемента и увеличит его подвижность, что необходимо учитывать при разработке проекта рекультивации данного отвала. Класс варибельности валового содержания элементов изменяется от сильной к слабой, что можно выразить в следующих рядах: для зональных почв $Cd > As > Pb > Zn$, для эмбриоземов $Pb > As > Zn > Cd$.

Ключевые слова: почвы, техногенный ландшафт, загрязнение, токсичные элементы.

Для цитирования: Подурец О.И. Пространственная варибельность содержания тяжелых металлов в почвенном покрове в условиях влияния угледобывающего предприятия // Уголь. 2023. №10. С. 51-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-51-58>.

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность предприятий горнодобывающей промышленности приводит к необратимым отрицательным изменениям в природных экосистемах. Технологический процесс разработки месторождений, расширение инфраструктуры горнодобывающего предприятия невозможны без вовлечения дополнительных земельных ресурсов [1]. Наиболее динамично это проявляется при использовании открытого способа разработки месторождения. Трансформация естественных ландшафтов в техногенные проявляется в нарушении ландшафта, вплоть до коренной перестройки геологического фундамента, в полном сведении растительности и почвенного покрова и в нарушении биологической продуктивности экосистем. Данные процессы усугубляются интенсивным загрязнением воздуха, поверхностных и грунтовых вод. Основная доля загрязняющих веществ, поступающих от горнодобывающих предприятий, аккумулируется в почве и со временем распространяется на всю экосистему, что в совокупности приводит к ухудшению экологических условий для населения региона. В Кузбассе технологическое освоение разрабатываемых угольных месторождений осуществляется 132 действующими угледобывающими предприятиями. К 2025 г. общий объем добычи угля планируется увеличить до 270 млн т, соответственно, прогнозная площадь техногенно преобразованных ландшафтов увеличится на 20% к 65 тыс. га уже нарушенных, 50% которых представлены плодородными черноземами и темно-серыми лесными почвами [1, 2].

Добыча и переработка полезных ископаемых вызвали совокупность геохимических процессов. Одним из проявлений считается техногенное поступление металлов в почвы, закрепление их в гумусных горизонтах и в почвенном профиле [2, 3, 4, 5]. Постоянное поступление их даже в малых количествах в течение продолжительного времени способно привести к существенному накоплению [5]. Прежде всего изменения затрагивают биологические свойства почвы: снижается общая численность микроорганизмов, сужает-

ся их видовой состав (разнообразие), изменяется структура микробиоценозов, падают интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов [5, 6, 7]. Интенсивное загрязнение тяжелыми металлами приводит к изменению и более консервативных признаков почвы, таких как гумусное состояние, структура, потенциал водородного иона (рН) среды и др. [3, 5, 8, 9]. Восстановление биологической продуктивности нарушенных земель становится социальной проблемой, поэтому возрастает актуальность мониторинга их состояния, проведения контроля за содержанием токсичных элементов.

Цель исследования – определить степень относительной варибельности основных почвенных свойств и валового содержания тяжелых металлов в почвах естественных и техногенных ландшафтов Талдинского угольного разреза АО УК «Кузбассразрезуголь».

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования являются почвы горного отвала угольного разреза. Значительная часть территории характеризуется отсутствием естественного почвенного и растительного покрова, нарушенностью геологической и геоморфологической структуры и представляет техногенный ландшафт. Некоторая доля площади трансформирована в той или степени в процессе проводимых на действующем разрезе вскрышных работ, что исключает возможность их исследования в данный момент, но представляет интерес в будущем, а также имеются участки с почвами, сохранившими свое естественное сложение.

На сохранившихся естественных ландшафтах объектами выбраны наиболее распространенные типы – чернозем оподзоленный (Чоп), серые лесные почвы (Л3, Л2), лугово-черноземные (Чл), лугово-болотные (Бл) Киселевско-Прокопьевского лесостепного почвенного района «островной» лесостепи с переходом в Кароканско-Талдинский предгорный район [10].

Объектами исследования техногенного ландшафта определены породные отвалы, на которых в данный момент прекращена отсыпка породы и ландшафт находится на посттехногенной фазе развития. Сформированная на предыдущей техногенной фазе каркасная структура постепенно преобразуется в ходе развития естественных биологических и почвообразовательных процессов. Это выражается в формировании техногенных комплексов с молодыми почвенными образованиями – эмбриоземами с сингенетичными им растительными группировками, которые находятся на определенной стадии сукцессии [11, 12]. Почвы относятся к стволу постлитогенных, классу биогенно-неразвитых, типу органо-аккумулятивных эмбриоземов (Эм1, Эм2, Эм3, Эм4, Эм5), характеризуются малопрофильностью, оценка их развития основана на подходах профилно-генетической классификации [11].

Литологический состав вскрышных и вмещающих горных пород представлен мелкозернистыми песчаниками с прослойками светло-серых алевролитов песчанистого состава, темно-серыми глинистыми аргиллитами и алевролитами, содержащими углистый материал и прослойки угольных пластов ерунаковской и ильинской свиты, покрытых субэаральными бескарбонатными глинами и

тонкодисперстными желто-бурыми карбонатными лесовидными суглинками мощностью 25-30 м [10, 11, 12, 13].

Рельеф естественных ландшафтов полого-увалистый, расчленен логами с разветвленной сетью речных долин и балок, обеспечивающих хороший дренаж территории, характеризуется небольшим уклоном в северо-восточном направлении с переходом в аккумулятивную слаборасчлененную равнину. Наличие склоновых поверхностей обеспечивает дополнительный приток влаги в лога и создание условий для переувлажнения почв [10, 13].

Климат резко континентальный с коротким жарким летом и продолжительной морозной зимой. Характеризуется следующими основными количественными параметрами: средняя годовая температура почвы изменяется от 3° до 5,5°C, атмосферного воздуха – 0,7°C с сезонными колебаниями 81-87°C; средняя температура июля – +18,8°C (t_{\max} +38°C), января – -17,2°C (t_{\min} – 50°C); среднегодовое количество осадков варьирует 400-510 мм (за вегетационный период – 363 мм); высота снежного покрова – 15-78 см, с переходом в таежные и горные ландшафты увеличивается [7, 13].

По ботанико-географическому районированию территория расположена в пределах Инско-Томского таежно-лесостепного района, представляет лесостепь с сосново-березовыми лесами и послелесными лугами, луговыми степями с переходом к осиново-березовым и пихтовым лесам предгорий. Лесистость района ранее составляла 30-50%, распаханность почв – более 65% [10], в данный момент естественные растительные сообщества и почвенный покров деградированы либо нарушены.

Район относится к зоне с высокой пылевой нагрузкой [2, 10]. Поступление металлов происходит на поверхность почвенного покрова с газопылевыми выбросами в ходе производимых взрывных работ, поэтому наибольший интерес вызывает оценка содержания элементов на поверхности почв, поэтому отбор образцов проведен на глубине от 0 до 20 см в 5-кратной повторности по каждому типу. Из показателей определяли: рН потенциометрически, валовое содержание гумуса по И.В. Тюрину, азот общий титриметрическим методом, гранулометрический состав ареометрическим методом по Н.К. Качинскому [14], валовое содержание тяжелых металлов методами атомно-

эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии в Испытательном центре ФГБУ ЦАС «Кемеровский» и лабораториях ООО «Научно-проектный ВостНИИ», ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр».

Для определения степени variability основных почвенных свойств и элементов-загрязнителей использованы подходы, применяемые для оценки пространственной изменчивости свойств природных почв, которые основаны на расчете коэффициентов вариации [15, 16] с использованием программы «STATISTIKA».

Техногенный ландшафт есть результат техногенной трансформации естественного ландшафта со всем его комплексом почвенных типов. Пространственная структура нативного почвенного покрова связана с проявлением закономерно повторяющихся факторов почвообразования и взаимосвязями их почвенных процессов [10, 13]. Техногенные грунты отвалов угольных разрезов, в отличие от материнских горных пород, на которых формировались в течение длительной эволюции конкретные типы почв, представляют хаотичную смесь вскрышных и вмещающих горных пород, образованную при неселективном способе отвалообразования [2, 11]. Это каркас, который определяет общую пространственную мозаичную структуру формирующегося почвенного покрова техногенного ландшафта, выраженную в неоднородности рельефа и состава почвообразующих пород [11], с парцеллярной структурой растительных группировок, в условиях самозарастания отвалов [12], отличается по своим физико-химическим параметрам от смежных почв нативного ландшафта (табл. 1).

Особенности распределения кислотности почвенной среды, гумусонакопление, гранулометрический состав взаимосвязаны между собой [11, 13, 17, 18], определяют не только генезис и типовые различия почв, но и влияют на аккумуляцию тяжелых металлов [3, 4, 5, 6, 8, 9], наблюдения за которыми обязательны во всех средах как за приоритетными загрязняющими веществами. К ним относят более 40 химических элементов, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц массы (а.е.м.) – V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. [8] и с плотностью более 8 г/см³ – Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg [19]. Кроме того, к тяжелым металлам относят элементы-неметаллы, например As, Se, а также Be, F и другие элементы, атом-

Таблица 1

Общеэкологические свойства почв естественных и техногенных ландшафтов

General ecological properties of soils of natural and man-made terrains

Тип почвы	Наименование показателя				
	рН (вод)	рН (сол)	Валовое содержание (%)		Содержание фракции < 0,01 мм (%) / разновидность почв
			Гумус	Азот общий	
Чоп	6,40 ± 0,23	5,28 ± 0,31	7,57 ± 1,06	0,41 ± 0,02	37,9 / среднесуглинистые
ЛЗ	5,96 ± 0,47	4,44 ± 1,83	6,49 ± 0,82	0,45 ± 0,07	35,5 / среднесуглинистые
Л2	5,44 ± 0,27	4,07 ± 0,47	4,71 ± 1,69	0,32 ± 0,03	32,7 / среднесуглинистые
Чл	6,52 ± 0,13	5,13 ± 0,23	9,16 ± 0,17	0,25 ± 0,02	40,2 / тяжелосуглинистые
Бл	6,68 ± 0,37	5,19 ± 0,45	10,73 ± 2,1	0,66 ± 0,07	33,9 / среднесуглинистые
Эм1	8,65 ± 0,12	7,4 ± 0,1	4,52 ± 0,78	0,14 ± 0,01	31,6 / среднесуглинистые
Эм2	8,90 ± 0,14	7,8 ± 0,1	4,06 ± 0,66	0,15 ± 0,01	25,6 / легкосуглинистые
Эм3	8,72 ± 0,13	7,3 ± 0,1	4,40 ± 1,04	0,13 ± 0,01	44,2 / тяжелосуглинистые
Эм4	8,96 ± 0,13	7,6 ± 0,1	3,56 ± 0,75	0,11 ± 0,01	29,8 / легкосуглинистые
Эм5	8,88 ± 0,12	7,4 ± 0,1	4,04 ± 0,66	0,14 ± 0,01	35,4 / среднесуглинистые

ная масса которых меньше 50 а.е.м. [8]. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы [5, 9, 20]. При этом немаловажную роль в определении категории тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции и биомагнификации [3, 8, 9, 21]. Сорбируясь на поверхности почвенных частиц, металлы связываются с органическим веществом почвы, в частности в виде элементарно-органических соединений, аккумулируются в гидрооксидах железа, входят в состав кристаллических решеток глинистых минералов, находятся в растворенном состоянии в почвенной влаге и в газообразном состоянии почвенного воздуха [3, 4, 5], являются частью почвенной биоты [6].

Из тяжелых металлов выделяют особо токсичные элементы, которые относят к критической группе веществ – индикаторов стресса окружающей среды: Hg, Pb, Cd, Se, Zn, F и As, среди них особо опасные Hg, Pb, Cd [8, 20], являющиеся химическими веществами I класса опасности. Оценка критерия уровня их загрязнения приводится в соответствии с фоновым содержанием и значением их предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) в соответствии с гранулометрическим составом (табл. 2).

Попадая на поверхность почв, тяжелые металлы благодаря наличию ряда почвенных компонентов (глинистые минералы, оксиды железа и марганца, группы органического вещества) могут накапливаться либо рассеиваться в зависимости от характера геохимического барьера, свойственного данной территории [3, 4, 5, 6, 9, 20, 21].

Проведенный анализ не выявил превышение ПДК по валовым формам Hg, Pb, Cd, Zn во всех исследуемых

почвах, что подтверждает полученные ранее данные [7, 19], за исключением мышьяка. Превышение As отмечено только для почв естественных ландшафтов: чернозем оподзоленный – 1,4 ПДК, темно-серая лесная – 2 ПДК, серая лесная – 2,2 ПДК, лугово-черноземная – 2,5 ПДК, лугово-болотная – 2,6 ПДК, что объясняется несколькими причинами. Почвы естественных ландшафтов находятся более длительное время под влиянием техногенного прессинга, почвы техногенных ландшафтов являются более молодыми образованиями (не более 10 лет), возраст которых исчисляется от момента завершения отсыпки отвала [11]. Мышьак найден во всех компонентах окружающей среды и образует различные органические (метиларсениды) и неорганические (арсенат и арсенит) соединения, формы которых определяются условиями редукции [3, 9, 21]. В незагрязненных почвах его количество меньше 6 мкг/кг, в горных породах – глинах – 3-12 мг/кг, в ариллитах – 3-10 мг/кг [21]. Мышьак как подвижный элемент подвержен различным физико-химическим процессам. В переувлажненных условиях или подъеме уровня грунтовых вод образуются восстановительные условия, что увеличивает концентрацию мышьяка [9, 21]. Темно-серые и серые лесные почвы приурочены к нижним частям пологих склонов, лугово-черноземные и болотные почвы занимают межувальные пониженные элементы рельефа балок и логов, что определяет условия их переувлажнения и способствует аккумуляции мышьяка. В эмбриоземах техногенного ландшафта превышение ПДК не отмечено, но его присутствие определяет необходимость ведения контроля за его содержанием, что связано с рН-зависимостью As и способностью к снижению адсорбции в условиях изменения рН в щелочную сторону [21].

Степень подвижности тяжелых металлов зависит от геохимической обстановки и уровня техногенного воз-

Таблица 2

Содержание валовых форм химических элементов в почвах естественных и техногенных ландшафтов с учетом фона (в мг/кг)

Content of bulk forms of chemical elements in soils of natural and man-made terrains with account of background quantities (in mg/kg)

Тип почвы	Наименование показателя				
	Ртуть	Свинец	Кадмий	Цинк	Мышьак
Чоп	< 0,1	11,67 ± 0,65	0,11 ± 0,02	64,25 ± 8,91	6,96 ± 2,84
Л3	< 0,1	16,01 ± 2,50	0,34 ± 0,16	90,64 ± 5,27	10,19 ± 0,81
Л2	< 0,1	16,99 ± 1,43	0,45 ± 0,06	83,62 ± 2,58	10,82 ± 0,48
Чл	< 0,1	15,90 ± 2,67	0,25 ± 0,02	83,08 ± 2,98	12,62 ± 1,07
Бл	< 0,1	12,94 ± 0,38	0,11 ± 0,01	78,19 ± 1,95	13,19 ± 1,31
Эм1	< 0,1	12,22 ± 3,61	0,09 ± 0,01	51,88 ± 1,16	3,50 ± 0,69
Эм2	< 0,1	10,15 ± 0,94	0,08 ± 0,01	50,46 ± 5,38	3,46 ± 0,73
Эм3	< 0,1	18,78 ± 0,96	0,12 ± 0,01	44,78 ± 6,50	3,72 ± 0,71
Эм4	< 0,1	12,72 ± 2,30	0,11 ± 0,01	49,60 ± 7,19	3,24 ± 0,72
Эм5	< 0,1	13,76 ± 4,29	0,33 ± 0,02	49,76 ± 5,20	3,30 ± 0,76
ПДК (мг/кг)	2,1	He уст.	He уст.	He уст.	He уст.
ОДК песчаных и супесчаных	He уст.	32,0	0,5	55	2,0
ОДК кислых, рН КСl < 5,5 суглинистых и глинистых	He уст.	65,0	1,0	110	5,0
ОДК рН КСl > 5,5 близкие к нейтральным, нейтральные, суглинистые и глинистые	He уст.	130,0	2,0	220	10,0

действия. Тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание органического вещества приводят к закреплению тяжелых металлов. В окислительных условиях в кислой среде Cu, Zn, Ni, Hg, Pb более подвижны, чем в нейтральной или щелочной, а Mo, Se, V более подвижны в щелочной [5, 8]. Рост pH-среды для большинства элементов увеличивает подвижность и миграционную способность. Для понимания взаимосвязи общехимических свойств почв и элементов-загрязнителей необходима оценка пространственного изменения. Мерой абсолютной вариабельности почвенных свойств является дисперсия или корень из дисперсии, стандартное отклонение. Однако эти показатели имеют размерность квадрата случайной величины, что не позволяет сравнивать по степени вариабельности разноименные величины, поэтому наиболее корректен коэффициент вариации [15]. Установлено, что коэффициенты вариации для физических свойств ниже, чем для химических, также менее вариабельны такие стабильные почвенные свойства, как структура, минералогический состав, мощность и другие, поэтому расчет произведен по показателям, которые отнесены к разным классам вариабельности [16] (табл. 3).

Высокая вариабельность отмечена для почв техногенных ландшафтов по содержанию физической глины в 1,7 раза, что связано с крайней неоднородностью гранулометрического состава вскрышных и вмещающих пород отвалов угольных разрезов в зоне почвообразования [11], и по содержанию гумуса в 1,2 раза, что объясняется асинхронностью обогащения техногенных элювиев органическим веществом, мозаичностью количества поступающей фитомассы, сформированной в ходе сукцессии сингенетичной растительной группировки [12], а также хаотичностью наличия примесей углистого материала в породах отвала [2, 11]. Новообразованные гумусовые вещества стабилизируются путем связывания с минеральными и органоминеральными частицами, наибольшую часть концентрирует ил и физическая глина [8, 11, 17, 18]. Высокая вариативность фракции физической глины в эмбриоземах определила высокую степень относительной вариации по токсичным элементам – по свинцу – в 1,9, цинку – в 1,3, и мышьяку – в 3,6 раза.

По кислотности почв и содержанию валового кадмия в соотношении усредненных коэффициентов вариации картина обратная. Наиболее стабильные условия среды характерны для эмбриоземов (все образцы сильнощелочной pH) и по кадмию. Данный элемент аккумуля-

лируется в гумусовом горизонте почв, и вынос его за пределы почвенного профиля невелик. Характер его распределения имеет много общего с распределением свинца [5, 8]. Однако кадмий закрепляется в профиле менее прочно. Максимальная адсорбция кадмия свойственна нейтральным и щелочным почвам с высоким содержанием гумуса и высокой емкостью поглощения [5], соответственно, в почвах легкого гранулометрического состава и обедненных гумусом процессы миграции кадмия усиливаются.

Степень вариабельности не определялась по ртути. Валовое содержание данного элемента не превышало ПДК и не изменялось по всем почвам, хотя рядом авторов ранее было выявлено во вмещающих породах угольных разрезов Кузбасса превышение валовых форм ртути в 3,4 ПДК [19].

Представление о пространственном варьировании содержания рассматриваемых тяжелых металлов дают их квантили как эффективный способ качественного анализа почвенных данных [15]. Показатель характеризует общий размах валовых форм загрязняющих веществ, обладающих разной подвижностью в почвенных растворах, так и непосредственно связанных с ними потенциально подвижных соединений этих же веществ в составе твердых фаз. Содержание последних характеризует способность загрязняющих веществ переходить в вытяжки разбавленных кислот, растворов солей и комплексообразователей [3, 5, 9, 21]. Различия в динамике поступления токсичных элементов и их закрепление вызывают большие различия в диапазоне размаха их содержания даже в географически сопряженных почвах (см. рисунок).

Пространственная вариабельность зависит от специфики почвообразовательных процессов и их баланса в пространстве и времени [15, 16]. Различия в материнских породах, в водном режиме, биологической активности, антропогенный фактор могут вызывать высокую вариабельность того или иного процесса. Величина изменчивости размахов валовых форм токсичных элементов выявлена с наибольшим асимметричным характером распределения для зональных почв нативного ландшафта.

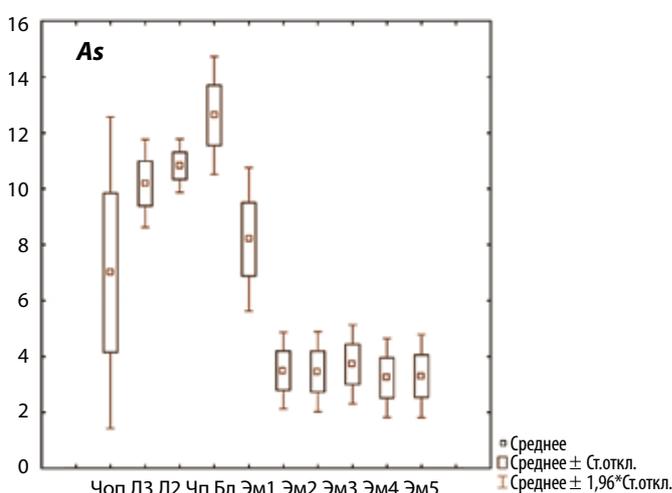
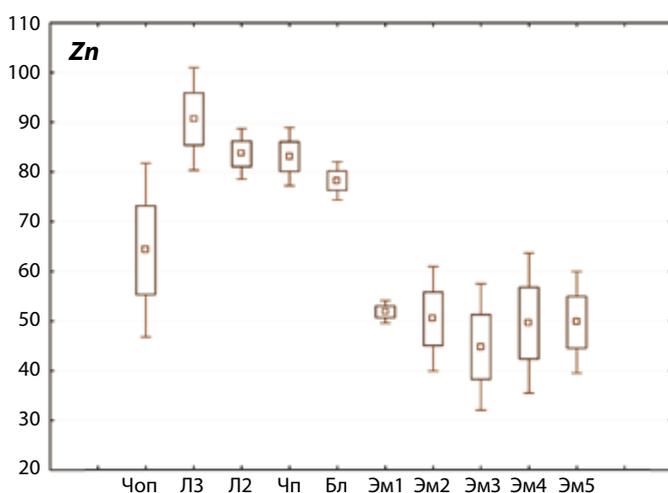
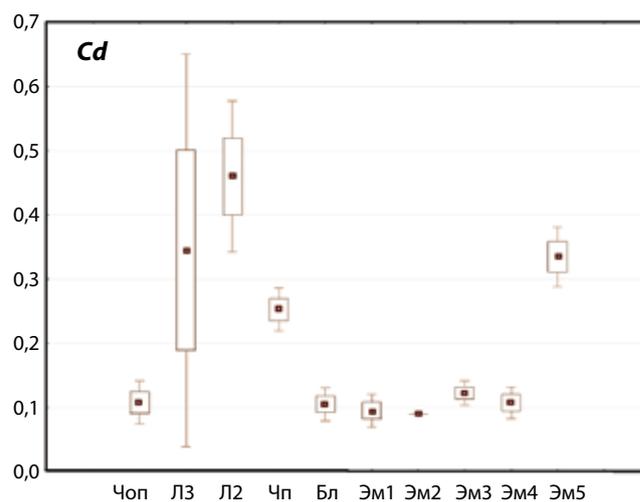
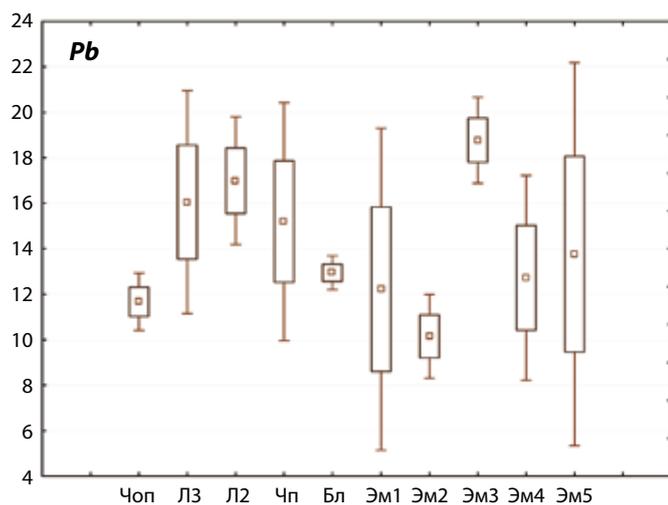
Для эмбриоземов резкий разброс и размах выявлены по валовой форме свинца. Это довольно широко распространенный элемент в природе, в органических почвах его средний срок исчисляется до тысяч лет, возможный диапазон колебаний составляет 2-200 мг/кг [8]; среднее содержание в земной коре – 16 мг/кг; усредненный пока-

Таблица 3

Коэффициент вариации некоторых свойств почв и валовых форм токсичных элементов, %

Coefficient of variation of some soil properties and bulk forms of toxic elements, %

Показатели	Типы почв									
	Чоп	ЛЗ	Л2	Чл	Бл	Эм1	Эм2	Эм3	Эм4	Эм5
pH водная	3,66	8,01	4,96	1,99	5,54	1,49	1,58	1,49	1,49	1,64
Гумус	14,06	12,57	35,87	1,89	19,16	17,09	16,21	23,56	21,08	16,75
Фракция < 0,01мм	6,35	4,56	2,92	0,66	3,18	2,84	10,08	13,15	0,92	2,96
Pb	5,54	15,58	8,45	17,56	2,93	29,54	9,26	5,15	18,09	31,22
Cd	15,86	45,18	13,04	6,76	12,29	13,58	0,01	7,81	11,71	7,10
Zn	13,87	5,81	3,09	3,59	2,50	12,24	10,66	14,53	14,50	10,45
As	40,62	7,87	4,49	8,52	15,95	19,89	21,10	19,32	22,21	22,97



Квантили валового состава токсичных элементов в почвах естественных и техногенных ландшафтов: Чоп – чернозем оподзоленный, ЛЗ – темно-серая лесная, Л2 – серая лесная, Чл – лугово-черноземная, Бл – лугово-болотная, Эм1, Эм2, Эм3, Эм4, Эм5 – эмбриоземы.

Quantiles of the bulk composition of toxic elements in soils of natural and man-made terrains: Чоп – podzolized black earth soil, ЛЗ – dark gray forest soil, Л2 – gray forest soil, Чл – meadow-black earth soil, Бл – meadow-bog soil, Эм1-Эм5 – embryonic soils

затель по всем почвам России – 10 мкг/кг [9]; в черноземах Сибири – 17 мг/кг [5]; во вскрышных породах угольных разрезов Кузбасса – в пределах 10-51,7 мг/кг, во вмещающих – 2-22,6 мг/кг [19]. В почвах Pb проявляет сродство с различными компонентами. В малогумусных почвах органофильность Pb низкая [3, 9], и концентрация зависит от глинистых минералов и гранулометрического состава [5, 6]. Сильная вариабельность содержания фракции физической глины в эмбриоземах техногенных ландшафтов определила асимметричность распределения свинца на их поверхности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антропогенные процессы, связанные с производством, приводят к существенной трансформации нативного почвенного покрова и усложнению структуры комбинации почвенных типов, формирующихся в современных условиях. Воздействие технологического процесса по разработке угольного месторождения реализуемое разрезом «Талдин-

ский» АО УК «Кузбассразрезуголь» будет проявляться не только в нарушении ландшафта, но и в загрязнении почв горного отвода токсичными элементами, а возможно, и прилегающих территорий осажденными выбросами и в результате поступления с поверхностным стоком. Степень подвижности элементов зависит от геохимической обстановки и уровня техногенного воздействия. Многие металлы образуют довольно прочные комплексы с органикой. Тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание органического вещества приводят к закреплению тяжелых металлов. С увеличением содержания фракции физической глины в ходе естественного разрушения и выветривания горных пород отвалов с постепенным накоплением органического вещества при существующей техногенной нагрузке возникает риск закрепления токсичных элементов. Опасность связана и со способностью металлорганических комплексов мигрировать в природных водах на весьма значительные расстояния, поэтому одной из главных задач системного комплексного подхода к исследованию почв

является изучение структуры системы, совокупности ее составных частей и выявление связи между ними.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Зональные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса (4,71-10,73%) преимущественно с нейтральной и близкой к нейтральной реакцией среды, содержанием физической глины не ниже 30%, что определяет их буферную способность по отношению к тяжелым металлам.

2. Из почвенных свойств наибольшая степень вариативности отмечена по содержанию гумуса у серых лесных почв, по кислотности – у темно-серых лесных, по содержанию фракции физической глины у эмбриоземов.

3. Почвы естественных и техногенных ландшафтов угольного разреза содержат валовые формы токсичных элементов (Hg, Pb, Zn, Cd) в количествах, не превышающих нормативные показатели ПДК.

4. Выявлено превышение ПДК валового As в зональных почвах в пределах 1,4-2,6 ПДК по следующему ряду: чернозем оподзоленный < темно-серая лесная < серая лесная < лугово-черноземная < лугово-болотная. В эмбриоземах содержание мышьяка ниже нормативных показателей, но щелочная рН почв техногенного ландшафта может проявиться в снижении адсорбции данного рН-зависимого элемента и увеличить его подвижность.

5. Степень вариативности валового содержания тяжелых металлов изменяется в широких пределах: кадмий – темно-серые лесные (max 45,18%); цинк – чернозем оподзоленный (max 13,87%) и эмбриоземы с варьированием 10,45 – 14,53%; мышьяк – чернозем оподзоленный (max 40,62%) и эмбриоземы с варьированием 19,89 – 22,97%; свинец – эмбриоземы (max 31,22%).

6. Класс вариативности валового содержания элементов изменяется от сильной к слабой, что можно выразить в следующих рядах: для зональных почв – Cd > As > Pb > Zn, для эмбриоземов – Pb > As > Zn > Cd.

7. Полученные данные определяют необходимость организовать систему наблюдений по мониторингу почв с целью выявления изменений состояния почвенного покрова под влиянием антропогенной деятельности. Результаты могут быть полезны при разработке проекта рекультивации данного отвала.

Список литературы

1. Подурец О.И. Современное состояние земельных ресурсов Кемеровской области и их использование // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. № 10. С. 146-155.
2. Пути повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2010. 254 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Природные и техногенные соединения тяжелых металлов в почвах // Почвоведение. 2014. № 4. С. 420-432.
4. Sorption of heavy metals by humic acids of chestnut soil / A.N. Sabitova, B.B. Bayakhmetova, B.Kh. Mussabayeva et al. // Bulletin of the Karaganda University. Chemistry Series. 2020. № 3. P. 88-98.
5. Оценка экотоксичности почв в условиях загрязнения тяжелыми металлами / И.О. Плеханова, О.А. Золотарева, И.Д. Тарасенко и др. // Почвоведение, 2019. № 10. С. 1243-1258.
6. The accumulation of heavy metals by macromycetes in Brest region of the Republic of Belarus / T.N. Myslyva, N.V. Mikhalechuk, Yu.A. Bilyavskiy et al. // Mycology and Phytopathology. 2019. Vol. 53. No 4. P. 197-209.
7. Яковченко М.А., Каплина Е.В. Исследование содержания тяжелых металлов в почвенном покрове и изучение растительности на территориях угольных предприятий Кемеровской области / Глобализация экологических проблем: прошлое, настоящее и будущее: сб. материалов науч.-практич. конфер. Кемерово: Издательство КузГТУ, 2017. С. 236-240.
8. Справочник по оценке почв / В.Ф. Вальков, Н.В. Елисеева, И.И. Имгрунт и др. Майкоп: ГУРИПП «Адыггея», 2004. 236 с.
9. Водяницкий Ю.Н., Плеханова И.О. Биогеохимия тяжелых металлов в загрязненных переувлажненных почвах (аналитический обзор) // Почвоведение. 2014. № 3. С. 273-282.
10. Подурец О.И. Структура почвенного покрова нативного и техногенно трансформированного ландшафта Талдинского угольного разреза Кузбасса / Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов: сб. материалов науч. конфер. Новокузнецк, 2023. С. 111-114.
11. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 224 с.
12. Podurets O.I. Breed dumps of coal mining production, as an object of study of post-technogenic soil-forming and phytocenotic processes // Norwegian Journal of development of the International Science. 2017. Vol. 1. No 4. P. 10-14.
13. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Почвенные ресурсы Кемеровской области и основы их рационального использования. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2013. 477 с.
14. Аринушкина Е.М. Руководство к химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 596 с.
15. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 160 с.
16. Wilding L.P., Bouma J., Don W. Goss Impact of spatial variability on interpretive modeling. Quantitative modeling of soil forming processes / SSSA Special Publication 39. 1994. PP. 62-75.
17. Гуркова Е.А., Соколов Д.А. Влияние гранулометрического состава на гумусообразование в почвах сухих степей Тувы // Почвоведение. 2022. № 1. С.106-118.
18. Shahbaz M., Kuzyakov Y., Heitkamp F. Decrease of soil organic matter stabilization with increasing inputs: Mechanisms and controls // Geoderma. 2017. Vol. 304. P. 76-82.
19. Содержание токсичных элементов во вскрышных и вмещающих породах угольных месторождений Кемеровской области / Н.В. Журавлева, О.В. Иваныкина, З.Р. Исмагилов и др. // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 3. С.187-196.
20. Санитарные правила и нормы. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 2.1.7.3685-21. 2021. 469 с.
21. Путилина В.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И. Поведение мышьяка в почвах, горных породах и подземных водах. Трансформация, адсорбция / десорбция, миграция: аналитический обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2011. Сер. Экология. Вып. 97. 249 с.

Original Paper

UDC 622.271:622.85 © O.I. Podurets, 2023

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 51-58

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-51-58>**Title****SPATIAL VARIABILITY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOIL COVER UNDER THE INFLUENCE OF A COAL MINING ENTERPRISE****Authors**Podurets O.I.¹¹ KSPI FGBOU VO "Kemerovo State University", Novokuznetsk, 6546041, Russian Federation**Authors Information**

Podurets O.I., PhD (Biological), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, e-mail: glebova-podurets@mail.ru

Abstract

Open field development dynamically transforms and complicates the structure of the soil cover. Zonal soils, which have retained their natural composition, and young man-made soils – embryozems, formed under conditions of self-pasting on the dumps of the Taldinsky coal mine, are located in the zone of high dust load and are located in the vicinity of pollution sources. To assess the spatial variability of properties, pH, humus, fraction of physical clay and gross forms of elements belonging to the critical group of substances – indicators of environmental stress: Hg, Pb, Cd, Zn and As were taken into account. It follows from the results that soils contain gross forms of toxic elements in quantities not exceeding the normative indicators, with the exception of As with an excess of up to 2.6 MPC in zonal soils. The content of arsenic in embryozems is lower than the normative indicators, but it has been suggested that the alkaline pH of the soils of the technogenic landscape may manifest itself in reducing the adsorption of this pH-dependent element, and increase its mobility, which must be taken into account when developing a project for the reclamation of this dump. The variability class of gross element content varies from strong to weak, which can be expressed in the following rows: for zonal soils Cd > As > Pb > Zn, for embryozems Pb > As > Zn > Cd.

Keywords

Soils, Technogenic landscape, Pollution, Toxic elements.

References

- Podurets O.I. The current state of land resources of the Kemerovo region and their use. *Regionalnye problemy preobrazovaniya ekonomiki*, 2018, (1), pp. 146-155. (In Russ.).
- Ways to improve the efficiency and environmental safety of open mining. Novosibirsk: publishing house SB RAS, 2010, 254 p. (In Russ.).
- Vodyanitsky Yu.N. Natural and technogenic compounds of heavy metals in soils. *Pochvovedenie*, 2014, (4), pp. 420-432. (In Russ.).
- Sabitova A.N., Bayakhmetova B.B., Mussabayeva B.Kh., Orazhanova L.K. & Ganiyeva K.G. Sorption of heavy metals by humic acids of chestnut soil. *Bulletin of the Karaganda University. Chemistry Series*, 2020, (3), pp. 88-98.
- Plekhanova I.O., Zolotareva O.A., Tarasenko I.D. & Yakovlev A.S. Assessment of ecotoxicity of soils in conditions of heavy metal pollution. *Pochvovedenie*, 2019, (10), pp. 1243-1258. (In Russ.).
- Myslyva T.N., Mikhalechuk N.V., Bilyavskiy Yu.A. & Nadtochiy P.P. The accumulation of heavy metals by macromycetes in Brest region of the Republic of Belarus. *Mycology and Phytopathology*, 2019, Vol. 53, (4), pp. 197-209.
- Yakovchenko M.A. & Kaplina E.V. Investigation of the content of heavy metals in the soil cover and the study of vegetation on the territories of coal enterprises of the Kemerovo region. Globalization of environmental problems: past, present and future: collection of materials of scientific and practical conference. Kemerovo, KuzSTU Publishing House, 2017, pp. 236-240. (In Russ.).
- Valkov V.F., Eliseeva N.V., Imgrunt I.I., Kazeev K.Sh. & Kolesnikov S.I. Handbook of soil assessment. Maykop, GURIPPE «Adygea» Publ., 2004, 236 p. (In Russ.).
- Vodyanitsky Yu.N., Plekhanova I.O. Biogeochemistry of heavy metals in polluted waterlogged soils (analytical review). *Pochvovedenie*, 2014, (3), pp. 273-282. (In Russ.).
- Podurets O.I. The structure of the soil cover of the native and technogenically transformed landscape of the Taldinsky coal mine of Kuzbass. Fundamental and applied aspects of sustainable development of resource

regions: collection of materials of the scientific conference. Novokuznetsk, 2023, pp. 111-114. (In Russ.).

- Androkanov V.A. & Kurachev V.M. Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and assessment. Novosibirsk, Publishing house SB RAS, 2010, 224 p. (In Russ.).
- Podurets O.I. Breed dumps of coal mining production, as an object of study of post-technogenic soil-forming and phytocenotic processes. *Norwegian Journal of development of the International Science*, 2017, Vol. 1, (4), pp. 10-14.
- Khmelev V.A. & Tanasienko A.A. Soil resources of the Kemerovo region and principles of their rational use. Novosibirsk, Publishing house SB RAS, 2013, 477 p. (In Russ.).
- Arinushkina E.M. Guide to chemical analysis of soils. Moscow, Publishing House of Moscow University, 1970, 596 p. (In Russ.).
- Samsonova V.P. Spatial variability of soil properties: On the example of sod-podzolic soils. Moscow, LKI Publishing House, 2008, 160 p. (In Russ.).
- Wilding L.P., Bouma J. & Don W. Goss Impact of spatial variability on interpretive modeling. Quantitative modeling of soil forming processes. SSSA Special Publication 39, 1994, pp. 62-75.
- Gurkova E.A. & Sokolov D.A. The influence of granulometric composition on humus formation in the soils of the dry steppes of Tuva. *Pochvovedenie*, 2022, (1), pp. 106-118. (In Russ.).
- Shahbaz M., Kuzyakov Y. & Heitkamp F. Decrease of soil organic matter stabilization with increasing inputs: Mechanisms and controls. *Geoderma*, 2017, (304), pp. 76-82.
- Zhuravleva N.V., Ivanykina O.V., Ismagilov Z.R. & Potokina R.R. Content of toxic elements in overburden and containing rocks of coal deposits of the Kemerovo Region. *Mining Information Analytical Bulletin*, 2015, (3), pp. 187-196. (In Russ.).
- SanPIN 2.1.7.3685-21. Sanitary rules and regulations. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. Approved by the Ministry of Justice of the Russian Federation, 2021, 469 p. (In Russ.).
- Putilina V.S., Galitskaya I.V. & Yuganova T.I. Behavior of arsenic in soils, rocks and groundwater. Transformation, adsorption/desorption, migration: an analytical review. Novosibirsk, GPNTB SB RAS Publ., 2011, Ecology series, Is. 97, 249 p. (In Russ.).

Acknowledgements

The research was carried out within the framework of a comprehensive scientific and technical program of a full innovation cycle "Development and implementation of a complex of technologies in the fields of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing from coal raw materials with a consistent reduction of the environmental burden on the environment and risks to the life of the population", approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/11/2022, No. 1144-r, with financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Agreement No. 075-15-2022- 1200 dated 09/28/2022.

For citation

Podurets O.I. Spatial variability of the content of heavy metals in the soil cover under the influence of a coal mining enterprise. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 51-58. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2023-10-51-58](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-51-58).

Paper info

Received May 29, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Экономическая сущность выбора топлива и сравнение работы автономных систем теплоснабжения малой мощности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-59-65>

В контексте анализа экономической эффективности и стабильности различных энергетических систем сравнение газовых и угольных секторов становится ключевым. Этот вопрос становится особенно актуальным в отдаленных и северных регионах России, где доступность газа может быть ограничена или невозможна. Цель этого анализа – сравнить газовые и угольные секторы с точки зрения их экономической эффективности, стабильности и влияния на окружающую среду. В этом исследовании использовались данные о производительности и работе газовых и угольных отраслей, а также методы количественного анализа и статистической обработки для расчета ключевых экономических показателей этих секторов. Из анализа установлено, что угольный сектор имеет большую маржинальность ($k = 0,05$), большой объем инвестиций (2,1 трлн руб.), высокую стоимость активов (1,3 трлн руб.) и более широкий диапазон рыночных цен (от 22 до 18 руб. за 1 т). В то время как газовый сектор характеризуется более высокой рентабельностью активов (840%) и более стабильным диапазоном рыночных цен (от 20 до 17 руб. за 1 куб. м). Результаты анализа подчеркивают, что выбор между газовым и угольным секторами должен быть сделан на основе конкретных экономических условий и потребностей региона, учитывая, что оба сектора имеют свои преимущества и недостатки.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, эмиссия газов, конденсационный котел, конвекционный котел, экологическая устойчивость.

Для цитирования: Экономическая сущность выбора топлива и сравнение работы автономных систем теплоснабжения малой мощности / Л.М. Фомичева, О.Н. Пронская, М.В. Зайцева и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 59-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-59-65>.

ВВЕДЕНИЕ

Системы теплоснабжения – отопления и подготовки горячей воды являются основной составляющей структуры энергетического расхода, формируя температурно-влажностный и гигиенический режимы в местах пребывания людей. Эффективность этих систем напрямую влияет на уровень энергетических затрат и, как следствие, на экономическую нагрузку на природную среду.

Исходные инвестиции в газовые системы обычно составляют около 600-750 тыс. руб., в то время как угольные системы могут стоить от 750-900 тыс. руб. Операционные затраты также варьируются: стоимость природного газа колеблется вокруг 45-60 руб. за 1 куб. м, в то время как стоимость угля варьируется от 2000 до 4500 руб. за 1 т. С технологической точки зрения газовые системы теплоснабжения обладают преимуществами в виде

ФОМИЧЕВА Л.М.

Канд. экон. наук, доцент
Московского политехнического
университета,
107023, г. Москва, Россия,

ПРОНСКАЯ О.Н.

Доктор экон. наук, доцент
Московского политехнического
университета,
107023, г. Москва, Россия,

ЗАЙЦЕВА М.В.

Канд. экон. наук, доцент Кубанского
государственного аграрного
университета
им. И.Т. Трубилина,
350044, г. Краснодар, Россия,

КИСЕЛЕВА Е.М.

Канд. экон. наук, доцент Московского
политехнического университета,
107023, г. Москва, Россия,

КУРЕННАЯ В.В.

Доктор экон. наук, профессор
Московского политехнического
университета,
107023, г. Москва, Россия

высокой автоматизации и эффективности до 90-95%, в то время как угольные котлы имеют эффективность около 80-85%. Угольные системы более сложны в обслуживании, требуя периодической очистки и поддержания оптимального состояния. Газовые котлы, как правило, занимают меньше пространства и имеют меньший вес (около 120-150 кг), что может оказывать влияние на их экономическую эффективность, особенно в условиях ограниченного пространства.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

С экологической точки зрения газовые системы эмитируют примерно 200 кг CO₂ на 1 МВт·ч (MWh), что значительно ниже, чем угольные системы, выделяющие до 1000 кг CO₂ на MWh. Этот фактор также влияет на экономическую эффективность систем, учитывая потенциальные штрафы и налоги за выбросы углекислого газа. В режимах отопления при расчете оценки жизненного цикла системы (LCA) были рассмотрены агрегаты с 80% AUEF, которые, как отмечается, уже не используются для новых объектов, и было предложено заменить их на энергоэффективные котлы 94% AUEF конденсационного типа. Это снижает эксплуатационные затраты, улучшает энергетическую эффективность и обеспечивает экономическую выгоду. Сравнительные исследования энергоэффективности и экономического воздействия эмиссии газов на окружающую среду автономных систем отопления становятся критическим фактором при выборе оборудования, учитывая их большую долю в общем энергопотреблении домохозяйств [1] и их сравнительные затраты по сравнению с системами централизованного теплоснабжения [2].

В численных исследованиях авторов анализируются динамики энергетической эффективности настенных газовых конденсационных и конвекционных котлов. Демонстрируются графические модели эффективности конденсационных котлов, варьирующиеся относительно тепловой мощности в различных температурных условиях обратного теплообменного канала (30/45/60°C) [3]. В условиях обратной температуры 60 °C эффективность практически не меняется на протяжении всего диапазона (от 20 до 100%) и составляет 94% (GCV85%) по NCV. Однако при обратной температуре 30°C пиковая эффек-

тивность при 30% тепловой нагрузки достигает NCV105% (GCV94,5%) и снижается до NCV102% (GCV92%) при 100% тепловой нагрузки. Сходные данные также были получены другими исследователями [4, 5]. Высокая температура обратного теплообменного канала характерна для стран, использующих радиаторы в качестве отопительных устройств (например, Великобритания, где доля радиаторного отопления составляет около 90%). Конвекционные настенные газовые котлы обладают более низкой эффективностью по сравнению с конденсационными [6]. Плавное регулирование мощности возможно только в диапазоне от 40 до 100% тепловой мощности, при этом эффективность колеблется от 86% до 92% (NCV) [7]. В качестве топлива использовались природный газ NG G20 и уголь из различных месторождений России. Результаты данного исследования позволяют получить более точные данные об эффективности и экологических характеристиках данных котлов при реальных условиях эксплуатации.

В табл. 1 представлены общие характеристики и различия между газовыми и угольными системами теплоснабжения, основанные на исследованиях в области энергетики и экологии. Выбор конкретной системы зависит от многих факторов, включая экономические, технические, физические и экологические условия и требования.

На рис. 1 представлены графики изменения энергетической эффективности, эмиссии CO и CO₂ в зависимости от производимой тепловой мощности для конвекционного настенного низкотемпературного газового котла Ariston HS 24FF.

Модуляция тепловой мощности в диапазоне от 40 до 100% номинальной мощности представляет собой переменную стоимость процесса, влияющую на экономическую эффективность системы отопления. Если нагрузка снижается до уровня менее 40% от номинальной, режим работы котла переходит в циклический, что влечет за собой увеличение операционных затрат, поскольку количество циклов работы котла может достигать 15 в час. В диапазоне 20-40% номинальной тепловой мощности происходит значительное снижение экономической эффективности работы котла, что приводит к увеличению затрат на процесс отопления [8, 9]. Показатели эмиссии CO и CO₂ отражают только работу горелочного устройства

Таблица 1

Сравнение автономных систем теплоснабжения на газе и угле

Comparison of autonomous gas and coal-fired heating systems

Параметр	Газовая система	Угольная система
Стоимость установки, руб.	600 000-750 000	750 000-900 000
Операционные затраты, руб./куб. м; руб./т	45-60	2000-4500
Коэффициент полезного действия (КПД), %	90-95	80-85
Требования к обслуживанию	Минимальные, автоматизированные процессы	Требуются регулярная очистка и поддержка топки
Физические параметры (вес, размеры)	Меньший вес (около 120-150 кг), меньше занимает места	Большой вес (около 300-500 кг), требуется больше места
Экологический отпечаток (выбросы CO ₂)	Примерно 200 кг CO ₂ на MWh	До 1000 кг CO ₂ на MWh
Поставка топлива	Сеть газоснабжения, стабильная поставка	Требуются место для хранения угля, регулярные поставки
Пожарная безопасность	Высокий уровень безопасности	Более высокий риск пожара из-за хранения угля

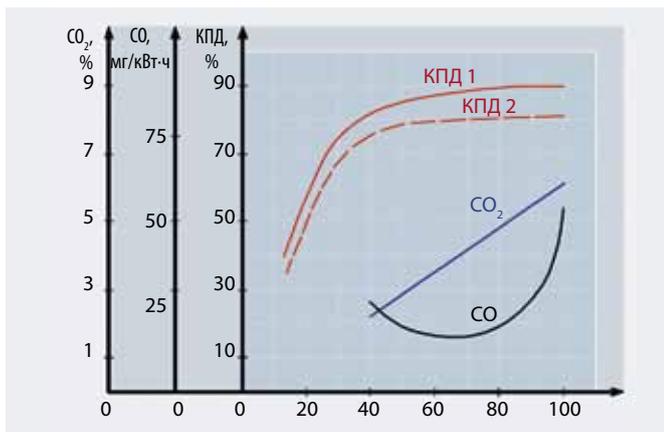


Рис. 1. Графики изменения энергетической эффективности E1 (NCV), E2 (GCV), Эмиссии CO, CO₂ в зависимости от тепловой нагрузки для конвекционного низкотемпературного настенного котла

Fig. 1. Graphs of changes in energy efficiency E1 (NCV), E2 (GCV), CO, CO₂ emissions, depending on the thermal load for a convection low-temperature wall-mounted boiler

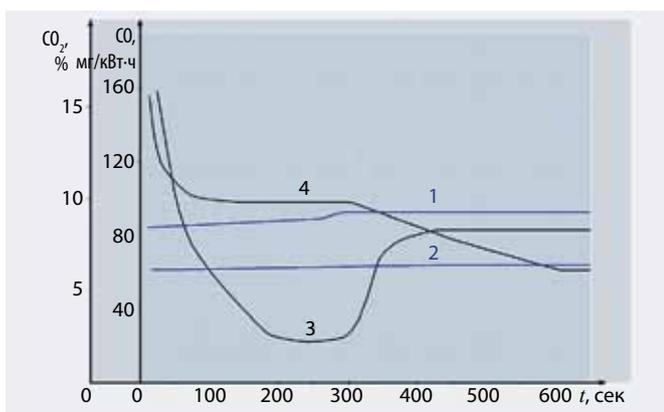


Рис. 2. Графики значений эмиссии CO, CO₂ для конденсационного и конвекционного котлов во времени при старте работы: 1, 3 – эмиссия CO₂ и CO для конденсационного котла; 2, 4 – эмиссия CO₂ и CO для конвекционного котла

Fig. 2. Graphs of CO and CO₂ emission values for the condensing and convection boilers in time at the start of operation: 1, 3 – CO₂ and CO emissions for the condensing boiler; 2, 4 – CO₂ and CO emissions for the convection boiler

и важны с точки зрения экологического налогообложения. Диапазон изменения энергетической эффективности при тепловой нагрузке 40-100% номинальной мощности меняется линейно от 86,5 до 91,8% (NCV), что влияет на общую стоимость эксплуатации оборудования [10]. Показатели изменения эмиссии CO варьируются от 17,5 до 54 мг/кВт·ч, а CO₂ – от 2,1 до 6,2%. Это влияет на общую стоимость эксплуатации оборудования, учитывая возможные штрафы и платежи за выбросы.

На рис. 2 представлены данные об изменении уровня эмиссии CO и CO₂ для конвекционных и конденсационных настенных газовых котлов при начальной стадии работы.

Настенные газовые котлы, в контексте экономического анализа, можно рассматривать как капиталовложения в

инфраструктуру автономной системы теплоснабжения. Эти системы включают в себя не только котел, но и отопительный контур с теплоносителем и отопительными приборами, такими как радиаторы и водо-воздушные теплообменники.

Автономные системы теплоснабжения малой мощности имеют также функцию подготовки горячей воды в быту, что является значительным фактором при оценке капиталовложений. При использовании настенных газовых котлов для теплоснабжения мощность подготовки горячей воды является определяющим фактором, для этого требуется мощность 20-24 кВт·ч [11]. Величина энергии, необходимая для отопления, зависит от размеров помещения, теплопроводности ограждающих конструкций, внешней и внутренней температур, что влияет на общую стоимость отопления. В последние 20 лет в странах Восточной Европы и Азии стали применяться автономные системы теплоснабжения для апартаментов в многоэтажных домах часто площадью 40-60 кв. м, что создает новый рынок для таких инвестиций.

На рис. 3 представлены диапазоны изменения тепловых нагрузок для таких апартаментов в режиме отопления и подготовки горячей воды. Эти данные рассчитаны для климатических условий южной части Балтийского моря в Европе, но их можно адаптировать и к условиям Азии, где общий объем рынка котлов превышает 50 млн штук. Это открывает значительные возможности для экономического развития и инвестиций в области энергосбережения.

Расчеты показывают, что диапазон изменения тепловых нагрузок котла при режиме работы отопления апартаментов площадью 50 кв. м составляет от 0,5 до 2,5 кВт·ч. При среднем значении по отопляемому периоду времени года 1,1 кВт·ч. Для подготовки горячей воды необходимая мощность в среднем составляет 20 кВт·ч. Для отопления и для подогрева горячей воды используется один котел. Диапазон изменения тепловой нагрузки по средним значениям составляет 20 раз (см. рис. 3, зоны 1, 3) [12]. Другая ситуация для отдельного дома с отопляемой площадью 150 кв. м, где распределение тепловой нагрузки для того же географического расположения, что и для случая расположения апартаментов. Тепловая нагрузка для отопления в течение отопляемого периода времени года находится в диапазоне 3,0-15 кВт·ч. Коэффициент нагрузки составляет 8-1,6. Энергетическая эффективность для конвекционного котла представлена E1(NCV), конденсационного котла – E2 (NCV), приборы отопления – биметаллические радиаторы отопления. M1 – модуляция мощности конвекционного котла, M2 – модуляция мощности конденсационного котла.

Однако стоит помнить, что, несмотря на перечисленные преимущества, угольные системы также имеют ряд недостатков, таких как больший экологический отпечаток, большой вес и размеры оборудования, а также необходимость в регулярном обслуживании и большем количестве места для хранения топлива.

В рамках данной темы можно привести следующие формулы, которые используются для расчетов в области систем отопления [13, 14, 15, 16, 17]:

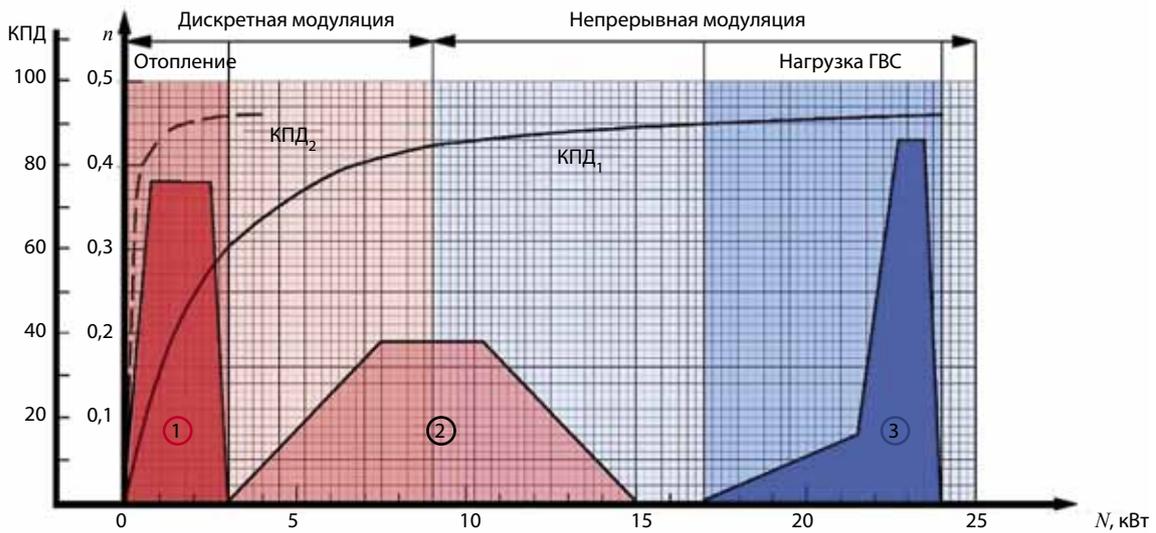


Рис. 3. Диапазоны изменения тепловых нагрузок автономных систем теплоснабжения.
 1 – апартаменты 50 м², 2 – дом 150 м², 3 – подготовка горячей вода для семьи из 4 человек
 Fig. 3. Ranges of variation of thermal loads of autonomous heat supply systems.
 1 – apartment of 50 m², 2 – house of 150 m², 3 – preparation of hot water for a family of 4 people

Таблица 2

Преимущества угольной системы отопления в сравнении с газовой
 Advantages of a coal-fired heating system in comparison with a gas one

Параметр	Преимущества угольной системы отопления
Стоимость топлива	Уголь обычно дешевле природного газа, особенно в регионах, где есть его залежи
Энергетическая независимость	Система на угле обеспечивает большую энергетическую независимость, поскольку не требуется подключение к газовой сети
Долговечность оборудования	Угольные котлы обычно имеют более высокую долговечность и устойчивость к механическим повреждениям
Безопасность	Отсутствие риска взрыва, что свойственно газовым системам при неправильной эксплуатации
Работоспособность при аварийных ситуациях	Угольные системы могут продолжать работать даже при отключении электроэнергии
Универсальность топлива	Возможность использования разных типов угля в зависимости от доступности и стоимости
Независимость от тарифов	Отсутствие зависимости от изменения тарифов на газ, что обеспечивает предсказуемость затрат
Эффективность при низких температурах	Высокая эффективность работы даже при экстремально низких температурах

Дифференциальное уравнение теплопередачи:

$$\frac{dQ}{dt} = k \times A \times (T_1 - T_2),$$

где: dQ/dt – скорость изменения теплового потока; k – коэффициент теплопроводности материала; A – площадь поверхности отопления; T_1, T_2 – температуры с двух сторон поверхности.

Интегральное уравнение теплопередачи для оценки общего количества тепла, переданного за определенный промежуток времени:

$$Q = \int (k \times A \times (T_1 - T_2)) dt,$$

интеграл берется по всему периоду нагрева.

Фурье-преобразование для анализа тепловых процессов, происходящих в системе отопления с периодическими колебаниями температур:

$$F(\omega) = \int f(t)e^{-i\omega t} dt,$$

где $f(t)$ – функция температуры от времени.

Уравнение Лапласа для расчета стационарного теплового поля в пространстве (без учета времени):

$$\nabla^2 T = 0,$$

где T – функция распределения температуры.

Уравнение теплопроводности для расчета нестационарного теплового поля (с учетом времени):

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \nabla^2 T + Qv,$$

где: ρ – плотность материала; c – удельная теплоемкость материала; λ – коэффициент теплопроводности материала; Qv – мощность источников тепла в единице объема.

Анализ табл. 3 демонстрирует некоторые ключевые различия между угольной и газовой системами ото-

пления. Коэффициент теплопроводности у угольной системы выше, что может указывать на более высокую теплоотдачу, но также и на более высокие тепловые потери. Скорость изменения теплового потока также выше у угольной системы, что в сочетании с более высоким коэффициентом теплопроводности может обуславливать более быстрое нагревание помещения, но и более быстрое его охлаждение при прекращении подачи топлива. Плотность материала у угольной системы выше, что может свидетельствовать о большей массе установки, и, соответственно, о возможности более долгого сохранения тепла после прекращения сгорания топлива. Удельная теплоемкость материала у газовой системы выше, что указывает на более высокую энергоемкость процесса сгорания газа по сравнению с углем. Температурное поле в помещении для обеих систем показывает распределение температуры от максимального значения у источника тепла до минимального в самом холодном углу помещения. Для угольной системы отопления этот градиент температуры может быть более выраженным из-за вышеупомянутых особенностей теплопередачи [18].

Сравнение систем отопления на угле и газе может быть продемонстрировано на конкретных цифрах. Допустим, у нас есть дом площадью 100 кв. м, требуемая мощность для отопления которого составляет примерно 10 кВт. Стоимость установки газовой системы составит около 600000-750000 руб., а угольной – от 750000 до 900000 руб. Операционные затраты для газовой системы могут быть примерно 45-60 руб./куб. м, а для угольной системы – 2000-4500 руб./т. Предполагая, что за сезон потребуется около 1200 куб. м газа и 4 т угля, годовые затраты на газ будут около 54000-72000 руб., а на уголь – 8000-18000 руб. При этом, с точки зрения экологии, газовые системы существенно выигрывают, производя примерно 200 кг CO₂ на MWh, в то время как угольные системы генерируют до 1000 кг CO₂ на MWh. Это в пять раз больше и делает уголь значительно менее экологически приемлемым.

В регионах России, где отсутствует доступ к централизованным газовым сетям, угольные системы отопления являются одной из наиболее предпочтительных альтернатив. Это особенно актуально для отдаленных и труднодоступных территорий, таких как Чукотка, Якутия, Камчатка

и некоторые районы Сибири. В качестве примера рассмотрим типовую жилую деревню в Якутии с населением около 1000 человек. Допустим, в каждом доме используется угольный котел мощностью около 10 кВт. При средней стоимости угля в районе 4500 руб./т и с учетом потребности в 4-5 т угля на сезон для каждого дома годовые затраты на отопление одного дома будут составлять около 18000 – 22500 руб. [19].

Рассмотрим экономический анализ сравнения на примере автономной системы теплоснабжения для дома площадью 150 кв. м, расположенного в климатических условиях средней полосы:

1. Стоимость установки: настенный конвекционный котел – 80000 руб.; настенный конденсационный котел – 100000 руб.

2. Энергетическая эффективность: КПД конвекционного котла – 85%; КПД конденсационного котла – 95%.

3. Расход топлива: расход газа конвекционного котла – 6 куб. м/ч; расход газа конденсационного котла – 4,5 куб. м/ч.

4. Эмиссия продуктов горения: эмиссия CO₂ конвекционного котла – 200 г/кВт·ч; эмиссия CO₂ конденсационного котла – 150 г/кВт·ч.

Теперь рассчитаем экономические показатели на примере годового использования системы.

1. Годовые затраты на топливо:
– конвекционный котел – 6 куб. м/ч × 24 ч × 365 дней × 6 руб./куб. м = 31536 руб;

– конденсационный котел – 4,5 куб. м/ч × 24 ч × 365 дней × 6 руб./куб. м = 23652 руб.

2. Экономия на топливе: экономия = затраты на топливо конвекционного котла – затраты на топливо конденсационного котла. Экономия = 31536 – 23652 = 7884 (руб.).

3. Годовые затраты на эксплуатацию: конвекционный котел – 8000 руб. (предположим); конденсационный котел – 6000 руб. (предположим).

4. Экономия на эксплуатации: экономия = затраты на эксплуатацию конвекционного котла – затраты на эксплуатацию конденсационного котла. Экономия = 8000 – 6000 = 2000 (руб.).

5. Годовая экономия на энергии: годовая экономия = экономия на топливе + экономия на эксплуатации. Годовая экономия = 7884 + 2000 = 9884 (руб.).

Таблица 3

Расчеты для угольной и газовой системы

Calculations for coal and gas systems

Параметр	Угольная система	Газовая система
Коэффициент теплопроводности, k (Вт/м·°C)	0,05	0,04
Площадь поверхности отопления, A (кв.м)	100	100
Температура внутри помещения, T_1 (°C)	22	20
Температура снаружи помещения, T_2 (°C)	-20	-20
Скорость изменения теплового потока, dQ/dt (Вт)	210 000	240 000
Общее количество тепла, Q (Дж)	2,52e+9	2,88e+9
Плотность материала, ρ (кг/куб. м)	1300	1000
Удельная теплоемкость материала, c (Дж/кг·°C)	840	1000
Коэффициент теплопроводности материала, λ (Вт/м·°C)	0,15	0,2
Мощность источников тепла в единице объема, Q_v (Вт/куб.м)	0,0015	0,002
Температурное поле в помещении, T (°C)	22-18	20-17

6. Время окупаемости дополнительных затрат на конденсационный котел: время окупаемости = стоимость конденсационного котла / годовая экономия. Время окупаемости = 100000 руб. / 9884 руб./г \approx 10,11 лет.

Результаты экономического анализа представленных данных показывают, что замена настенных газовых котлов с конвекционной работой на конденсационные может привести к существенной экономии как на топливе, так и на эксплуатации. Годовые затраты на топливо для конденсационного котла составляют 23652 руб., в то время как для конвекционного котла – 31536 руб. Это означает, что использование конденсационного котла позволяет сэкономить примерно 7884 руб. в год на топливе. Следующий аспект – годовые затраты на эксплуатацию. Здесь также заметна экономия в пользу конденсационного котла.

В результате, несмотря на относительно высокую первоначальную стоимость установки и эксплуатационные затраты, угольные системы отопления остаются весьма популярными в таких регионах, где прокладка газопроводов была бы экономически нецелесообразной или технически невозможной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Угольная система отопления обладает коэффициентом теплопроводности $k = 0,05$ Вт/м $^{\circ}$ С, который на 0,01 Вт/м $^{\circ}$ С превышает аналогичный показатель газовой системы. Это может указывать на более эффективное использование угля как топлива, но также может способствовать увеличению тепловых потерь. Скорость изменения теплового потока у угольной системы составляет 210000 Вт, что на 30000 Вт ниже, чем у газовой системы. Это говорит о более медленной реакции угольной системы на изменение температурных условий, что может быть актуально в условиях резких колебаний температуры окружающей среды. Плотность материала в угольной системе отопления составляет 1300 кг/куб. м, что на 300 кг/куб. м превышает аналогичный показатель газовой системы. Это может обуславливать более высокую массу угольной системы и способность к более длительному сохранению тепла. Удельная теплоемкость материала у газовой системы выше на 160 Дж/кг $^{\circ}$ С, что говорит о более высокой энергоемкости процесса сгорания газа по сравнению с углем. Температурное поле в помещении у угольной системы отопления распределено от 22 $^{\circ}$ С до 18 $^{\circ}$ С, в то время как для газовой системы эта разница составляет от 20 $^{\circ}$ С до 17 $^{\circ}$ С. Это свидетельствует о большем диапазоне температур при использовании угольной системы отопления. Каждая система имеет свои преимущества и недостатки. Угольные системы могут быть более эффективными в условиях нестабильного или отсутствующего газоснабжения, но имеют высокий уровень тепловых потерь.

Список литературы

1. The emission of carbon monoxide and nitrogen oxides from boilers supplied by a pellet under the influence of changes in the air-fuel equivalence ratio / B. Ciupek, W. Judt, R. Urbaniak et al. // J. Ecol. Eng. 2019. 20.
2. Particulate matter emission control from small residential boilers after biomass combustion. A review. Renew. Sustain / A. Jaworek, A.T. Sobczyk, A. Marchewicz et al. // Energy Rev. 2021. 137. 110446.
3. High-Energy Solid Fuel Obtained from Carbonized Rice Starch / B. Kurc, P. Lijewski, Ł. Rymaniak et al. // Energies 2020. 13. 4096.
4. Prediction Performance Analysis of Artificial Neural Network Model by Input Variable Combination for Residential Heating Loads / C. Lee, D.E. Jung, D. Lee et al. // Energies 2021. 14. 756.
5. The impacts of different heating systems on the environment: A review / M. Mahmoud, M. Ramadan, S. Naher et al. // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 766. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.142625.
6. Toropov A.L. Issues of operating efficiency of convection wall gas boilers with apartment heat supply // Plumbing, Heating, Air Conditioning. 2021. № 6. P. 42-45. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/voprosy-effektivnosti-raboty-konvekcionnyh-nastennyh-gazovyh-kotlov-pri-pokvartirnom-teplosnabzhenii> (дата обращения: 15.09.2023).
7. Vignali G. Environmental assessment of domestic boilers: A comparison of condensing and traditional technology using life cycle assessment methodology // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142. P. 2493-2508. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.025>.
8. Real-Time Autonomous Residential Demand Response Management Based on Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient Learning / Y. Ye, D. Qiu, H. Wang // Energies. 2021. 14. 531.
9. Геотермальная энергетика России: Ресурсная база, электроэнергетика, теплоснабжение (обзор) / В.А. Бутузов, Г.В. Томаров, Г.Б. Алхасов // Теплоэнергетика. 2021. № 12. С. 1-15.
10. Змиева К.А. Проблемы энергоснабжения арктических регионов // Российская Арктика. 2020. № 8. С. 5-14. DOI: 10.24411/2658-4255-2020-10086.
11. Информационный бюллетень АРВЭ. Рынок возобновляемой энергетики в России: текущий статус и перспективы развития. Июль. 2021. 43 с.
12. Карасевич В.А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // СОК (Сантехника, отопление, кондиционирование). 2021. № 5. С. 56-58.
13. Михайлов В.Е., Смолкин Ю.В., Сухоруков Ю.Г. Основные направления повышения эффективности энергетического оборудования ТЭЦ // Теплоэнергетика. 2021. № 1. С. 63-68. DOI: 10.1134/S0040363620120048.
14. Нефедова Л.В. Адаптация энергокомплекса к изменениям климата в Арктике // Энергетическая политика. 2020. № 9. С. 92-103. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_9151_92.
15. Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства / И.М. Потравный, Н.Н. Яшалова, Д.С. Бороухин и др. // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 1. С. 144-159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8.
16. Путан А.А., Андреев О.П. Установка утилизации тепла с системой оттаивания // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 2. С. 76-85. DOI: 10.34286/1995-4646-2020-71-2-76-85.
17. Ракитова О. Каким быть топливу будущего? Конгресс и выставка «Биомасса: топливо и энергия» // Леспром. Журнал профессионалов ЛПК. 2020. № 3.
18. Рябов В.А., Питун Д.С. Водогрейные котлы для сжигания древесных отходов // Новости теплоснабжения. 2020. № 2. С. 21-24.
19. Влияние освоения ресурсов Восточной Арктики на энерго- и топливоснабжение потребителей / Б. Санеев, И. Иванова, А. Ижбулдин и др. // Энергетическая политика. 2021. № 7. С. 86-95. DOI: 10.46920/2409-5516-2021-7161-86.

Original Paper

UDC 338.45:622.6/7 © L.M. Fomicheva, O.N. Pronskaya, M.V. Zaitseva, E.M. Kiseleva, V.V. Kurennaya, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 59-65
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-59-65>

Title**ECONOMIC ESSENCE OF FUEL SELECTION AND COMPARISON OF OPERATION OF AUTONOMOUS LOW-POWER HEAT SUPPLY SYSTEMS****Authors**

Fomicheva L.M.¹, Pronskaya O.N.¹, Zaitseva M.V.², Kiseleva E.M.¹, Kurennaya V.V.¹

¹ Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation

² I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, 350044, Russian Federation

Authors information

Fomicheva L.M., PhD (Economic), Associate Professor

Pronskaya O.N., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor

Zaitseva M.V., PhD (Economic), Associate Professor,

Kiseleva E.M., PhD (Economic), Associate Professor

Kurennaya V.V., Doctor of Economic Sciences, Professor

Abstract

In the context of the search for efficient and environmentally acceptable methods of heat supply to various facilities, the analysis and comparison of gas and coal heating systems are of paramount importance. This research question is especially relevant for remote and northern regions of Russia, where gas supply may be limited or impossible. The purpose of this study is to compare gas and coal heating systems in terms of their economic, technical and environmental efficiency. The paper used data on the characteristics and operation of gas and coal heating systems, as well as methods of mathematical analysis and statistical processing to calculate the key parameters of the efficiency of these systems. The analysis showed that coal systems have a higher coefficient of thermal conductivity ($k = 0.05 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$), a higher rate of change of heat flux (210,000 W), a high density of material (1300 kg/m^3) and a wider temperature field in the room (22°C to 18°C). While gas systems are characterized by a higher specific heat capacity of the material ($840 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) and a more stable temperature field in the room (20°C to 17°C). The results of the study emphasize that the choice between gas and coal heating systems should be based on the specific conditions and needs of the facility, while both types of systems have their advantages and disadvantages.

Keywords

Energy efficiency, Gas emission, Condensing boiler, Convection boiler, Environmental sustainability.

References

- Ciupke B., Judt W., Urbaniak R. & Kłowskiak R. The emission of carbon monoxide and nitrogen oxides from boilers supplied by a pellet under the influence of changes in the air-fuel equivalence ratio. *J. Ecol. Eng.*, 2019, 20.
- Jaworek A., Sobczyk A.T., Marchewicz A., Krupa A. & Czech T. Particulate matter emission control from small residential boilers after biomass combustion. A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2021, 137, 110446.
- Kurc B., Lijewski P., Rymaniak Ł., Fuć P., Pięłowska M., Urbaniak R. & Ciupke B. High-Energy Solid Fuel Obtained from Carbonized Rice Starch. *Energies*, 2020, 13, 4096.
- Lee C., Jung D.E., Lee D., Kim K.H. & Do S.L. Prediction Performance Analysis of Artificial Neural Network Model by Input Variable Combination for Residential Heating Loads. *Energies*, 2021, 14, 756.
- Mahmoud M., Ramadan M., Naher S., Pullen K. & Olabi A. The impacts of different heating systems on the environment: A review. *Science of The Total Environment*, 2021, (766). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142625> (accessed 15.09.2023).
- Toropov A.L. Issues of operating efficiency of convection wall gas boilers with apartment heat supply. *Plumbing, Heating, Air Conditioning*, 2021, (6), pp. 42-45. Available at: <https://www.c-o-k.ru/articles/voprosy-effektivnosti-raboty-konvekcionnyh-nastennyh-gazovyh-kotlov-pri-pokvartirnom-teplo-snabzhenii> (accessed 15.09.2023).

7. Vignali G. Environmental assessment of domestic boilers: A comparison of condensing and traditional technology using life cycle assessment methodology. *Journal of Cleaner Production*, 2017, (142), pp. 2493-2508. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.025>.

8. Ye Y., Qiu D., Wang H., Tang Y. & Strbac G. Real-Time Autonomous Residential Demand Response Management Based on Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient Learning. *Energies*, 2021, 14, 531.

9. Butuzov V.A., Tomarov G.V., Alkhasov G.B. & Badavov G.B. Geothermal energy of Russia: Resource base, electric power, heat supply (review). *Teploenergetika*, 2021, 12, pp. 1-15. (In Russ.).

10. Zmieva K.A. Problems of energy supply of Arctic regions. *Russijskaya Arktika*, 2020, 8, pp. 5-14. DOI: 10.24411/2658-4255-2020-10086. (In Russ.).

11. ARVE Newsletter. Renewable Energy market in Russia: current status and development prospects, July 2021, 43 p. (In Russ.).

12. Karasevich V.A. Prospects of using RES for heat supply needs in the regions of the Russian Federation // SOC (Santekhnika, otoplenie, conditsionirovanie), 2021, (5), pp. 56-58. (In Russ.).

13. Mikhailov V.E., Smolkin Yu.V. & Sukhorukov Yu.G. The main directions of improving the efficiency of power equipment of CHP. *Teploenergetika*, 2021, (1), pp. 63-68. DOI: 10.1134/S0040363620120048. (In Russ.).

14. Nefedova L.V. Adaptation of the energy complex to climate change in the Arctic. *Energeticheskaya politika*, 2020, (9), pp. 92-103. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_9151_92. (In Russ.).

15. Potravny I.M., Yashalova N.N., Boroukhin D.S. & Tolstoukhova M.P. The use of renewable energy sources in the Arctic: the role of public-private partnership. *Economicheskije i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz*, 2020, Vol. 13, (1), pp. 144-159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8. (In Russ.).

16. Putan A.A. & Andreev O.P. Heat recovery unit with thawing system. *Mezhdunarodnyj Tekhniko-Ekonomicheskij Jyurnal*, 2020, 2, pp. 76-85. DOI: <https://doi.org/10.34286/1995-4646-2020-71-2-76-85>. (In Russ.).

17. Rakitova O. What should be the fuel of the future? Congress and exhibition "Biomass: fuel and energy". *Lesprom. Jurnal professionalov LPK*, 2020, (3). (In Russ.).

18. Ryabov V.A. & Pitun D.S. Hot water boilers for burning wood waste. *Novosti teplosnabzheniya*, 2020, (2), pp. 21-24. (In Russ.).

19. Saneev B., Ivanova I., Izhbuldin A. & Tuguzova T. The impact of the development of the resources of the Eastern Arctic on energy and fuel supply to consumers. *Energeticheskaya politika*, 2021, (7), pp. 86-95. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_7161_86. (In Russ.).

For citation

Fomicheva L.M., Pronskaya O.N., Zaitseva M.V., Kiseleva E.M. & Kurennaya V.V. Economic essence of Fuel selection and comparison of operation of autonomous low-power heat supply systems. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 59-65. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-59-65.

Paper info

Received September 3, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>

ЯШАЛОВА Н.Н.

Доктор экон. наук, заведующая кафедрой экономики и управления Череповецкого государственного университета, 162612, г. Череповец, Россия, e-mail: natalij2005@mail.ru

ПОТРАВНЫЙ И.М.

Доктор экон. наук, профессор, профессор базовой кафедры «Управление проектами и программами Capital Group» Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Россия, e-mail: ecoaudit@bk.ru

В статье рассмотрены тенденции развития угольной отрасли в контексте низкоуглеродной экономики и обеспечения углеродной нейтральности. Установлено, что углеродоемкость производства и потребления угля за 2017-2021 гг. в России увеличивается, что представляет собой негативную тенденцию. Предложены инструменты обеспечения углеродной нейтральности в угольном бизнесе, включая климатическое финансирование (торговля квотами на углеродные единицы, зеленые облигации и зеленые сертификаты), финансовая поддержка технологических инноваций, например проектов улавливания углекислого газа и захоронения его в подземных геологических горизонтах. Среди направлений обеспечения углеродной нейтральности угольной отрасли рассматривается реализация лесоклиматических компенсационных проектов, проектов по газификации угля. Предлагается расширить применение мер государственной поддержки для угледобывающих компаний, включая предоставление субсидий, налоговых льгот, государственных гарантий по проектам, направленным на снижение выбросов парниковых газов и обеспечение низкоуглеродного развития угольной отрасли.

Ключевые слова: уголь, угольный бизнес, парниковые газы, инновационные технологии, углеродная нейтральность, климатические проекты, инструменты регулирования.

Для цитирования: Яшалова Н.Н., Потравный И.М. Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе // Уголь. 2023. № 10. С. 66-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях изменение климата является одной из важных экологических проблем. Выбросы парниковых газов, вызванные антропогенной деятельностью, увеличивают число опасных явлений, которые связаны со значительным экономическим ущербом. Одной из целей ООН в области устойчивого развития на период до 2030 г. является борьба с изменением климата и его последствиями.

В настоящее время в России на государственном уровне принимаются меры по климатическому регулированию. Принятый в 2021 г. Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» создал правовую базу для реализации климатических проектов по сокращению выбросов парниковых газов или увеличению их поглощения. Крупные промышленные компании с ежегодными выбросами более чем 150 тыс. т должны в обязательном порядке предоставлять углеродную отчетность по объемам выбросов парниковых газов.

Угледобывающие компании оказывают определенное влияние на выбросы парниковых газов. Уголь используется при производстве электроэнергии, для отопления, в черной и цветной металлургии, химической промышленности и др. В этих условиях отдельные отрасли народного хозяйства и предприятия, которые являются значительными потребителями угля для своих производственных нужд, например черной металлургии, разрабатывают и реализуют собственные стратегии декарбонизации экономики и низкоуглеродного развития [1]. В *таблице* представлена динамика углеродоемкости при добыче и использовании угля в России за 2017-2021 гг. Учитывая, что около половины добываемого угля идет на экспорт, для расчета показателя «углеродоемкость» использовались открытые статистические данные по потреблению угля, а также по выбросам оксида углерода в атмосферу от сжигания ископаемого топлива для выработки электро- и теплоэнергии на территории Российской Федерации.

Мировое потребление угля с начала XXI в. выросло на 65%, в то же время в исследовании [2] отмечается, что в долгосрочной перспективе в соответствии с планами декарбонизации экономики и необходимостью выполнения Парижского соглашения по климату (2015 г.) потребление угля в основных странах мира будет сокращаться. При этом многие крупные инвестиционные фонды и банки в рамках проводимой ESG-политики ограничивают и запрещают инвестирование в проекты, связанные с добычей и использованием ископаемого топлива, что может привести к прекращению разработки новых угольных месторождений.

По сравнению с природным газом уголь является менее экологичным топливом, при его использовании образуется в два раза больше выбросов парниковых газов на 1 кВт·час электричества. Отметим, что основной объем выбросов углекислого газа образуется при сжигании угля. Однако данный вид ископаемого топлива является более дешевым, имеющим большие запасы природных ресурсов [3]. Выработка электроэнергии с применением угля в мире в 2021 г., согласно данным Международного энергетического агентства, демонстрирует рост, несмотря на ужесточение экологических требований. Но в перспективе доля угля в глобальном энергобалансе

будет снижаться [4]. Среди факторов, которые сдерживают развитие угольной отрасли, можно выделить нестабильность мировых цен на первичные энергоресурсы, переход на низкоуглеродную экономику, что связано с введением углеродного налога и уменьшением доли электроэнергии, вырабатываемой на угле, и сопровождается вытеснением угля из энергобаланса и заменой его нетрадиционными источниками энергии.

Следует учитывать, что для 30 городов и поселков в России, где проживают около 1,5 млн жителей, угольные компании являются градообразующими. Как отмечается в исследовании [5], добыча и использование угля в Арктической зоне страны являются существенным фактором устойчивого энергообеспечения. Это способствует социально-экономическому развитию территории, особенно в отдаленных и труднодоступных поселках, созданию новых рабочих мест, развитию транспортной инфраструктуры и портового хозяйства. На *рисунке* показаны завоз угля для отопления социальных объектов и использование дров для отопления жилья в п. Хайыр Усть-Янского района Якутии.

При этом заготовка дров и вырубка деревьев (часто без соответствующих разрешений) имеют более негативные экологические последствия, так как лесная растительность поглощает углеродные выбросы.

Процесс декарбонизации экономики затронул многие российские угольные компании. Климатическая политика выступает одним из трендов в сфере добычи и переработки угля. В то же время «зеленая» трансформация в угледобыче будет сопряжена с дополнительными затратами и, как следствие, ростом себестоимости угля [6]. В этих условиях важное значение имеют разработка и реализация современных инструментов обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Введение законодательных ограничений по выбросам CO₂ может привести к росту затрат российских угольных компаний, а также предприятий, использующих уголь в своей производственной деятельности. С другой стороны, развитие рынка торговли квотами на выбросы парниковых газов создает новые возможности и стимулы для

Добыча и потребление угля, выбросы оксидов углерода от сжигания ископаемого топлива и углеродоемкость производства и потребления угля в России за 2017-2021 гг.

Coal production and consumption, carbon emissions from fossil fuel combustion and the carbon intensity of coal production and consumption in Russia for 2017-2021

Год	Добыча угля, млн т	Потребление угля, млн т	Выбросы оксида углерода в атмосферу от сжигания ископаемого топлива для выработки электро- и теплоэнергии, тыс. т	Углеродоемкость производства и потребления угля, кг CO ₂ на 1 т угля
2017	411,4	208,1	1251	6,01
2018	440,2	221,1	1109	5,02
2019	439,4	224,5	1180	5,26
2020	398,3	222,8	1228	5,51
2021	432,0	209,0	1332	6,37

Источник: составлено и рассчитано авторами по данным: Охрана окружающей среды в России. 2022. М.: Росстат, 2022. 115 с.; <http://global-finances.ru/dobycha-uglya-v-rossii-po-godam/>; <https://svspb.net/norge/potreblenie-uglja.php?l=rossija>.



Завоз угля для отопления социальных объектов и использование дров для отопления жилья в п. Хайыр Усть-Янского района Якутии

Delivery of coal for heating social facilities and the use of firewood for heating housing in the village of Khaiyr, Ust-Yansky district of Yakutia

угледобывающих компаний в части снижения данных выбросов. Отметим, что в отечественной законодательной базе юридически закрепилось новое понятие – углеродные единицы. Торговля данными углеродными квотами уже используется для реализации климатических проектов. При этом эти углеродные единицы могут продаваться или передаваться другим компаниям, превышающим квоты по выбросам парниковых газов.

Начиная с 2022 г. на национальном уровне ведется реестр углеродных единиц. На начало второго полугодия 2023 г. в него внесены шесть климатических проектов, среди которых внедрение объекта генерации электроэнергии на основе солнечной энергии (Сахалинская область); модернизация ТЭЦ, связанная с заменой угольных котлоагрегаторов на газовые (г. Владивосток) и др. Оценка выбросов парниковых газов необходима компаниям не только для расчета углеродных единиц и создания социально ответственного имиджа компании, разделяющего принципы низкоуглеродного развития, но и для привлечения инвестиций и кредитов по более выгодным условиям.

Отдельные компании решают вопросы обеспечения углеродной нейтральности своей деятельности путем вывода угольных активов из своих структур. К примеру, в 2021 г. компания ЕВРАЗ приняла решение о выделении угольного бизнеса в отдельную компанию. С целью снижения углеродного следа компания ПАО «Северсталь» продала в 2022 г. свой угольный актив (АО «Воркутауголь») [7]. Крупные российские предприятия разрабатывают климатические стратегии, направленные на снижение выбросов парниковых газов, которые можно разделять по сферам охвата [8]:

- первая сфера включает в себя прямые выбросы предприятия при производственном процессе;
- вторая сфера связана с косвенными энергетическими выбросами парниковых газов. При этом учитывается, из каких источников получена энергия (угольные станции, АЭС, ГЭС и др.);

– третья сфера включает в себя косвенные выбросы парниковых газов на всех этапах жизненного цикла продукта (закупка сырья, доставка, продажа, использование, утилизация и пр.).

Для достижения углеродной нейтральности своей деятельности и сокращения прямых выбросов парниковых газов предприятия могут идти по пути изменения своего энергобаланса за счет использования возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности производства и др. Отметим, что в угольных шахтах основными парниковыми газами являются угольный метан, выбрасываемый системами вентиляции, и углекислый газ. По выбросам метана они занимают четвертое место после нефтегазовой отрасли, полигонов для захоронения отходов и животноводства.

Угольным компаниям необходимо внедрение в производственные процессы инновационных технологий [9], одной из которых, к примеру, может являться технология CCS (carbon capture and storage) [10, 11, 12], способная улавливать до 90% выбросов углекислого газа, сжимать и закачивать его на постоянное хранение в подземные геологические пласты. Данная технология основана на улавливании углекислого газа и захоронении его в глубинных геологических формациях, включая, например, отработанные угольные шахты, откуда он не сможет попасть в атмосферу. На газовом месторождении Слейпнир (Норвегия) в Северном море был запущен первый проект по захоронению углекислого газа [13]. Правительство Норвегии выделило в качестве финансовой помощи 1,7 млрд дол. США на проект «Longship», связанный с размещением выбросов CO₂ в истощенных нефтегазовых месторождениях на дне Северного моря. Подобные технологии также представляют интерес для российского угольного бизнеса, но их внедрение требует значительных инвестиций и государственной поддержки. Применение данной технологии позволяет сохранить некоторые угольные мощности за счет улавливания и захоронения выбросов парниковых газов,

однако ее стоимость является более высокой, чем при других решениях.

Одним из важных мероприятий по сокращению выбросов метана, выделяемого от предварительной дегазации угольных пластов, является его утилизация. К примеру, в 2021 г. установки для утилизации метана были смонтированы на шахтах «Алардинская» и «Ерунаковская-VIII» в Кемеровской области. Ежечасно каждая из них может утилизировать до 3 тыс. куб. м метановоздушной смеси. Помимо сжигания на факельных установках уловленный метан можно использовать для получения электроэнергии и тепла. Так, группа ЕВРАЗ планирует ввести в эксплуатацию газовый котел, в качестве энергии у которого будет применяться метан. Тепловая энергия будет нагревать воздух, подаваемый в горные выработки. Компания АО «СУЭК-Кузбасс» на протяжении ряда лет осуществляет утилизацию шахтного метана с выработкой тепловой энергии и электроэнергии. Данный проект был запущен в 2009 г. на шахте имени С.М. Кирова (Ленинск-Кузнецкий). Котлы специально переоборудованы для сжигания метана, запущены в эксплуатацию контейнерные теплоэлектростанции. За время использования данной технологии утилизировано более 45 млн куб. м метана, выработано 70 тыс. МВт·час электроэнергии, 71 тыс. Гкал теплоты.

Одним из направлений обеспечения экологической безопасности и достижения углеродной нейтральности в угольной отрасли является применение подземной газификации угля. Перевод угольных котельных на газ подземной газификации угля позволяет предотвратить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [14]. Реализация данного подхода в Арктической зоне страны возможна при финансовой поддержке добывающих компаний в рамках проведения этнологической экспертизы проектов в целях улучшения качества жизни местного населения [15].

Перспективным направлением обеспечения углеродной нейтральности для угольных компаний является реализация лесоклиматических проектов, связанных с воспроизводством лесов и направленных на поглощение парниковых газов. Такие проекты получили развитие во многих странах мира, в том числе и в России. К примеру, при увеличении объемов добычи ООО «УК «ЭЛСИ» в 2022 г. было высажено свыше 420 тыс. деревьев на площади 480 га в Республике Саха (Якутия) и в других сибирских регионах в рамках компенсационного лесовосстановления, а также более 4 тыс. деревьев и кустарников по собственной инициативе по программам социальной ответственности бизнеса. В Амурской области при поддержке компании АО «Русский уголь» проводятся мероприятия по высадке деревьев, в 2021 г. в городах было высажено 300 тыс. деревьев в двух регионах присутствия компании. Речь идет о инвестициях в лесовосстановление и социальное развитие. Компания «СДС-Уголь» одной из первых в стране реализует в Кузбассе проект по созданию карбонового полигона для снижения выбросов парниковых газов стоимостью 300 млн руб. Это позволит компании осуществлять торговлю «зелеными сертификатами» (углеродными квотами) или учитывать снижение

выбросов парниковых газов в рамках обеспечения своей углеродной нейтральности. Отметим, что, по оценкам, растения поглощают на площади 1 га 2 т CO₂.

Очевидно, что реализуемые лесоклиматические компенсационные проекты отличаются по степени доходности, срокам окупаемости, их следует адаптировать к условиям развития конкретного региона. Осуществление таких проектов особенно актуально для угольных предприятий, деятельность которых связана со значительными выбросами парниковых газов, которые превышают установленные нормы (с 2023 г. – не более 150 тыс. т CO₂ в год, с 2024 г. – не более 50 тыс. т CO₂ в год). Тем самым благодаря использованию механизма торговли углеродными единицами как элемента климатического финансирования угольные компании и инвесторы климатических проектов получают возможность компенсировать собственные выбросы парниковых газов. Кроме того, на основе использования данного инвестиционного инструмента угольные компании смогут заниматься продажей углеродных единиц на углеродном рынке, что создает экономические стимулы для решения экологических и климатических задач.

Инновационная деятельность для предприятий, связанная с обеспечением углеродной нейтральности, требует значительного финансирования, но в то же время политика ответственного инвестирования вынуждает инвесторов сокращать инвестиции как в угольные компании, так и в предприятия, применяющие уголь. Государственная поддержка угольной отрасли осуществляется на основе федерального субсидирования предприятий, но эти меры имеют косвенный характер (бюджетные трансферы и льготы по разведке и добыче угля, льготные ставки по страховым платежам, например для резидентов территорий опережающего развития). К примеру, в рамках территории опережающего социально-экономического развития «Южная Якутия» предусмотрено строительство шахты «Восточная Денисовская», обогатительной фабрики по производству угольного концентрата, Инаглинского угольного комбината. Потребление угля также субсидируется через тарифы на электроэнергию и тепло. Представляется целесообразным распространить данные меры государственной поддержки на проекты угледобывающих компаний, направленные на снижение выбросов парниковых газов и обеспечение углеродной нейтральности угольного бизнеса, включая субсидирование затрат на производство климатически нейтральной продукции, экономическое стимулирование применения низкоуглеродных технологий, применение инструментов климатического финансирования (зеленые облигации), ГЧП и др.

К числу инструментов обеспечения углеродной нейтральности угледобывающих компаний и повышения их устойчивости относится раскрытие информации в рамках ESG-отчетности, что отражается в капитализации бизнеса, стоимости ценных бумаг компаний, их котировке на биржах. Инструменты климатического регулирования в угольной отрасли также тесно связаны с вопросами ценообразования и хеджирования риска с учетом климатических факторов. Ввиду того, что инструменты углеродной нейтральности являются новыми для рос-

сийских предприятий, экономическую и экологическую эффективность от их применения оценить достаточно затруднительно. Также нужно учитывать, что затраты, связанные с реализацией климатических проектов, очень высокие, поэтому инвестиции и отдача от них носят долгосрочный характер. Значительные возможности по достижению углеродной нейтральности в угольной отрасли открываются в связи с применением новых технологий в процессах горного производства и проведением технологических преобразований [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производственная деятельность российских угольных компаний испытывает сильное влияние внутренних и внешних рисков. Угольные компании в большей мере зависят от ужесточения экологического законодательства, связанного с выбросами парниковых газов. Учитывая, что спрос на уголь в ближайшие годы будет сохраняться, угледобывающим компаниям целесообразно разработать и реализовывать климатические программы (стратегии). Одной из основных задач, стоящих перед горнодобывающей промышленностью, является внедрение чистых технологий в промышленность. Обязательным условием достижения углеродной нейтральности должно стать внедрение инновационных технологий с целью снижения воздействия на климатическую систему, для этого в стране должны быть созданы условия, инструменты и механизмы для поддержки проектов в сфере низкоуглеродного развития.

Список литературы

1. Яшалова Н.Н., Васильцов В.С., Потравный И.М. Декарбонизация черной металлургии: цели и инструменты регулирования // Черные металлы. 2020. № 8. С. 70-75.
2. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Основные тенденции развития угольной промышленности мира и России в условиях низкоуглеродной энергетики Часть II. Низкоуглеродное развитие как фактор снижения спроса на уголь и его влияние на перспективы угольной генерации // Горный журнал. 2022. № 8. С. 91-94. DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01.
3. Чурашев В.Н., Маркова В.М. Остаться нельзя уйти: к вопросу о развитии угольной генерации в России // ЭКО. 2019. № 11. С. 63-93.
4. Эксперты констатировали «угольный ренессанс» в 2021 году вопреки декарбонизации // Ведомости. 2022. 21 янв. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/01/21/905854-ugolnii-renessans> (дата обращения: 15.09.2023).

5. Новиков А.В. Арктический вектор угольной политики в контексте пространственного развития прибрежных территорий // Уголь. 2022. № 2. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
6. Блиновская Я.Ю., Мазлова Е.А. Основные тренды климатической политики в сфере добычи и переработки угля // Успехи современного естествознания. 2019. № 2. С. 86-93.
7. Отчет об устойчивом развитии. Северсталь. 2021. URL: <https://rspp.ru/download/4f81d2bbfa89029a7517772c93945e1c/> (дата обращения: 15.09.2023).
8. Ермакова М.С. Выбросы парниковых газов: раскладываем по полочкам // Экология производства. 2021. № 2. С. 98-105.
9. Wang J., Cao H. Improving competitive strategic decisions of Chinese coal companies toward green transformation: A hybrid multi-criteria decision-making model // Resources Policy. 2022. Vol. 75. P. 102483. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102483.
10. Carbon capture and storage for long-term and safe sealing with constrained natural CO₂ analogs / Q. Liu, D. Zhu, Z. Jin et al. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023. Vol. 171. P. 113000. DOI: 10.1016/j.rser.2022.113000.
11. Li K., Yang J., Wei Y. Impacts of carbon markets and subsidies on carbon capture and storage retrofitting of existing coal-fired units in China // Journal of Environmental Management. 2023. Vol. 326. P. 116824. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116824.
12. Потравный И.М., Яшалова Н.Н. Эколого-экономическая оценка технологий захоронения выбросов парниковых газов в подземных геологических пространствах // Горный журнал. 2022. № 8. С. 90-94.
13. Advances in technology and utilization of natural resources for achieving carbon neutrality and a sustainable solution to neutral environment / S. Raza, E. Ghasali, M. Raza et al. // Environmental Research. 2023. Vol. 220. P. 115135. DOI: 10.1016/j.envres.2022.115135.
14. Крейнин Е.В. Подземная газофикация угля как экологически чистая технология его добычи и использования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 4. С. 256-262.
15. Обоснование и механизм реализации проекта газофикации угля в российской Арктике / Н. Даваахуу, И.М. Потравный, В.Г. Милославский и др. // Уголь. 2019. № 9. С. 88-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-88-93>.
16. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Прогнозные оценки масштабов применения новых технологий в угольной отрасли на период до 2040 года // Горная промышленность. 2019;(5):10-16. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-5-10-16.

Original Paper

UDC 338.45:622.33:658.589.011.46 © N.N. Yashalova, I.M. Potravny, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 66-71
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-66-71>

Title
TOOLS TO ENSURE CARBON NEUTRALITY IN THE RUSSIAN COAL BUSINESS

Authors
 Yashalova N.N.¹, Potravny I.M.²

¹ Cherepovets State University, Cherepovets, 162612, Russian Federation

² Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Moscow, 117997, Russian Federation

ECONOMICS

Authors information

Yashalova N.N., Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Economics and Management, e-mail: natalij2005@mail.ru

Potravnny I.M., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Basic Department «Project and Program Management Capital Group», e-mail: ecoaudit@bk.ru

Abstract

The article considers the trends in the development of the coal industry concerning a low-carbon economy and ensuring carbon neutrality. It has been determined that the carbon intensity of production and consumption of coal for 2017-2021 in Russia is increasing, which is a negative trend. Tools for ensuring carbon neutrality in the coal business have been proposed, including climate financing (carbon credit trading, green bonds and green certificates), financial support for technological innovations, for example, projects for capturing carbon dioxide and storing it in underground geological horizons. Among the directions for ensuring carbon neutrality of the coal industry, the implementation of forest-climatic compensation projects, coal gasification projects is being considered. It is proposed to expand the use of state support measures for coal mining companies, including the provision of subsidies, tax incentives, state guarantees for projects aimed at reducing greenhouse gas emissions and ensuring low-carbon development of the coal industry.

Keywords

Coal, Coal business, Greenhouse gases, Innovative technologies, Carbon neutrality, Climate projects, Regulation tools.

References

1. Yashalova N.N., Vasiltsov V.S. & Potravny I.M. Decarbonization of ferrous metallurgy: objectives and regulatory instruments. *Chernye Metally*, 2020, (8), pp. 70-75. (In Russ.).
2. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. & Dyachenko K.I. Major trends shaping development of coal industry in the world and in Russia under conditions of low-carbon energy economy. Part II. Low-carbon development as a factor of decline in coal demand and its implications for coal-fired power generation prospects. *Gornyi Zhurnal*, 2022, (8), pp. 17-23. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01.
3. Churashev V.N. & Markova V.M. Stay or leave: on coal generation prospects in Russia. *Eko*, 2019, (11), pp. 63-93. (In Russ.).
4. Experts declared "coal renaissance" in 2021 in spite of decarbonization, *Vedomosti*, November 21-28, 2022, Available at: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/01/21/905854-ugolnii-reyssans> (accessed 15.09.2023).
5. Novikov A.V. Arctic vector of coal policy in the context of spatial development of coastal territories. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-50-54.
6. Blinovskaya Ya.Yu. & Mazlova E.A. Climatic policy main trends in the production and processing of coal. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2019, (2), pp. 86-93. (In Russ.).
7. Corporate Social Responsibility and Sustainable Development Report. Severstal, 2021, Available at: <https://rspp.ru/download/4f81d2bffa89029a7517772c93945e1c/> (accessed 15.09.2023).
8. Ermakova M.S. Greenhouse gas emissions: spelling out. *Ekologiya proizvodstva*, 2021, (2), pp. 98-105. (In Russ.).
9. Wang J. & Cao H. Improving competitive strategic decisions of Chinese coal companies toward green transformation: A hybrid multi-criteria decision-making model. *Resources Policy*, 2022, (75), 102483. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102483.
10. Liu Q., Zhu D., Jin Z. et al. Carbon capture and storage for long-term and safe sealing with constrained natural CO₂ analogs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023, (171), 113000. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113000>.
11. Li K., Yang J. & Wei Y. Impacts of carbon markets and subsidies on carbon capture and storage retrofitting of existing coal-fired units in China. *Journal of Environmental Management*, 2023, (326), 116824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116824>.
12. Potravny I.M. & Yashalova N.N. Ecologo-economic assessment of burial technologies for greenhouse gas emissions in underground geological

spaces. *Gornyi Zhurnal*, 2022, (8), pp. 91-94. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2022.08.13.

13. Raza S., Ghasali E., Raza M. et al. Advances in technology and utilization of natural resources for achieving carbon neutrality and a sustainable solution to neutral environment. *Environmental Research*, 2023, (220), pp. 115135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115135>.

14. Kreynin E.V. Underground gasification of coal as an environmentally clean technology of its mining and utilization. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 2008, (4), pp. 256-262. (In Russ.).

15. Davaakhuu N., Potravny I.M., Miloslavsky V.G. & Utkin I.I. Rationale and mechanism for the implementation of the project of coal gasification in the Russian Arctic, 2019, № 9, pp. 88-93. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-88-93.

16. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. Forecast estimates of the scale of application of new technologies in the coal industry for the period up to 2040. *Gornaya promyshlennost'*, 2019;(5):10-16. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2019-5-10-16.

For citation

Yashalova N.N. & Potravny I.M. Tools to ensure carbon neutrality in the russian coal business. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 66-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-66-71.

Paper info

Received April 10, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

РЕКЛАМА

НПП ЗАВОД МДУ

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЗАВОД МОДУЛЬНЫХ
ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК»

ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ
МЕТАНА

МЕТАН ПОД КОНТРОЛЕМ!

РОССИЯ
Г. НОВОКУЗНЕЦК
ШОССЕ СЕВЕРНОЕ, 8

WWW.ZAVODMDU.RU
INFO@ZAVODMDU.RU
ТЕЛ.: +7 (3843) 991-991

Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.)*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-72-78>

СОЛОВЕНКО И.С.

Доктор ист. наук, доцент
Юргинского технологического института,
(филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, г. Юрга, Кемеровская обл., Россия
e-mail: solovenko71@mail.ru

РОЖКОВ А.А.

Доктор экон. наук, профессор,
начальник отдела
аналитических исследований
и краткосрочного прогнозирования
развития угольной промышленности
ФГБУ «РЭА» Минэнерго России,
129085, г. Москва, Россия,
e-mail: Rozhkov@rosenergo.gov.ru

Рассматривается динамика процессов цифровизации в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) России в конце XX – начале XXI вв. Обосновываются и выделяются основные этапы, их особенности, результаты и значение. Первый этап (1990–2005 гг.) – переход к масштабной цифровизации отраслей ТЭК, внедрение цифровых технологий в бизнес-процессы. Второй этап (2006–2010 гг.) – начало цифровой трансформации отраслей ТЭК, благодаря которой были созданы условия для перехода к «Индустрии 4.0». Отличительной особенностью второго этапа стало пилотное промышленное и частично серийное внедрение производственно-управленческих «интеллектуальных систем». Делается вывод, что процессы цифровизации заметно усилили конкурентоспособность российского ТЭК, нивелировали проблемы обеспечения энергетической безопасности на региональном уровне, укрепили значение России в международной энергетической безопасности.

Ключевые слова: Россия, ТЭК, цифровизация, цифровая трансформация, динамика, этапы, особенности.

Для цитирования: Соловенко И.С., Рожков А.А. Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.) // Уголь. 2023. № 10. С. 72–78. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-72-78>.

ВВЕДЕНИЕ

Рубеж XX-XXI вв. является временем формирования новых глобальных вызовов, а также технологических, организационных и институциональных сдвигов, которые способствовали формированию многих инновационных идей и концепций, в том числе и парадигмы цифровой экономики. В ее основе коренилась идея цифрового перехода во всех сферах хозяйственной деятельности. Процесс масштабной цифровизации позволял существенно повысить эффективность различных видов производства и реализации товаров и услуг. Российская Федерация на рубеже веков активно включилась в эти перемены, хотя в большей мере ее действия имели догоняющий характер. Лидером экономического роста в российской промышленности тогда выступил топливно-энергетический комплекс, прежде всего электроэнергетика и нефтегазодобывающая отрасль. Сравнительно высокий уровень капиталоемкости и инвестиционных возможностей позволял предприятиям ТЭК быстрее других перестраиваться на инновационные рельсы развития, в том

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00987, <https://rscf.ru/project/23-28-00987/>.

числе и в области цифровизации. Объективной причиной необходимости внедрения новых цифровых технологий являлась высокая доля ответственности предприятий ТЭК за энергетическую, экономическую и национальную безопасность страны.

Актуальной задачей, в контексте рассматриваемой проблемы, является выявление позиций ученых, внесших существенный вклад в освещение вопросов цифровизации топливно-энергетического комплекса России на рубеже XX-XXI вв. Научный взгляд на данный вопрос только формируется, но уже сегодня наиболее четко просматривается политико-экономический подход к классификации этого содержательного периода, что нашло отражение как в официальных документах, так и в большинстве исследовательских работах. С позиций такого подхода рубеж XX-XXI вв. имеет два основных этапа: первый – с 1992 по 1999 г.; второй – с 2000 г. по 2010–2012 гг. В пользу этой классификации используется тезис об усилении государственной активности в решении проблем цифровизации предприятий топливно-энергетического комплекса в 2000-е годы. Однако содержание доступных исторических документов данных предприятий, которые сегодня имеются в Государственном архиве РФ (фонды: Ф. 10200. Правительство Российской Федерации, Ф. 10342. ФГБУ «Аналитический центр при Правительстве РФ» и др.), а также в Российском государственном архиве экономики (фонды: Ф. 799. Государственный газовый концерн «Газпром», Ф. 898. Министерство топлива и энергетики РФ и др.), четко указывают на то, что в реальности такие меры стали предприниматься позднее 2000 г. Соответственно, данный подход не обладает высокой степенью объективности в освещении технико-технологических изменений, связанных с цифровизацией предприятий ТЭК. В рамках этого подхода сложно понять и степень воздействия анализируемого процесса на энергетическую безопасность страны, ключевую составляющую рассматриваемой проблемы.

Поэтому важнейшей исследовательской задачей является формирование нового взгляда на природу исследуемого феномена, в том числе и потому, что на рубеже XX-XXI вв. переплелись очень важные, по сути прорывные, научно-технологические изменения, которые привлекают внимание все большего количества исследователей. Действительно, это время активной фазы реализации в мире пятого технологического уклада, а также третьей промышленной революции, для которых было характерно широкое внедрение цифровых сетей и информационных технологий. Помимо общемировых тенденций усиления места и роли цифровизации в экономической жизни были еще и внутренние.

Так, по мнению отечественных ученых, именно в 1990 г. начинается новая волна компьютеризации и цифровизации отраслей ТЭК нашей страны, которая заканчивается в 2010 г. [1]. Также это время перехода к четвертому – постиндустриальному социальному и историческому типу общества, основанному на новом технологическом фундаменте [2, 3]. В целом, российские эксперты считают рубеж XX-XXI вв. в топливно-энергетическом комплексе России как переходный от разнородной цифровизации к эпохе цифровой трансформации [4]. Вместе с тем

в рамках данного подхода учеными не указываются как четкие границы этапов, так и их критерий (критерии). Это и определило цель статьи – выявить основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России на рубеже XX-XXI вв., показать их отличительные особенности.

В первую очередь обратим внимание на то, что термины «цифровизация» и «цифровая трансформация» часто используют как синонимы, в том числе и в научной литературе [5, 6]. Однако некоторые эксперты их все-таки разделяют [4, 7], указывая на то, что существенным отличием этих двух понятий является эволюция от «использования цифры» [8] к «управлению цифрой» [4, 9]. При этом, если для первого термина характерно время 1990-х годов, то для второго – 2000-е годы. Определение более точного времени перехода предприятий ТЭК от «использования цифры» к «управлению цифрой» является ключевой исследовательской задачей.

ПЕРВЫЙ ЭТАП

В конце 1980-х гг. советская экономика накопила немалый опыт в области автоматизации, информатизации и компьютеризации топливно-энергетического комплекса. К тому времени, например, цифровые технологии широко применялись в электроэнергетике для повышения эффективности управления сетями. Нефтегазовые компании использовали цифровые технологии для принятия решений относительно разведки месторождений и управления нефте- и газопроводами. В угольной промышленности внедряли отраслевые автоматизированные системы управления и т.д. Однако в советское время научно-производственная деятельность по цифровизации была связана в основном с комплексной механизацией и автоматизацией, а также информатизацией (компьютеризацией) отдельных сегментов системы управления.

С начала 1990-х годов начинается комплексное освоение современных информационных технологий в целях оптимизации внутренних процессов, улучшения производства товаров и услуг, что эксперты, в общем, и считают масштабной цифровизацией [10]. В то время для предприятий топливно-энергетического комплекса объективно возросла необходимость оперативного использования цифровых продуктов. Во многом это было связано с проникновением в хозяйственную деятельность компьютеров, Интернета и мобильной связи. Благодаря этим глобальным изменениям у предприятий и компаний российского ТЭК многократно расширились возможности снижения издержек и повышения собственной конкурентоспособности, в том числе на мировых рынках. Все бизнес-процессы стали переводить на новые цифровые медиа-модели. Их основополагающими элементами стали развитие Интернета, мобильные коммуникации, электронные технологии, оцифровка ресурсов, слияние онлайн- и офлайн-сфер [11]. В силу слабой, только формирующейся институциональной и инфраструктурной среды рыночных отношений данный процесс шел медленнее, чем в развитых странах, но он набирал обороты и становился все более значимым в производственно-экономической деятельности.

Государство постепенно создавало необходимые условия включения российских компаний и предприятий в глобальные экономические процессы, где цифровые технологии становились существенным фактором повышения конкурентоспособности. При этом важность включения промышленных предприятий в мировые процессы освоения цифровых технологий всегда осознавало Правительство РФ. В отличие от стран-лидеров инновационного развития [9, 12] проблема активной поддержки со стороны российского государства научных идей и их претворения в жизнь долгое время сдерживалась низкими финансовыми возможностями. Тем не менее с каждым годом такая деятельность набирала обороты. Посредством федеральных научно-технических программ, а также грантов государство в середине 1990-х годов стало поддерживать ключевые идеи и проекты в области цифровизации топливно-энергетического комплекса. На таких стратегически важных предприятиях ТЭК, как, например электростанции, уже был высокий уровень автоматизации производственно-управленческих процессов. Главной проблемой оставался временной разрыв между разработкой продукта и его реализацией, что не позволяло отечественным технологиям занять доминирующее место в общем арсенале использовавшихся цифровых технологий.

Таким образом, начало промышленного использования Интернета в совокупности с реальными мерами господдержки научно-технических программ, ориентированных на внедрение цифровых технологий, считаем пиком первого этапа цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России на рубеже XX-XXI вв. Одним из результатов развития цифровизации отраслей ТЭК в середине 1990-х годов можно считать рост производительности труда, даже в такой технологически консервативной отрасли, как угольная промышленность. Однако надо признать, что роль цифровизации в данном результате тогда была еще не столь существенна. Объемы внедрения таких новых технологий, как цифровые, во многом зависели от информационно-коммуникационных и инвестиционных возможностей компании или предприятия. Даже использование Интернета на предприятиях ТЭК имело разнородный характер. Серьезной проблемой для отечественных предприятий стал значительный спад в изобретательском и рационализаторском движении, который, в общем, так не был восстановлен даже к концу рассматриваемого времени.

В дальнейшем взаимодействие информатизации, компьютеризации, автоматизации, Интернета и мобильной связи только усиливалось. Особое значение приобрело интернет-пространство, без которого любая производственно-экономическая деятельность была уже немыслима. Особую ценность представляла информация о состоянии мировой энергетики и новейших энергетических технологиях, важных компонентах национальной энергетической безопасности. Данная тенденция определила новую важную проблему – это обеспечение кибербезопасности предприятий и компаний. Российские предприятия ТЭК вынуждены были реагировать на данную угрозу еще большим усилением места и роли цифровой деятельности в управленческой и производственно-

экономической сферах. Таким образом, в конце 1990-х – начале 2000-х годов все субъекты хозяйственной деятельности, в том числе и топливно-энергетического комплекса оказались в ситуации глобальной взаимозависимости. При этом кибербезопасность стала неотъемлемым элементом общей энергетической, безопасности.

Несмотря на сложности переходного периода, благодаря применению цифровых технологий в последнее десятилетие XX в. в арсенале российских предприятий ТЭК появляются такие важные продукты как, ГИС-технологии, позволявшие строить трехмерную модель месторождения полезных ископаемых, систему геологического моделирования и планирования горных работ; дистанционное управление оборудованием; высокоточная спутниковая навигация применяемой техники; планирование распределения ресурсов; эффективные средства диагностики машин и оборудования, платформа «1С: предприятие», сбор и цифровая обработка исходной информации и др. [13]. Особые успехи тогда показывала энергетическая отрасль, на ее предприятиях была внедрена новая технология цифро-аналогового моделирования. Активно разрабатывались цифровые защиты и регуляторы режимных параметров ЕЭС России, цифровые измерительные трансформаторы, обеспечивавшие новое качество измерений, цифровые автоматические регуляторы возбуждения и системные стабилизаторы (АРВ-М) [14]. Не менее важно и то, что появились миниатюрные производственные устройства (в том числе микропроцессоры), искусственный интеллект и машинное обучение [12]. Благодаря данным продуктам и технологиям произошло снижение трудоемкости производственных процессов, повысилась производительность труда, сократились сроки разработок новых продуктов и др. Данные факты опровергают доминирующее в исторической литературе мнение о «полном развале» в 1990-е годы научно-технологической базы как в отраслях ТЭК, так и в целом в российской промышленности.

Однако системного использования всех этих достижений еще не наблюдалось. Поэтому в последние годы XX в. главной задачей в области технико-технологической модернизации предприятий ТЭК являлось создание «интеллектуальных» («умных») производственно-управленческих систем, которые позволяли оптимизировать все цифровые (и не только) технологии в единый комплекс централизованного управления. Поэтому в начале 2000-х годов велась активная работа по внедрению информационно-коммуникационных технологий по всей цепочке производственного цикла. Развернулась работа по созданию компьютерных программ и моделей, а также условий моделирования конкретных ситуаций или процессов. Создавались конкурентоспособные автоматизированные системы и отдельные «интеллектуальные» инфраструктурные объекты, например, в угольной промышленности это «интеллектуальные» посты управления в лаве [15], в энергетической отрасли – цифровые подстанции [13] и др.

В первые годы XXI в. активно разрабатывались методы искусственного интеллекта, формировались основы интеллектуальных систем, которые и стали фундаментом цифровой трансформации в последующие годы: искусственные нейронные сети, эволюционные вычисления

и системы логического вывода и др. [16]. Определенным образом на повышение темпов цифровизации на предприятиях ТЭК России повлияла интенсификация внедрения информационных технологий в развитых странах. В 2000 г. было введено понятие «цифровая трансформация», сформулирована ее концепция, а в некоторых странах наблюдались ее реальные примеры [17]. Российским предприятиям необходимо было, по крайней мере, не отстать в этой деятельности от мировых лидеров, сохранить свои конкурентные преимущества.

Таким образом, комплекс реформ по реструктуризации отраслей в совокупности с фактами реальной цифровизации в конце XX в. – первые годы XXI в. создали условия вступления топливно-энергетического комплекса России в полосу цифровой трансформации. Вместе с тем сохранялась высокая степень импортозависимости в сфере программного обеспечения и других цифровых продуктов. Российский ТЭК отставал от стран Запада в создании «интеллектуальных» инфраструктурных объектов на 7-9 лет [18]. Если в целом энергетическая безопасность нашего государства в первые годы XXI в. не вызывала особой обеспокоенности, то с энергетической безопасностью многих регионов России тогда имелись серьезные проблемы [19]. Все это объективно усиливало внимание бизнеса и государства к таким инновационным процессам, как цифровизация.

ВТОРОЙ ЭТАП

В начале XXI в. фактически все отрасли российского ТЭК завершили структурные преобразования и стали в своей деятельности соответствовать рыночным принципам хозяйствования. От «борьбы за выживание» предприятия и компании перешли к политике экономического роста. Во многом это способствовало новому научно-технологическому рывку, в том числе и в деле цифровизации, которая стала главным трендом инновационного развития российского общества. Именно тогда, на наш взгляд, произошел фактический переход предприятий и компаний топливно-энергетического комплекса России от «использования цифры» к «управлению цифрой», то есть началась реальная цифровая трансформация – постоянно растущее взаимодействие между цифровыми технологиями, бизнесом и обществом, которое имеет трансформационные эффекты и увеличивает скорость, масштабы и влияние процесса изменений [7]. Считаем важнейшим критерием (доказательством) данного феномена создание «умных», «интеллектуальных» систем (крупных и значимых инфраструктурных объектов).

Интеллектуализация мировой добычи энергоресурсов началась с конца XX в., когда истощение «легких» месторождений вынудило компании активнее осваивать труднодоступные территории и нетрадиционные запасы. Это привело к созданию в мировой добыче энергоресурсов «интеллектуальных» («умных») шахт, разрезов, скважин и т.д. Концепция «интеллектуализации» предполагала: приоритет безопасности людей и охраны окружающей среды; сокращение потерь ресурсов, сокращение количества ремонтов оборудования и объектов; снижение влияния «человеческого фактора»; автоматизацию основных тех-

нологических процессов; анализ данных и интерпретацию в режиме реального времени; условия для совместной работы сотрудников; оптимизацию производства и др.

Реализация «интеллектуальных» проектов стала возможна благодаря использованию таких цифровых достижений, как: скоростных, в том числе беспроводных, каналов связи, специализированного программного обеспечения; безопасных открытых протоколов передачи данных, обеспечивавших легкую интеграцию оборудования разных типов от разных производителей и др. Одной из первых в мире процессы цифровой трансформации затронули нефтегазовую отрасль. «Пионерами» в этом направлении стали компании BP и Shell, осваивавшие ее с начала 2000-х годов [20]. В России, по нашему мнению, данный этап начинается не позднее 2006 г., и он напрямую связан с успехами отраслевого лидера ТЭК – нефтегазовой промышленностью. В том году компанией «Салым Петролеум Девелопмент» (совместное предприятие Газпром нефти и Shell) была запущена «интеллектуальная» скважина. На основании внедренных технологий эта компания создала интегрированную модель добычи нефти [16, 21]. В дальнейшем фактически ежегодно на предприятиях нефтегазовой промышленности России появлялись новые, «умные» системы, объекты и техника [22]. Нарастивались масштабы интеллектуализации технологических процессов и в других отраслях ТЭК, особенно в энергетической.

Возрастало и качество интеллектуальных систем. Усиливалась роль отечественных цифровых продуктов в содержании производственной и управленческой деятельности. Если до 2006 г. о необходимости инновационного пути развития топливно-энергетического комплекса России больше говорили на государственном уровне, то с 2006 г. – и на научном [23]. Важной особенностью начала цифровой трансформации считаем усиление (возрождение) взаимодействия профессорско-преподавательского корпуса технических вузов с предприятиями ТЭК России, которое также стало наиболее очевидно с 2006 г. Вузовские инженеры предлагали широкий перечень принципиально новых моделей и программ для планирования, оперативного контроля и вмешательства в производственную деятельность. Это, например, компьютерная модель полевой многофункциональной системы [24], электронная модель предприятия сотовой угледобычи [25], цифровое осциллографирование для оперативного контроля состояния высоковольтного выключателя [26] и др.

В крупных аналитических центрах (Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (г. Иркутск), АО «Росинформуголь», Институт промышленной политики (г. Москва), Институт геологии СО РАН, ВНИИ прикладной математики и механики (г. Томск) и др.) на основе цифровых продуктов и моделей активно разрабатывались комплексные аналитические программы по прогнозированию производственных процессов, формированию приоритетов технического и технологического развития, укреплению энергетической и экономической безопасности.

Успехи цифровой трансформации в промышленности во многом зависели от темпов и масштабов перехода к информационному обществу в России. С 2008 г. такая стратегия стала реализовываться на уровне Правительства РФ.

Государство стало активно продвигать широкополосный Интернет в регионы нашей страны. Данный процесс стал одним из ключевых драйверов инновационного развития предприятий и компаний ТЭК, так как стирал лишние барьеры между производителями и потребителями, а государство получило возможность более эффективного мониторинга процессов цифрового перехода. Дополнительным фактором принуждения к цифровизации бизнес-процессов со стороны государства стал принятый в 2009 г. закон об энергоэффективности.

Цифровизация отраслей ТЭК во второй половине первого десятилетия XXI в. привела к широкому использованию новейших информационных продуктов: роботизированное или дистанционно управляемое оборудование, удаленные централизованные диспетчерские пункты, высокоточное позиционирование буровых установок и экскаваторов, портативные устройства мониторинга работоспособности, предиктивные методы анализа геологических данных, системы виртуального мониторинга и прогностики состояния генерирующего оборудования и др. Это позволило повысить эффективность добычи и использования энергоресурсов, снизить эксплуатационные расходы, оптимизировать другие показатели отрасли, а также создать условия для построения «умных» инфраструктурных объектов по добыче и генерированию энергии [27]. Тогда произошел качественный переход в области автоматизации всех ключевых процессов энергообеспечения. Цифровизация стала эффективным инструментом управления такой сложной системой, как децентрализованная распределенная энергосистема.

В конце рассматриваемого периода цифровая трансформация уже выходила на новый качественный уровень. С 2010 г. конкурентоспособность отечественных предприятий и компаний топливно-энергетического комплекса все больше ориентировалась на такие прорывные технологии в энергетике, как: искусственный интеллект, продвинутая аналитика, блокчейн, цифровые двойники и др. Цифровая трансформация ускорила внедрение других инноваций, дала новый импульс для масштабных технологических прорывов в смежных отраслях народного хозяйства. Аналогичные процессы в других отраслях промышленности прямо воздействовали на увеличение их энергоемкости, а также энергопотребления, что объективно повышало роль ТЭК в экономике страны. Важно и то, что Россия не стала заложником идей о скором переходе к доминированию альтернативных источников энергии в топливно-энергетическом комплексе, которые «обещала» цифровизация. Дальнейшее развитие мирового топливно-энергетического комплекса показало правильность позиции России и отсутствие в то же время ожидаемого эффекта в освоении нетрадиционных энергоресурсов странами Запада. Таким образом, значимость России в международной системе энергобезопасности объективна возросла.

Успехи цифровизации имели заметное финансово-экономическое отражение в результатах производственной деятельности. К 2012 г. за счет «умного» управления добыча Салым Петролеум Девелопмента превысила плановые показатели на 2–2,5% [18]. С 2009 по 2011 г. только в компании «Роснефть», благодаря «умной» скважине,

дополнительная добыча нефти превысила 500 тыс. тонн. Это позволило нашим компаниям и предприятиям заметно повысить объемы добычи энергоресурсов, увеличить их экспорт. Благодаря цифровизации решались важные социально-экономические проблемы, например, происходило сдерживание роста цен на электроэнергию, увеличивались нетарифные доходы, предоставлялись новые услуги на энергетическом рынке, ушли в прошлое серьезные проблемы с энергетической безопасностью отдельных регионов. Под воздействием масштабного воздействия цифровых технологий трансформировалась и социальная сфера страны. Особо важно то, что профессиональное образование стало ориентироваться на соответствующие запросы работодателей: появлялись новые специальности и компетенции, связанные с цифровизацией производства. Считаем это конкретными фактами выстраивания новой, цифровой экономики России. При этом следует отметить, что на федеральном уровне основные цели и задачи цифровой трансформации отраслей ТЭК на перспективу впервые были сформулированы только в 2020 г. в ведомственном проекте Минэнерго России «Цифровая энергетика» и в проекте «Концепции цифровой трансформации ТЭК Российской Федерации на период до 2024 г. и с перспективой до 2035 г.».

Между тем в конце рассматриваемого времени сохранялось немало трудностей, которые сдерживали цифровую трансформацию топливно-энергетического комплекса, ослабляли цифровую, энергетическую и экономическую безопасность России. Ключевая проблема состояла в том, что реальных примеров цифровизации отраслей ТЭК было не так много, а большая часть цифровых продуктов закупалась за рубежом. Наблюдался дефицит высококвалифицированных кадров, способных создавать прорывные технологии [28]. Так как данный процесс требовал больших инвестиций, позволить себе быть в тренде последних научно-технологических разработок могли только крупные, богатые компании и предприятия. В результате по уровню цифровизации ТЭК России значительно отставал от развитых стран мира. Процессы цифровизации рассматриваемых отраслей носили эпизодический характер, мало влияли на логистический и транспортный секторы, а также на снижение издержек компаний. Сохранялась актуальность угрозы энергобезопасности страны, даже в краткосрочной перспективе, в силу высокой степени вовлеченности России в процессы глобализации, высокой зависимости от импорта оборудования для отраслей ТЭК, а также недостаточного внимания к данной проблеме со стороны государства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, выделяются два основных этапа цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России на рубеже XX–XXI вв. Первый (1990–2005 гг.) – переход к масштабной цифровизации отраслей ТЭК, внедрение цифровых технологий в бизнес-процессы. Динамичное развитие IT-технологий, появление Интернета и мобильной связи позволили создать условия для перехода от «использования цифры» к «управлению цифрой», то есть к цифровой трансформации. Второй этап (2006–2010 гг.) – начало циф-

ровой трансформации отраслей ТЭК, благодаря которой были созданы условия для перехода к Четвертой промышленной революции – «Индустрия 4.0». Отличительной особенностью второго этапа стало пилотное промышленное и частично серийное внедрение производственно-управленческих «интеллектуальных систем».

В целом, несмотря на все трудности внутреннего и внешнего характера (в том числе общемировую тенденцию перехода к низкоуглеродному развитию экономики), благодаря процессам цифровизации отечественный ТЭК заметно усилил свою конкурентоспособность, нивелировал проблемы энергетической безопасности на региональном уровне, заметно укрепил значение Российской Федерации в мировой энергетической безопасности.

Список литературы

- Макаров В.Л., Лугачев М.И. По волнам цифровизации // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2019. № 6. С. 3-8.
- Плакиркин Ю.А. Технологические ступени XXI в. и их влияние на развитие мировой энергетики // Энергетика. 2010. № 4. С. 13-25.
- Гуреева М.А. Современные тенденции развития топливно-энергетического комплекса и экономическая безопасность России // Сибирская финансовая школа. 2015. № 4. С. 6-9.
- Сулоева С.Б., Мартынатов В.С. Особенности цифровой трансформации предприятий нефтегазового комплекса // Организатор производства. 2019. Т. 27. № 2. С. 27-36.
- Массель Л.В. Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. № 4. С. 5-20.
- Литвинов П.В., Нестеров С.А. Современные технологии обработки данных как фактор цифровой трансформации в энергетике. В кн.: Функционирование и развитие электроэнергетики в эпоху цифровизации. М.: Издательство МЭИ, 2021. 272 с.
- Nazari Z., Musilek P. Impact of Digital Transformation on the Energy Sector: A Review. Algorithms 2023, 16, 211. URL: <https://doi.org/10.3390/a16040211> (дата обращения: 15.09.2023).
- Ярлова Т.В., Новиков Д.А. Цифровизация в компаниях топливно-энергетического комплекса в современных реалиях // Вестник Академии знаний. 2022. № 53. С. 309-312.
- Maksimtsev I.A., Kostin K.B., Berezovskaya A.A. Modern Trends in Global Energy and Assessment of the Ever-Increasing Role of Digitalization // Energies 2022, 15, 8767. URL: <https://doi.org/10.3390/en15228767> (дата обращения: 15.09.2023).
- Эффективность использования цифровых технологий в производственных процессах угольной промышленности / А.В. Зозуля, П.В. Зозуля, С.А. Титов и др. // Уголь. 2022. № 9. С. 47-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-47-52.
- Шрайберг Я.Л. Информационно-документное пространство образования, науки и культуры в современных условиях цифровизации общества / Ежегодный доклад Пятого Международного профессионального форума «Крым-2019». М.: ГПНТБ России, 2019. С. 3-55.
- Кириченко И., Онищенко И. Инновационные приоритеты в энергетике Китая и Японии // Мировая экономика и международные отношения. 2013. № 11. С. 13-20.
- Маркова В.Д. Цифровизация управления: от АСУ к микросервисам // ЭКО. 2022. № 9. С. 113-129.
- Ерохин П.М., Куликов Ю.А. Цифровая платформа электроэнергетики России / Электроэнергетика глазами молодежи. Материалы юбилейной X Международной научно-технической конференции. Том 1. Издательство: Иркутский национальный исследовательский технический университет. 2019. С. 26-31.
- Семешов А.П. Система автоматизированного управления механизированной крепью САУК 138М // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2005. № 1. С. 22-25.
- Марголин И.Д. Основные этапы развития искусственного интеллекта // Молодой ученый. 2018. № 20. С. 23-26.
- Ziboud Van Veldhoven, Jan Vanthiene. Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. Institute of Applied Informatics at University of Leipzig 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00464-5> (дата обращения: 15.09.2023).
- Герасимова И. Интеллектуальная добыча // Neftegaz.RU. 2019. № 3. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/pervaya-strochka/346594-intellektualnaya-dobycha/> (дата обращения: 15.09.2023).
- Рясин В.И. Энергетическая безопасность региона в условиях реформирования электроэнергетики. Иваново: Ивановский гос. ун-т, 2005. 216 с.
- Козлова Д.В., Пигарев Д.Ю. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: барьеры и пути их преодоления // Газовая промышленность. 2020. № 7. С. 34-38.
- Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений / А.Н. Дмитриевский, В.Г. Мартынов, Л.А. Абукова и др. // Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области. 2016. № 2. С. 13-19.
- Цифровая модернизация нефтегазовой отрасли: состояние и тренды / Л.А. Абукова, А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин и др. // Датчики и системы. 2019. № 1. С. 13-19.
- Селецкис Я.Ю. Развитие ТЭК России в условиях глобализации: новые тенденции, проблемы и перспективы: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Москва, 2008. 24 с.
- Жуков Ю.Н. Компьютерная модель полевой многофункциональной системы // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2006. № 4. С. 70-74.
- Жуков Ю.Н. Электронная модель предприятия сотовой угледобычи (в порядке обсуждения) // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2007. № 4. С. 66-69.
- Цифровое осциллографирование для оперативного контроля состояния высоковольтного выключателя / Г.М. Михеев, В.М. Шевцов, Ю.А. Федоров и др. // Промышленная энергетика. 2007. № 2. С. 18-22.
- Текслер А.Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли // Цифровая энергетика. 2018. Вып. 5. С. 3-6.
- Оценка влияния инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли России на рынки труда горнопромышленных территорий / А.А. Рожков, И.С. Соловенко, С.В. Бесфамильная и др. // Горная промышленность. 2021. № 2. С. 67-76.

Original Paper

UDC 621.31:658.562:622.013.3«313» © I.S. Solovenko, A.A. Rozhkov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 72-78
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-72-78>

Title**MAIN STAGES OF DIGITAL TRANSITION IN THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA (LATE 20TH – EARLY 21ST CENTURIES).****Authors**Solovenko I.S.¹, Rozhkov A.A.²¹ Yurga Institute of Technology, branch of the Tomsk National Research Polytechnic University, Yurga, 652055, Russian Federation² Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of the Russian Federation, Moscow, 129085, Russian Federation**Authors Information****Solovenko I.S.**, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor, e-mail: solovenko71@mail.ru**Rozhkov A.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department for Analytical Research and Short-Term Forecasting of Coal Industry Development, e-mail: Rozhkov@rosenergo.gov.ru**Abstract**

The paper discusses the dynamics of the digitalization processes in the fuel and energy complex of Russia in the late 20th – early 21st Centuries. The main stages as well as their features, results and significance are emphasized and explained. The first stage (1990-2005) was the transition to large-scale digitalization of the fuel and energy complex sectors, introduction of digital technologies into the business processes. The second stage (2006-2010) marked the beginning of the digital transformation of the fuel and energy complex sectors, which created the conditions for the transition to Industry 4.0. A distinctive feature of the second stage was the pilot industrial and partially mass introduction of production and management 'intelligent systems'. A conclusion is made that the digitalization processes have noticeably enhanced the competitiveness of the Russian fuel and energy complex, mitigated the challenges of energy security at the regional level, and reinforced Russia's importance as part of the international energy security.

Keywords

Russia, Fuel and energy complex, Digitalization, Digital transformation, Dynamics, Stages, Features.

References

- Makarov V.L. & Lugachev M.I. Along the digitalization waves. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Series 6. Ekonomika*, 2019, (6), pp. 3-8. (In Russ.).
- Plakitkin Yu.A. Technological stages in the 21st Century and their impact on the development of the world energy industry. *Energetika*, 2010, (4), pp. 13-25. (In Russ.).
- Gureeva M.A. Current trends in the development of fuel and energy complex and economic security of Russia // *Sibirskaya finansovaya shkola*, 2015, (4), pp. 6-9. (In Russ.).
- Suloyeva S.B. & Martynatov V.S. The features of the digital transformation of oil and gas enterprises // *Organizator proizvodstva*, 2019, Vol. 27, (2), pp. 27-36. (In Russ.).
- Massel L.V. Modern stage of Artificial Intelligence (AI) development and application of AI methods and systems in the power engineering. *Informatsionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii*, 2021, (4), pp. 5-20. (In Russ.).
- Litvinov P.V., Nesterov S.A. Modern data processing technologies as a factor of digital transformation in the energy sector. In: *Functioning and development of the electric power industry in the era of digitalization*. Moscow, Publishing House of MEI, 2021, 272 p.
- Nazari Z. & Musilek P. Impact of Digital Transformation on the Energy Sector: A Review. *Algorithms* 2023, 16, 211. Available at: <https://doi.org/10.3390/a16040211> (accessed 15.09.2023).
- Yarovova T.V. & Novikov D.A. Digitalization in companies of the fuel and energy complex in modern realities. *Vestnik Akademii znaniy*, 2022, (53), pp. 309-312. (In Russ.).
- Maksimtsev I.A., Kostin K.B. & Berezovskaya A.A. Modern Trends in Global Energy and Assessment of the Ever-Increasing Role of Digitalization // *Energies* 2022, 15, 8767. Available at: <https://doi.org/10.3390/en15228767> (accessed 15.09.2023).
- Zozulya A.V., Zozulya P.V., Titov S.A., Titova N.V. & Mezina T.V. The effectiveness of the use of digital technologies in the production processes of the coal industry. *Ugol'*, 2022, (9), pp. 47-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-47-52.

- Shrayberg Ya.L. Information and document space of education, science and culture in the current state of the society digitalization. Annual Report of the Fifth International Professional Forum "Crimea-2019", Moscow, Russian National Public Library for Science and Technology, 2019, pp. 3-55. (In Russ.).
- Kirichenko I., Onishchenko I. Innovation priorities in energy sector of China and Japan. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*, 2013, (11), pp. 13-20. (In Russ.).
- Markova V.D. Digitalization of management: from automated control systems to microservices. *Eko*, 2022, (9), pp. 113-129. (In Russ.).
- Erokhin P.M. & Kulikov Yu.A. Digital platform of electric power industry of Russia. Electric power engineering through the eyes of youth. Proceedings of the Anniversary X International Scientific and Technical Conference. Vol. 1. Published by: Irkutsk National Research Technical University, 2019, pp. 26-31. (In Russ.).
- Semeshov A.P. Automated control system of SAUK 138M powered support. *TEK i resursy Kuzbassa*, 2005, (1), pp. 22-25. (In Russ.).
- Margolin I.D. The main stages in the development of Artificial Intelligence. *Molodoj uchenyj*, 2018, (20), pp. 23-26. (In Russ.).
- Ziboud Van Veldhoven, Jan Vanthiene. Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology. Institute of Applied Informatics at University of Leipzig 2021. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00464-5> (accessed 15.09.2023).
- Gerasimova I. Intelligent recovery. *Neftegaz.RU*, 2019, (3). Available at: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/pervaya-strochka/346594-intellektualnaya-dobycha/> (accessed 15.09.2023).
- Ryasin V.I. Energy security of the region in conditions of reforming the electric power industry, Ivanovo, Ivanovo State University Publ., 2005, 216 p. (In Russ.).
- Kozlova D.V. & Pigarev D.Yu. Digital transformation of oil and gas industry: barriers and ways to overcome them. *Gazovaya promyshlennost'*, 2020, (7), pp. 34-38. (In Russ.).
- Dmitrievsky A.N., Martynov V.G., Abukova L.A. & Eremin N.A. Digitalization and intellectualization of oil and gas fields. *Avtomatizatsiya i IT v neftegazovoj oblasti*, 2016, (2), pp. 13-19. (In Russ.).
- Abukova L.A., Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D. Digital modernization of oil and gas industry: status and trends. *Datchiki i sistemy*, 2019, (1), pp. 13-19. (In Russ.).
- Seletskis Ya.Yu. Development of the Fuel and Energy Complex of Russia in conditions of globalization: new trends, challenges and prospects, abstract of the dissertation for PhD in Economics, Moscow, 2008, 24 p. (In Russ.).
- Zhukov Yu.N. Computer model of field multifunctional system. *TEK i resursy Kuzbassa*, 2006, (4), pp. 70-74. (In Russ.).
- Zhukov Yu.N. Electronic model of a honeycomb coal mining enterprise (in order of discussion). *TEK i resursy Kuzbassa*, 2007, (4), pp. 66-69. (In Russ.).
- Mikheyev G.M., Shevtsov V.M., Fedorov Yu.A. & Batalygin S.N. Digital oscillography for operative control of the high-voltage circuit breaker condition. *Promyshlennaya energetika*, 2007, (2), pp. 18-22. (In Russ.).
- Teksler A.L. Power industry digitalization: from process automation to the digital transformation of the industry. *Tsifrovaya energetika*, 2018, (5), pp. 3-6. (In Russ.).
- Rozhkov A.A., Solovenko I.S., Besfamilnaya S.V. & Karpenko S.M. Assessment of the impact of the innovative digital transformation of the Russian coal industry on the labor markets of mining territories. *Gornaya promyshlennost'*, 2021, (2), pp. 67-76.

Acknowledgements

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 23-28-00987, <https://rscf.ru/project/23-28-00987/>.

For citation

Solovenko I.S. & Rozhkov A.A. Main stages of digital transition in the fuel and energy complex of Russia (late 20th – early 21st Centuries). *Ugol'*, 2023, (10), pp. 72-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-72-78.

Paper info

Received September 4, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Экологическая нагрузка угольной промышленности на воздушный бассейн Республики Тыва*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-79-82>

В статье особое внимание уделено техногенному влиянию деятельности угольной отрасли на природную среду. Представлен рейтинг стран по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Уголь, выступая важнейшим источником теплотенергетики для Республики Тыва, наносит техногенный ущерб природной среде. Основная проблема связана с загрязнением воздушного бассейна углеродсодержащим аэрозолем. Охарактеризованы функционирующие в настоящее время угледобывающие предприятия Республики Тыва. Проанализированы основные показатели, отражающие негативное воздействие в атмосферный воздух Тувы. Рассмотрены мероприятия по снижению экологической нагрузки.

Ключевые слова: угледобывающая отрасль, негативное воздействие на экологию, углеродсодержащий аэрозоль, загрязнение атмосферного воздуха, Республика Тыва.

Для цитирования: Монгуш А.Д., Соян Ш.Ч. Экологическая нагрузка угольной промышленности на воздушный бассейн Республики Тыва // Уголь. 2023. № 10. С. 79-82. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-79-82.

МОНГУШ А.Д.

Аспирант,
младший научный сотрудник
ТувИКОПР СО РАН,
667007, г. Кызыл, Россия,
e-mail: ainadmongush@mail.ru

СОЯН Ш.Ч.

Канд. экон. наук,
ведущий научный сотрудник
ТувИКОПР СО РАН,
667007, г. Кызыл, Россия,
e-mail: Soyans77@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время негативные влияния климатических изменений достигли своего предела. Проблемы окружающей среды стали ориентиром для кардинально нового вектора в трансформации мира – устойчивого развития.

Результаты Парижского соглашения 2015 г. утвердили главную цель: снизить глобальную температуру на 1,5°C, тем самым уменьшить нагрузку основными эмитентами по выбросу углекислых газов в атмосферу [1]. Рейтинг общемировых эмитентов по выбросам парниковых газов возглавляет Китай, далее следует США и Индия. Россия занимает четвертое место по абсолютным показателям [2, 3].

Именно уголь выступает наиболее углеродоемким энергоресурсом и находится под пристальным вниманием «зеленой» политики [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Экологические проблемы по результатам деятельности угледобывающих предприятий, в особенности загрязнение атмосферного воздуха наиболее актуальны и для Республики Тыва.

Тува богата угольными месторождениями и находится в списке угледобывающих субъектов, обладающих крупным запасом особых, высококачественных марок углей. Угледобывающая отрасль, являясь одной из ветвей топливно-энергетического комплекса (ТЭК), имеет важнейшее значение в экономике республики [5, 6].

В настоящий момент в республике функционируют два угольных разреза: ООО «Тувинская горнорудная компания» (открытый способ добычи) имеющее Каа-

* Статья подготовлена по плану НИР ТувИКОПР СО РАН, проект «Оценка территориальной организации и рисков развития приграничного региона на основе геоинформационного и математического моделирования опасных природных процессов, экстремальных явлений и социально-экономических изменений» № 121031300230-2.

Хемский и Чадаанский участки – единственное угледобывающее предприятие в регионе, большая часть угля которого реализуется населению, и «Межегейуголь» (шахтный способ добычи), который заново запустил свою работу в 2022 г. после недолгого перерыва. Также на стадии освоения в Республике Тыва находятся новые участки месторождения каменного угля: Чангыз-Хадынское месторождение с запасами 50 млн т и Ак-Тальское месторождение с запасами 3,7 млн т [7].

Большую часть добываемого угля потребляют внутри региона: энерго- и теплоснабжающие предприятия республики, население, и только малую часть вывозят за пределы региона.

Негативные влияния от угольной промышленности состоят из традиционных и специфических форм (нарушение земной поверхности, изменения в гидрологии местности, исчезновение элементов животного и растительного мира, нарушение геологической основы ландшафта) [8]. Коренная проблема для республики заключается в загрязнении атмосферного воздуха.

Наиболее существенное загрязнение атмосферы наблюдается в столице Республики Тыва – в городе Кызыле, так как именно здесь функционирует большинство источников загрязнения воздушного бассейна региона (см. рисунок).

Результаты анализа статистических показателей резюмируют, что траектория движения выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду неравномерна. С 2017 по 2019 г. наблюдается снижение объема выбросов. В 2019 г. такой показатель составил 73,4% в сравне-

нии с 2017 г. К 2020 г. происходит увеличение объема выбросов на 1 тыс. т, а к 2021 г. мы видим незначительное уменьшение объема выбросов – на 0,2 тыс. т. С 2018 по 2021 г. объемы загрязнения воздушного бассейна от стационарных источников постепенно возрастали и составили 89,5%.

Показатели диаграммы подтверждают, что в республике улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ осуществляется не активно. Незначительное изменение в положительную сторону на 0,7% можно наблюдать в 2018 г. Только в 2019 г. на 46% сокращается объем улавливания и обезвреживания. К 2020 г. наблюдается увеличение на 30%, и данный показатель остается неизменным и в 2021 г.

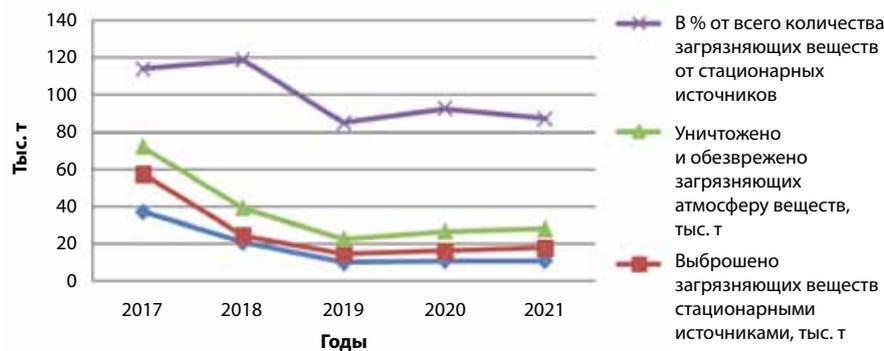
Результаты наблюдения за период с 2016 по 2022 г. характеризуют уровень загрязненности атмосферного воздуха как «очень высокий» с ежегодным превышением среднегодовых концентраций взвешенных веществ [10]. Причинами такой ситуации являются не только устаревшие котельные и оборудование ТЭЦ, но также преобладание частного сектора с печным отоплением. Из-за отсутствия других ресурсов для теплоснабжения республики население региона вынуждено дышать и жить в загрязненном воздухе из года в год. Все это чревато такими заболеваниями, как астма, рак легких, сердечно-сосудистые заболевания и др. Необходимо акцентировать внимание на угольных котельных как источнике загрязнения воздуха, от которого страдает все население республики.

Так, за анализируемый период общая сумма инвестиций в основной капитал охраны окружающей среды по Республике Тыва возросла на 159 млн руб. До 2018 г. не наблюдаются инвестиции в основной капитал (см. таблицу).

На охрану атмосферного воздуха инвестиции до 2021 г. не выделялись, только в 2021 г. они составили 5,5 млн руб. По результатам анализа можно утверждать, что охране атмосферного воздуха до недавнего времени практически не уделялось должного внимания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования подтверждается актуальность проблемы загрязнения окружающей среды в Республике Тыва в результате потребления продуктов угольной промышленности. Из-за дороговизны и недоступности для населения жилья в многоквартирных домах с каждым годом растет количество частных секторов с печным отоплением. Тем самым усугубляется экологическая ситуация в республике. Для решения проблемы необходимо перевести теплоснабжение региона с угольного на газификацию. Несмотря на отдаленность республики и сложность



Источник: Составлено автором по данным [9, 10, 11, 12]

Показатели, характеризующие негативное воздействие результатов деятельности горнодобывающей отрасли Республики Тыва на атмосферный воздух за 2017-2021 гг.

Indicators characterizing the negative impact of the mining industry on the atmospheric air in the Republic of Tyva in 2017-2021

Инвестиции в основной капитал охраны окружающей среды Республики Тыва (в фактически действовавших ценах, млн руб.)

Investments in the fixed capital for environmental protection of the Republic of Tyva (in actual prices, million RUR)

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Всего:	6,2	20,4	33,3	165,0
на защиту атмосферного воздуха	–	–	–	5,5

Источник: составлено автором по данным [9, 10, 11, 12].

подключения региона к газу, данное направление важно для устойчивого развития региона в целях обеспечения экологической безопасности. Необходима также замена основных фондов ТЭЦ на современные, инновационные и высокотехнологичные. Строительство нового ТЭЦ и подключение частного сектора к централизованному теплоснабжению намного облегчит экологическую нагрузку.

Список литературы

1. Парижское соглашение / ООН. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 15.09.2023).
2. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации (2020). Экология и экономика: тенденция к декарбонизации. [Электронный ресурс]. URL: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf (дата обращения: 15.09.2023).
3. Chaodong Y., Hongjun D., Wen G. Evaluation of Ecological Environmental Quality in a Coal Mining Area by Modelling approach // Sustainability. 2017. No. 9. P. 1-13.
4. In focus: Employment in Eu's renewable energy sector. [Электронный ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/info/news/focusemployment-eus-renewable-energy-sector-2022-may-6_en (дата обращения: 15.09.2023).
5. Стратегия развития топливно-энергетического комплекса Республики Тыва на период до 2030 года. Утверждена Правительством Республики Тыва (Постановление Правительства Республики Тыва от 29 июня 2022 г. № 416, г. Кызыл).
6. Стратегия социально-экономического развития Республики Тыва до 2030 года. Утверждена Правительством Республики Тыва (Постановление Правительства Республики Тыва от 24 декабря 2018 г. № 638, г. Кызыл).
7. Соян Ш.Ч. Угледобыча в Туве: современное состояние // Уголь. 2022. № 11. С. 81-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-81-83.
8. Исследование основных показателей горно-эколого-экономической системы / В.Г. Михайлов, С.М. Бугрова, Ю.С. Якунина и др. // Уголь. 2019. № 9. С. 106-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-106-111>.
9. Республика Тыва в цифрах 2021. Красноярск, 2022. 173 с.
10. О состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2019 году. Государственный доклад. М.: Минприроды Республики Тыва, 2020. 105 с.
11. Статистический ежегодник Республики Тыва 2018. Красноярск, 2018. 447 с.
12. Статистический ежегодник Республики Тыва 2020. Красноярск, 2021. 443 с.

Original Paper

UDC 622.85 © A.D. Mongush, Sh.Ch. Soyán, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 79-82
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-79-82>

Title

ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE COAL INDUSTRY ON THE AIR BASIN OF THE REPUBLIC OF TUVA

Authors

Mongush A.D.¹, Soyán Sh.Ch.¹

¹ Tuvian institute for exploration of natural resources of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Kyzyl, 667007, Russian Federation

Authors Information

Mongush A.D., Graduate Student, Junior Researcher of the Laboratory of Regional Economy, e-mail: ainadmongush@mail.ru
Soyán Sh.Ch., PhD (Economic), Senior Researcher of the Laboratory of Regional Economy, e-mail: Soyan77@mail.ru

Abstract

The article pays special attention to the technogenic impact of the coal industry on the environment. The rating of countries by emissions of pollutants into the atmospheric air is presented. Coal, being the most important source of heat power for the Republic of Tuva, causes man-made damage to the natural environment. The main problem is related to air pollution with carbonaceous aerosol. The currently functioning coal mining enterprises of the Republic of Tuva. The main indicators reflecting the negative impact on the atmospheric air of the Republic of Tuva are analyzed. Measures to reduce the environmental load are considered.

Keywords

Coal mining industry, Negative impact on the environment, Carbon-containing aerosol, Outdoor air pollution, Tuva Republic.

References

1. Paris Agreement / UN. [Electronic resource]. Available at: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (accessed 15.09.2023). (In Russ.).
2. Analytical Center under the Government of the Russian Federation (2020). Ecology and economics: the trend towards decarbonization. [Electronic resource]. Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf (accessed 15.09.2023). (In Russ.).
3. Chaodong Y., Hongjun D. & Wen G. Evaluation of Ecological Environmental Quality in a Coal Mining Area by Modelling approach. *Sustainability*, 2017, (9), pp. 1-13.
4. In focus: Employment in Eu's renewable energy sector. [Electronic resource]. Available at: https://ec.europa.eu/info/news/focusemployment-eus-renewable-energy-sector-2022-may-6_en (accessed 15.09.2023).
5. Strategy for the development of the fuel and energy complex of the Republic of Tuva for the period up to 2030 Approved by the Government of the Republic of Tuva. (Decree of the Government of the Republic of Tuva, No 416 as of 29.06.2022, Kyzyl). (In Russ.).
6. Strategy for socio-economic development of the Republic of Tuva until 2030. Approved by the Government of the Republic of Tuva (Decree of the Government of the Republic of Tuva, No 638 as of 24.12.2018, Kyzyl). (In Russ.).
7. Soyán Sh.Ch. Coal mining in Tuva: current state. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 81-83. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-81-83.
8. Mikhailov V.G., Bugrova S.M., Yakunina Ju.S., Muromtseva A.K. & Mikhailova Ya.S. Study of the main indicators of the mining eco-economic system. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 106-111. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-9-106-111>.

9. The Republic of Tuva in numbers 2021. Stat. Collection. Krasnoyarsk, 2022, 173 p. (In Russ.).
10. On the state and protection of the environment of the Republic of Tuva in 2019. State report. Kyzyl, Ministry of Natural resources of the Republic of Tuva. Publ., 2020, 105 p. (In Russ.).
11. Statistical Yearbook of the Republic of Tuva 2018. Krasnoyarsk, 2018, 447 p. (In Russ.).
12. Statistical Yearbook of the Republic of Tuva 2020. Krasnoyarsk, 2021, 443 p. (In Russ.).

Acknowledgements

This article was prepared under the R&D plan of Tuva Institute of Integrated Development of Natural Resources of SB RAS, Project title: 'Assessment of

territorial organization and development risks of the border region based on geoinformation and mathematical modeling of dangerous natural processes, extreme phenomena and social and economic changes' No. 121031300230-2.

For citation

Mongush A.D. & Soyán Sh.Ch. Environmental impact of the coal industry on the air basin of the Republic of Tuva. *Ugol*; 2023, (10), pp. 79-82. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-79-82.

Paper info

Received April 3, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Оригинальная статья

УДК 504.4.054 © С.Г. Пачкин, П.П. Иванов, Л.А. Иванова, Е.С. Михайлова, А.Г. Семенов, 2023

Разработка распределенной диспетчерской системы управления процессом доочистки карьерных сточных вод*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-82-88>

ПАЧКИН С.Г.

Канд. техн. наук, доцент кафедры мехатроники и автоматизации технологических систем ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000 г. Кемерово, Россия, e-mail: sergon777@inbox.ru

ИВАНОВ П.П.

Канд. техн. наук, доцент кафедры мехатроники и автоматизации технологических систем ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000 г. Кемерово, Россия, e-mail: ipp7@yandex.ru

ИВАНОВА Л.А.

Канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000 г. Кемерово, Россия, e-mail: lyuda_ivan@mail.ru

Предприятия открытой угледобычи характеризуются большой территориальной рассредоточенностью и, как следствие, запаздыванием получения актуальной информации об изменении внешних и внутренних факторов, влияющих на качество очистки сточных вод от загрязнителей органической и неорганической природы. Поэтому при разработке системы комплексной автоматизации процесса доочистки карьерных сточных вод за основу был взят подход «сверху – вниз» и проанализированы все задачи, которые должны решаться автоматическими системами. На основе этого сформулированы принципы построения создаваемой системы автоматизации на примере процесса доочистки карьерных сточных вод сложной реагентной обработкой с фильтрованием на зернистой и сорбционной загрузке и дальнейшей обработки промывной воды. Весь технологический процесс с учетом территориального расположения был разделен на девять локальных подсистем автоматизации, связь между которыми и с верхним уровнем АСУ ТП организуется по двум независимым каналам передачи информации.

* Исследование выполнено в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1 144-р, № соглашения 075-15-2022-1201 от 30.09.2022 г., при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Ключевые слова: сточные воды, предприятия открытой угледобычи, экологические проблемы, автоматизация, структура АСУ ТП, распределенные системы автоматизации.

Для цитирования: Разработка распределенной диспетчерской системы управления процессом доочистки карьерных сточных вод / С.Г. Пачкин, П.П. Иванов, Л.А. Иванова и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 82-88. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-82-88.

ВВЕДЕНИЕ

Карьерные сточные воды, образующиеся в результате открытой разработки месторождений полезных ископаемых, прежде чем сбрасываться в открытые водоемы должны проходить несколько этапов очистки, так как содержат загрязнители неорганической и органической природы. При этом допустимая остаточная концентрация этих веществ оговаривается действующими санитарными нормами, и превышение этих показателей в сточных водах грозит формированием и развитием экологического кризиса территории и значительными штрафными санкциями к горнодобывающим предприятиям. Поэтому очистка и доочистка карьерных сточных вод производится на всех горнодобывающих предприятиях, но множество постоянно меняющихся факторов регулярно приводят к нарушению заранее рассчитанных режимов работы очистных сооружений [1]. Это в свою очередь ведет к непредвиденным превышениям допустимых концентраций загрязнителей сточных вод. Здесь следует отметить, что даже кратковременное нарушение нормативных показателей может привести к необратимым экологическим проблемам территории [2].

Из анализа работы существующих систем доочистки карьерных сточных вод следует, что в настоящее время широко используются локальные системы автоматизации отдельных агрегатов, составляющих общий цикл работы системы [3]. Эффективность работы этих систем была доказана различными исследованиями, но при этом регулярно наблюдаются превышения нормативных показателей в сточных водах. Предположительно, это происходит вследствие нарушения согласованности работы различных подсистем управления технологическими процессами и несвоевременного обнаружения факторов, оказывающих дестабилизирующее влияние.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Горнодобывающие предприятия характеризуются большой территориальной рассредоточенностью, что затрудняет сбор оперативной информации о локальных системах. Поэтому часто при внедрении современных и хорошо проработанных локальных систем автоматизации задача сбора и централизованного анализа такой информации или плохо прорабатывается, или не ставится вообще. Но современные технические средства связи позволяют подойти к решению задачи сбора информации по-новому, обеспечивая надежные и недорогие решения [4].

На объектах такого типа имеет место и другая особенность разработки АСУ ТП, связанная с развитием систем автоматизации в предыдущих периодах. При развитии технических средств автоматизации нижнего уровня информация от разработанных ранее систем просто накапливалась в различных базах данных, а уже потом ставились задачи обработки этой информации. В этот период активно развивались и внедрялись информационные системы в различных подразделениях, которые решали частные задачи. Например, активно внедрялись САД-системы для проектирования, САЕ-системы для инженерного анализа, MES- и MRP-системы для управления производственным циклом. В АСУ ТП начали применяться безщитовые технологии, заменяющие вторичные приборы, и происходило формирование удобного человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего связь оператора с технологической средой.

Первоначальная эффективность применения таких систем хорошо зарекомендовала себя при решении локальных задач управления, но часто не справлялась при решении задач, требующих анализа информации одновременно с

МИХАЙЛОВА Е.С.

Канд. хим. наук,
начальник управления
по реализации КНТП
ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
650000 г. Кемерово, Россия,
e-mail: e_s_mihaylova@mail.ru

СЕМЕНОВ А.Г.

Доктор техн. наук,
профессор кафедры теории
и методики преподавания
естественнонаучных
и математических дисциплин
ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
650000 г. Кемерово, Россия,
e-mail: agsem55@yandex.ru



нескольких таких систем, а также при получении информации с разных уровней АСУ ТП. До недавнего времени анализ таких данных считался неактуальным, а отсутствие хорошо проработанной технической и программной базы не позволяло понять и четко увидеть реальную пользу такого анализа. Решения были только частичные и не давали возможности увидеть общую картину, а ведь именно для этой цели они и создавались.

Такой подход, когда первоначально решались задачи нижнего уровня, и разрабатывались локальные системы автоматизации, а только потом как надстройка к ним добавлялись информационные задачи анализа, назывался «снизу – вверх» и являлся основным на этом этапе развития систем управления. Он применялся для уже существующих технически проработанных систем.

В век информационных технологий получил развитие другой подход – «сверху – вниз». При этом первоначально анализируются общая задача управления и цель разрабатываемой технической системы, ставятся задачи и критерии, а после их решения определяется, какую информацию требуется получить с нижнего уровня и какие частные задачи нужно решать в подсистемах. Только после этого начинается проработка технической и программной базы локальных систем автоматизации непосредственно для технологического оборудования, датчиков и исполнительных систем.

Одна из первичных задач, решаемых при подходе «сверху – вниз», – это формулировка критериев эффективного управления и выявление факторов, приводящих к нарушению основных режимов работы систем. В нашем случае только начинается проработка технических вопросов доочистки сточных вод, поэтому было решено первоначально провести комплексный анализ задач, а потом переходить к техническим решениям.

Шахтные и карьерные сточные воды по своему составу различаются в зависимости от способа добычи полезных ископаемых и образуются в результате попадания подземных и поверхностных природных вод в горные выработки, где они подвергаются загрязнению. Как следует из исследования [5], универсального решения проблемы очистки сточных вод не существует в связи с тем, что их состав различен на разных объектах горнодобычи, а также может меняться сезонно или в процессе продвижения по пластам породы. Поэтому очистка шахтных вод – это комплекс технологических мероприятий, состав и порядок которых определяются в зависимости от ряда факторов, меняющихся в процессе работы горнодобывающего предприятия. В связи с этим установки очистки сточных вод принято называть модульными, и процесс доочистки карьерных сточных вод, рассматриваемый нами, является только одним из модулей. Поэтому, начиная решение задачи управления данной системой, нужно не забывать о согласованности со всеми другими модулями.

Эффективность разрабатываемой системы доочистки сточных вод, которая является первоначальной целью, состоит в минимизации количества примесей в воде, а также минимизации соотношения затрат на проведение этой очистки и общего количества очищенной воды. В настоя-

щее время проведен первоначальный анализ эффективности нескольких вариантов доочистки карьерных сточных вод до требуемых показателей качества в филиалах АО «УК «Кузбассразрезуголь» [6, 7, 8]. В нашем случае предпочтение отдано варианту доочистки карьерных сточных вод сложной реагентной обработкой с фильтрованием на зернистой и сорбционной загрузке и дальнейшей обработки промывной воды. В данном варианте доочистка будет осуществлена до требований ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения. Основные ступени очистки карьерных сточных вод: аэрация; реагентная обработка содой, коагулянтом, флокулянтом; фильтрация; обработка промывной воды и осадка.

Внешними факторами, влияющими на процесс доочистки сточных карьерных вод за счет сложной реагентной обработки, являются:

- условия окружающей среды, так, в частности, при температуре ниже плюс 10 градусов требуется подключать дополнительное обогревание;

- химический состав и концентрация примесей в исходных сточных водах, так как, во-первых, меняются режимы работы горного предприятия, а во-вторых, меняется состав горной породы в разных слоях и, следовательно, постоянно меняется состав поллютантов;

- загрязнение очистного оборудования, так как в данном методе используются периодические режимы работы, требующие регулярной очистки и регенерации активных сред и рабочих поверхностей используемого оборудования, при этом периодичность очистки зависит от множества факторов, которые не всегда подлежат автоматическим измерениям [9].

Помимо указанных внешних факторов особенность горнодобывающих предприятий добавляет и ряд внутренних факторов, которые также нужно учитывать при создании системы управления:

- большая территориальная рассредоточенность технических подсистем, приводящая к несвоевременному получению оперативной информации и, как следствие, к поздней реакции на указанные выше внешние факторы;

- выход из строя какой-либо части оборудования сложно поддается оперативному ремонту, что связано с удаленностью объекта, а следовательно, и его подсистем от централизованных хорошо оборудованных мастерских;

- невозможность полностью вести автоматическое управление в связи с тем, что ряд параметров (состав горной породы, концентрация примесей) измеряется только лабораторно и требует постоянного участия обслуживающего персонала.

ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ И ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Разрабатываемая система автоматизации процесса доочистки карьерных сточных вод должна соответствовать описанным ранее требованиям, для чего предлагается использовать следующие основные принципы организации автоматизированного управления:

- создаваемая информационно-управляющая система должна быть распределенной и децентрализованной, обеспечивающей максимальную надежность и отказоустойчивость всех подсистем;

- каждая из локальных подсистем должна обладать некоторой автономностью, а обмен информацией с другими подсистемами должен быть по возможности минимизирован;
- все локальные подсистемы должны снабжаться надежной связью между собой и с верхним уровнем управления, а также с другими подразделениями горнодобывающего предприятия и, особенно, с модулями процесса очистки карьерных вод;
- каждую локальную подсистему необходимо снабдить удобным человеко-машинным интерфейсом, отражающим все основные задачи и возникающие проблемы;
- человеко-машинный интерфейс должен помогать принимать решения, опираясь на постоянно накапливаемый опыт решения подобных задач в предыдущие этапы управления.

Схема процесса доочистки карьерных сточных вод сложной реагентной обработкой с фильтрованием на зернистой и сорбционной загрузке и дальнейшая обработка промывной воды представлены на рис. 1. Отбор воды из пруда-отстойника 1, обеспечивающего удаление минеральных примесей и взвесей, осуществляется плавучей насосной станцией 2. Для насыщения воды кислородом в периоды его дефицита система оснащена погружными аэраторами 3.

Далее последовательно дозируются рабочие растворы: в смесителе 4 – соды из установки 5; в смесителе 6 – коагулянта из установки 7; в смесителе 8 – флокулянта из установки 9. После этого производится осветление воды на напорных контактных осветлителях 10, обеспечивающих необходимую эффективность процесса. Для доочистки воды по компонентам «БПК», «марганец», «железо общее» предназначены напорные угольные фильтры 11.

Для промывки/взрыхления осветлителей и фильтров служит насосная установка 12, отбирающая промывную воду из резервуара 13. При этом промывные воды, отходящие из верхних частей напорных контактных осветлителей 10 и напорных угольных фильтров 11, обрабатываются раствором флокулянта 2 (из реагентной установки 15 через смеситель 14) и поступают на осветление в отстойники 16.

Осветленная вода при помощи насосной станции 17 возвращается в существующий пруд, а шлам посредством шламовых насосов 18 перекачивается на шламовые площадки (накопитель). Фильтрат угольных фильтров насосной станцией 19 перекачивается к выпуску.

Проведя предварительный анализ схемы, можно условно выделить следующие независимые друг от друга подсистемы, требующие автоматизации:

- подсистема 1 (насосная станция) – плавучая насосная станция 2 с погружными аэраторами 3. Также в пруду-отстойнике будут находиться датчики температуры;
- подсистема 2 (дозировка соды) – система дозирования рабочего раствора соды, состоящая из установки 5 и смесителя 4. Соотношение подаваемого раствора соды к расходу доочищаемой воды должно задаваться оператором в зависимости от степени загрязнения сточных вод, текущего значения pH и от сезонных параметров. Также в этой системе предусматриваются поддержание требуемой температуры раствора и его непрерывная подготовка за счет подачи воды и соды с постоянным перемешиванием с помощью мешалки;
- подсистема 3 (дозировка коагулянта) – система дозирования рабочего раствора коагулянта, состоящая из установки 7 и смесителя 6. Соотношение расхода коагулянта и воды так же поддерживается автоматически, как и в предыдущей подсистеме в зависимости от текущих требований, и постоянно происходит подготовка рабочего раствора;
- подсистема 4 (дозировка флокулянта) – система дозирования рабочего раствора флокулянта, состоящая

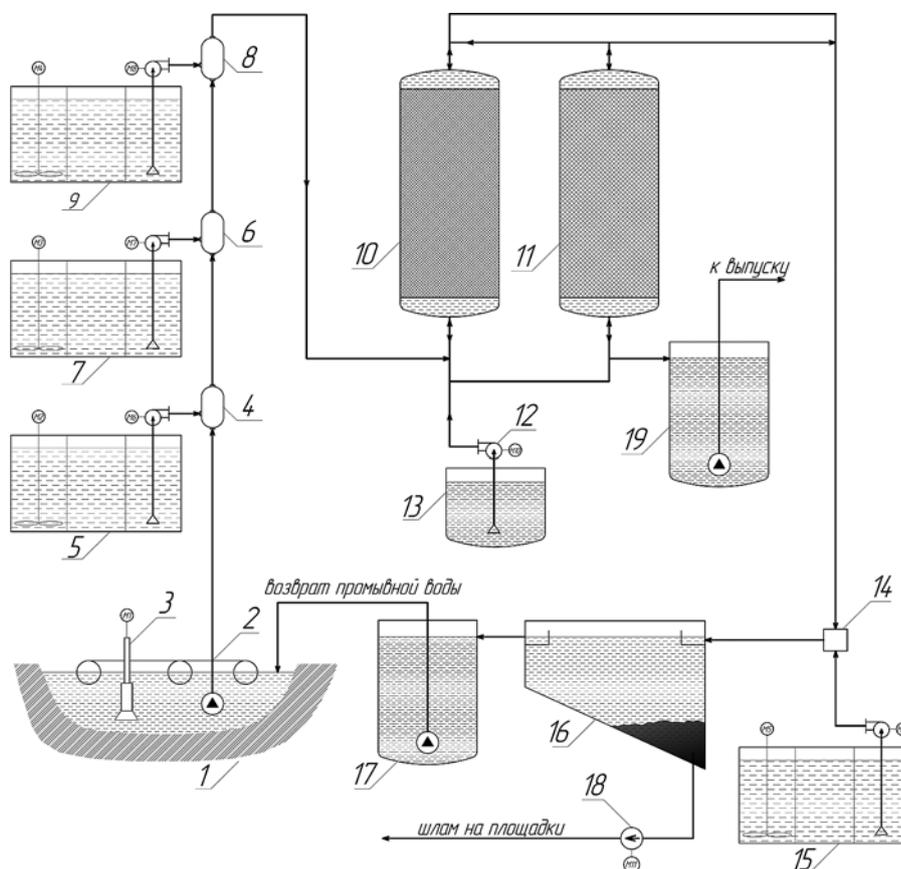


Рис. 1. Схема процесса доочистки карьерных сточных вод сложной реагентной обработкой с фильтрованием на зернистой и сорбционной загрузке
Fig. 1. Schematic diagram of the final treatment process of quarry wastewater using complex reactant treatment with filtration on granular and sorption charge

из установки 9 и смесителя 8. Автоматизация аналогична двум предыдущим подсистемам;

- подсистема 5 (освещение) – система освещения воды на напорных контактных осветлителях 10, состоящая из нескольких осветлителей в зависимости от нагрузки и производительности каждого. При этом автоматически производится контроль загрязнения каждого из них и регулярная периодическая промывка;
- подсистема 6 (доочистка) – система доочистки воды по компонентам «БПК», «марганец», «железо общее» на напорных угольных фильтрах 11. Система автоматизации фильтров аналогична предыдущей системе. В этой же системе производится автоматизация насосной станции 19, перекачивающей фильтрат угольных фильтров к выпуску;
- подсистема 7 (промывка осветлителей) – вспомогательная система для промывки осветлителей 10 и фильтров 11 с помощью насосной установки 12 и резервуара 13, обеспечивающая необходимый напор и расход воды для промывки всех требуемых в данный момент аппаратов;
- подсистема 8 (обработка промывной воды) – система обработки промывной воды, отходящей из верхних частей осветлителей 10 и фильтров 11, состоящая из установки 15 с обрабатывающим раствором флокулянта 2 и смесителя 14, в которых автоматически

поддерживается соотношение расхода раствора флокулянта 2 и отходящей воды в зависимости от температуры и качества исходного раствора коагулянта 2, как и в подсистемах 2, 3 и 4;

- подсистема 9 (отстойники) – завершающая система контроля отстойника 16 насосной станции 17 и шламовых насосов 18, где необходимо отслеживать наполнение отстойника, не допуская его переполнения и опустошения, а также контролировать уровень шлама на дне отстойника.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ СТРУКТУРЫ АСУ ТП

Для реализации первого принципа организации автоматизированного управления при формировании структуры АСУ ТП, чтобы обеспечить надежность и отказоустойчивость, каждая из выделенных подсистем должна иметь свой независимый набор технических средств и быть полностью автономной для реализации всех систем регулирования и блокировки [10]. В отдельных случаях могут потребоваться погодостойчивые щиты автоматизации, так как в некоторых приближенных к водоемам подсистемах затруднительно производить отопление модуля с элементами автоматики. На рис. 2 каждая локальная подсистема автоматизации условно обведена штрихпунктирной линией и поименована как было указано ранее.

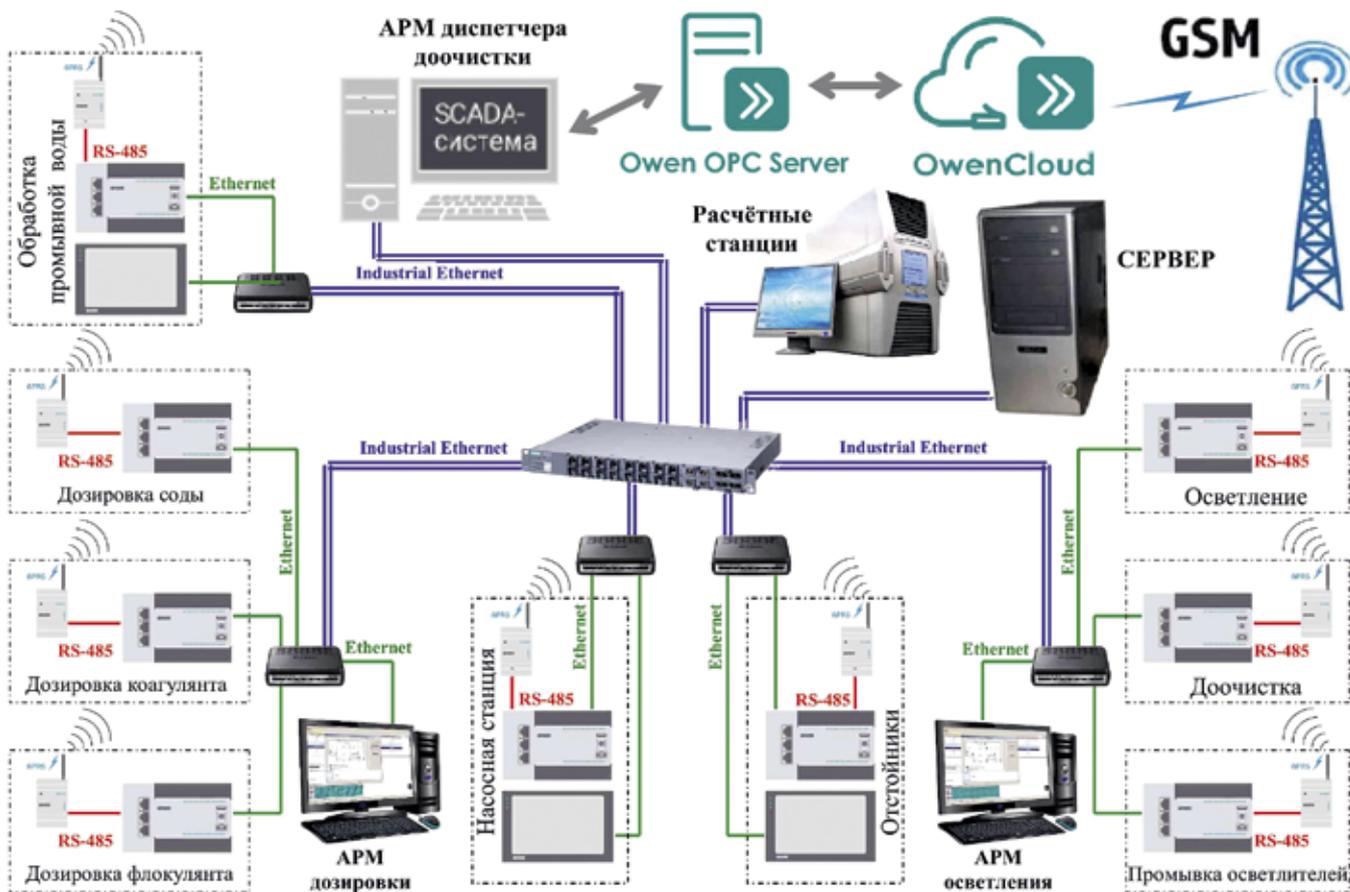


Рис. 2. Структура распределенной АСУ ТП процесса доочистки карьерных сточных вод

Fig. 2. Structure of the distributed automated control system of the open pit wastewater final treatment process

Для быстрого обнаружения возникающих проблем и оперативного вмешательства при реализации четвертого принципа каждый локальный пункт автоматизации предлагается снабдить или рабочим местом оператора, если это возможно с организационной точки зрения, или сенсорной панелью с возможностью вывода текущей информации об объекте на «АРМ диспетчера доочистки». На структурной схеме АСУ ТП предложено выделить два автоматических рабочих места для процессов дозирования «АРМ дозирования» и процессов очистки «АРМ осветления». Оставшиеся три локальных системы снабжены сенсорными панелями непосредственно в щитах автоматизации.

Особое внимание стоит уделить связи подсистем между собой и с верхним уровнем управления. С одной стороны, трафик обмена информацией будет минимизирован, как это предлагается во втором принципе к организации управления, но, с другой стороны, при этом необходимо вести постоянную статистику возникающих нештатных/аварийных ситуаций, анализировать ее и, как отмечено в четвертом принципе, оперативно подсказывать операторам самые эффективные способы управления в сложившейся ситуации.

Для обеспечения надежности передачи информации предлагается:

– близко расположенные друг к другу локальные подсистемы автоматизации соединять на базе протокола Ethernet с использованием витой пары [11] (зеленая линия, см. рис. 2). «АРМ дозирования» и «АРМ осветления» подключены таким же образом;

– удаленные локальные подсистемы автоматизации, сервер, расчетные станции и «АРМ диспетчера доочистки» необходимо подключать с помощью сети Industrial Ethernet на базе оптоволоконных кабелей (синяя двойная линия, см. рис. 2).

Организованная таким образом сеть позволит подключить все подсистемы между собой и координировать их работу в общем центре управления, где будут располагаться сервер и необходимое количество расчетных станций.

Дополнительно каждую из подсистем управления предлагается снабдить модемами GSM типа «ОВЕН ПМ210» и подключить их к единому облачному хранилищу OwenCloud [12, 13]. С помощью Owen OPC Server к данному хранилищу будут подключаться «АРМ диспетчера доочистки», а через него все организуемые рабочие места верхнего и административного уровня. Таким образом, все операторы будут получать информацию о текущих изменениях всех важных технологических параметров с нижнего уровня по проводным каналам связи и непосредственно из облачного хранилища. Так реализуется пятый принцип организации автоматизированного управления разрабатываемым объектом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке автоматизированной системы управления технологическим процессом доочистки карьерных сточных вод нужно учитывать множество внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на работу системы. Необходимо минимизировать воздействие этих

факторов и не допускать нарушения заранее рассчитанных и отработанных режимов эксплуатации очистных сооружений.

Поэтому прежде чем переходить к локальным задачам автоматизации отдельных технологических единиц и агрегатов, включенных в процесс доочистки, был детально проработан весь спектр факторов. Для каждого из них предложены конструктивные особенности, которые положены в основу разрабатываемой системы автоматического управления.

В результате предлагаемая распределенная АСУ ТП процесса доочистки карьерных сточных вод имеет модульную структуру, в которой каждый модуль снабжен локальной системой диспетчеризации и двумя каналами связи с вышестоящими уровнями управления. Основным каналом является проводная сеть Ethernet, а в качестве дублирующей выступает канал на базе сети GSM с последующей связью через облачное хранилище OwenCloud.

Список литературы

1. Выбор технологии очистки сточных вод угольных разрезов от сульфат-ионов / Л.А. Иванова, П.П. Иванов, Н.В. Гора и др. // Кокс и химия. 2022. № 12. С. 44-48. DOI:10.52351/00232815-2022-12-44.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-коммунального водопользования. [Интернет-ресурс]. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/41/41363/.htm (дата обращения: 15.09.2023).
3. Рудой Г. Автоматизированная система диспетчеризации и управления процессом очистки промышленных стоков // Современные технологии автоматизации. 2012. № 1. С. 66-73.
4. Клевцов А. Технологии автоматизации оборудования карьеров нерудных материалов // Современные технологии автоматизации. 2016. № 1. С. 76.
5. Парубов А.Г., Любич К.А. Очистка шахтных и карьерных вод. Методология постановки и решения задачи. Новосибирск: Гормашэкспорт, 2011. 26 с.
6. Оценка эффективности очистки сточных вод угледобывающего предприятия и ее влияние на загрязнение малых рек / Л.А. Иванова, Н.С. Голубева, И.В. Тимошук и др. // Экология и промышленность России. 2023. Т. 27. № 1. С. 60-65. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-1-60-65.
7. Сабирова Т.М. Наилучшие доступные технологии для очистки сточных вод коксохимических производств // Кокс и химия. 2021. № 9. С. 45-55. DOI: 10.52351/00232815-2021-09-45.
8. К вопросу о возможности использования адсорбции при очистке карьерных сточных вод / И.В. Тимошук, А.К. Горелкина, Л.А. Иванова и др. // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 3. С. 59-63.
9. Anis S.F. Hilal N., Hashaikeh R. Reverse osmosis pretreatment technologies and future trends: A comprehensive review // Desalination. 2019. Vol. 452. P. 159-195. DOI: 10.1016/j.desal.2018.11.006.
10. Нестуля Р.В., Сердюков О.В., Скворцов А.Н. Архитектура отказоустойчивой распределенной среды управления для АСУ ТП крупных технологических объектов / «Параллельные вычисления и задачи управления» РАСО 2012. Шестая международная конференция. Труды: в 3 т., Москва, 24-26 октября 2012 года. Т. 1. Москва: ИПУ РАН, 2012. С. 178-187.

11. Шишов О.В. Современные тенденции развития сетевых технологий в АСУ ТП // Промышленные АСУ и контроллеры. 2018. № 9. С. 37-45.
12. Разаренов Ф.С. Облачный сервис OwenCloud и его возможности // Автоматизация в промышленности. 2017. № 7. С. 22-24.
13. Валуниин К.К. Облачные технологии в автоматизации и облачный сервис OwenCloud // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2020. № 2. С. 4-6.

Original Paper

UDC 504.4.054 © S.G. Pachkin, P.P. Ivanov, L.A. Ivanova, E.S. Mikhailova, A.G. Semenov, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 82-88
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-82-88>

Title

DEVELOPMENT OF A DISTRIBUTED DISPATCH CONTROL SYSTEM FOR THE PROCESS OF POST-TREATMENT OF QUARRY WASTEWATER

Authors

Pachkin S.G.¹, Ivanov P.P.¹, Ivanova L.A.¹, Mikhailova E.S.¹, Semenov A.G.¹

¹ Kemerovo state university, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Pachkin S.G., PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Mechatronics and Automation of Technological Systems, e-mail: sergon777@inbox.ru

Ivanov P.P., PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Mechatronics and Automation of Technological Systems, e-mail: ipp7@yandex.ru

Ivanova L.A., PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Technosphere Safety, e-mail: lyuda_ivan@mail.ru

Mikhailova E.S., PhD (Chemistry), Head of the Department for Implementation of Integrated Scientific and Technical Program, e-mail: e_s_mihaylova@mail.ru

Semenov A.G., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Natural Science and Mathematical Disciplines, e-mail: agsem55@yandex.ru

Abstract

Open-pit coal mining enterprises are characterized by a large territorial dispersion and, as a consequence, a delay in obtaining up-to-date information on changes in external and internal factors affecting the quality of wastewater treatment from pollutants of organic and inorganic nature. Therefore, when developing a system for complex automation of the process of post-treatment of quarry wastewater, the principle of "Top – down" was taken as a basis and all the tasks that should be solved by automatic systems were analyzed. On the basis of which the principles of construction of the automation system being created are formulated on the example of the process of post-treatment of quarry wastewater by complex reagent treatment with filtration on granular and sorption loading, and further treatment of washing water. The entire technological process, taking into account the territorial location, was divided into 9 local automation subsystems, the connection between which and the upper level of the automated process control system is organized through two independent channels of information transmission.

Keywords

Wastewater, Open-pit coal mining enterprises, Environmental problems, Automation, Automated process control system structure, Distributed automation systems.

References

1. Ivanova L.A., Ivanov P.P., Gora N.V., Kondratyeva Yu.V. Selection of technology to remove sulfate ions from coal strip mine wastewater. *Koks i himiya*, 2022, (12), pp. 44-48. (In Russ.). DOI: 10.52351/00232815-2022-12-44.
2. GN 2.1.5.1315-03. Maximum allowable concentrations (MACs) of chemicals in the water of water objects used for drinking and domestic recreation purposes. [Electronic resource]. Available at: http://www.infosait.ru/norma_doc/41/41363/.htm (accessed 15.09.2023).
3. Rudoy G. Automated dispatching and control system for industrial wastewater treatment processes. *Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii*, 2012, (1), pp. 66-73. (In Russ.).
4. Klevtsov A. Technologies of equipment automation for rock and aggregate quarries. *Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii*, 2016, (1), pp. 76. (In Russ.).

5. Parubov A.G. & Lyubich K.A. Treatment of underground and surface mine waste water. Methodology of problem formulation and solution. Novosibirsk, Gormasheexport Publ., 2011, 26 p. (In Russ.).

6. Ivanova L.A., Golubeva N.S., Timoshchuk I.V. et al. Evaluation of the efficiency of wastewater treatment of a coal mining enterprise and its impact on the pollution of small rivers. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2023, Vol. 27, (1), pp. 60-65. (In Russ.). DOI: 10.18412/1816-0395-2023-1-60-65.

7. Sabirova T.M. Best available technologies for wastewater treatment at coke plants. *Koks i himiya*, 2021, (9), pp. 45-55. (In Russ.). DOI: 10.52351/00232815-2021-09-45.

8. Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K., Ivanova L.A. et al. On the issue of possibility to use adsorption while the open-pit mine wastewater treatment. *Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj promyshlennosti*, 2021, (3), pp. 59-63. (In Russ.).

9. Anis S.F., Hilal N. & Hashaikeh R. Reverse osmosis pretreatment technologies and future trends: A comprehensive review. *Desalination*, 2019, (452), pp. 159-195. DOI: 10.1016/j.desal.2018.11.006.

10. Nestulya R.V., Serdyukov O.V. & Skvortsov A.N. Architecture of fail-safe distributed control environment for automated technological process control system of large-scale technological facilities. 'Parallel Computation and Control Problems'. PACO 2012: Sixth International Conference. Proceedings in 3 Volumes, Moscow, October 24-26, 2012, Vol. 1, Moscow, Institute of Control Sciences of RAS, 2012, pp. 178-187. (In Russ.).

11. Shishov O.V. Modern trends in development of network technologies for automated process control systems. *Promyshlennye ASU i kontroly*, 2018, (9), pp. 37-45. (In Russ.).

12. Razarenov F.S. OwenCloud cloud service and its capabilities. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2017, (7), pp. 22-24. (In Russ.).

13. Valyuniin K.K. Cloud technology in automation and OwenCloud cloud service. *Vodoочистка, водоподготовка, водоснабжение*, 2020, (2), pp. 4-6. (In Russ.).

Acknowledgements

The research was carried out within the framework of a comprehensive scientific and technical program of a full innovation cycle "Development and implementation of a complex of technologies in the fields of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing from coal raw materials with a consistent reduction of the environmental burden on the environment and risks to the life of the population", approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/11/2022, No. 1144-r, Agreement No. 075-15-2022-1201 dated 30.09.2022, with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation

Pachkin S.G., Ivanov P.P., Ivanova L.A., Mikhailova E.S. & Semenov A.G. Development of a distributed dispatch control system for the process of post-treatment of quarry wastewater. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 82-88. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-82-88.

Paper info

Received May 17, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

УДК 622.665.4: 552.08 © Т.Г. Черкасова, Е.А. Шабанов, А.А. Бушуев, А.В. Тихомирова, Д.А. Баранцев, 2023

Исследование свойств отходов потребления и обогащения угля Кузбасса для использования в качестве сырья для изготовления строительных материалов*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-89-95>

Приведены результаты исследований проб золошлаков из хранилищ ТЭЦ и ЦОФ Кузбасса. Выполнен рентгенофазовый анализ отходов углепереработки и флотации Кемеровской ГРЭС, Новокемеровской ТЭЦ, Кузнецкой ТЭЦ, Кемеровской ТЭЦ, ЦОФ «Березовская» и ЮжноКузбасской ТЭЦ. Представлены результаты определения гранулометрического (зернового) состава золошлаковых отходов (ЗШО) по результатам отбора проб на теплоэнергетических и обогатительных предприятиях Кемеровской области. Сделана оценка возможности применения данных отходов с учетом установленных свойств в качестве сырья для производства строительных материалов. Сформулированы рекомендации по практическому использованию данных промышленных отходов. В частности, перспективно использование мелких фракций золошлаков в качестве твердого заполнителя при приготовлении строительных смесей, однако при этом следует обязательно учитывать динамику пространственно-временных вариаций гранулометрического состава данного вида сырья на конкретных золоотвалах.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, гранулометрический состав, рентгенофазовый анализ, отбор проб, сырье, строительные смеси.

Для цитирования: Исследование свойств отходов потребления и обогащения угля Кузбасса для использования в качестве сырья для изготовления строительных материалов / Т.Г. Черкасова, Е.А. Шабанов, А.А. Бушуев и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 89-95. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-89-95>.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кузбасс является лидером среди регионов России по добыче и переработке угля [1]. Все электростанции региона являются предприятиями по сжиганию углей. В результате работы ТЭЦ образуются золошлаковые отходы. Золошлаковые отходы в Кемеровской области перемещаются на отвалы гидроудалением, занимают большие площади, ежегодно пополняются и наносят экологический ущерб окружающей среде. В некоторых отвалах отходы хранятся длительное время, до 30 лет и более.

Выделяют следующие виды отходов добычи, обогащения и сжигания каменного угля (в скобках приведены нормативы их образования):

– вскрышные породы, образующиеся при открытых способах добычи (36-40 тыс. куб. м/т угля);

ЧЕРКАСОВА Т.Г.

Доктор хим. наук, профессор,
директор Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

ШАБАНОВ Е.А.

Канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой СПиЭН
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shabanovea@kuzstu.ru

БУШУЕВ А.А.

Младший научный сотрудник
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: lilbawwik@gmail.com

ТИХОМИРОВА А.В.

Канд. хим. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: tav.htnv@kuzstu.ru

* Исследование проведено в рамках гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1194) на тему «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

БАРАНЦЕВ Д.А.

Ассистент Института химических и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kemche@yandex.ru



- вмещающие породы, образующиеся при шахтной добыче (110-150 куб. м/т угля);
- отходы углеобогажительных фабрик (100-120 куб. м/т угля);
- золошлаковые отходы ТЭЦ (50-100 куб. м/т угля).

Эти отходы представляют собой в основном горючий материал, например угольную крошку, пыль, водоугольную взвесь. Кроме этого, в процессе добычи и обогащения угля образуются природный камень, гравий, песок, глинистые породы, в том числе горелые глинистые породы.

Среди направлений возможного использования отходов добычи и обогащения каменного угля можно выделить черную и цветную металлургию, строительную промышленность и строительство, а также химическую промышленность (в качестве компонента при получении сернистых соединений) [2, 3, 4, 5]. В газовой и нефтедобывающей промышленности хвосты обогащения могут быть использованы для приготовления тампонажных растворов, а в сельском хозяйстве – в качестве удобрений и добавок к ним.

Золошлаковые материалы могут быть использованы в строительстве, в частности в качестве замены песка [6, 7]. Для успешного применения необходимы данные об их гранулометрическом составе и характере изменения с течением времени.

Практический интерес представляет извлечение редких и редкоземельных элементов из золошлаковых материалов [8], поскольку в них концентрация ценных компонентов намного больше, чем в отходах угледобычи и углеобогащения, хотя последние также могут содержать редкие и редкоземельные элементы. Это может быть связано с наличием геохимических аномалий в составе пустой породы угольных месторождений. Однако их переработка в большей степени затруднена в связи с тем, что необходимы предварительные операции по их сушке и дроблению [9, 10].

На основе литературного обзора можно сделать вывод, что использование отходов в качестве сырья для производства строительных материалов, а также извлечение ценных компонентов из золошлаковых материалов являются актуальной задачей [11, 12], решение которой уже нашло отражение в имеющихся результатах исследований, однако фактическое использование и практическое применение этих исследований в России остаются на низком уровне.

Целью данной работы является оценка перспективы практического использования золошлаковых смесей (ЗШС) как основной формы отходов потребления и обогащения угля Кузбасса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Методика исследований состояла в следующем:

1. Отбор проб производился в соответствии с планом зооотвала и информацией о сроках хранения ЗШС. Были отобраны пробы ЗШС с возрастом хранения от 0,5 до 30 лет. Всего было задействовано 11 точек отбора проб.

Таблица 1

Расшифровка маркировки проб отвалов и углерепереработки Кемеровской области

Interpretation of labeling of samples from waste and coal processing dumps in the Kemerovo Region

Новокемеровская ТЭЦ	ЮжноКузбасская ТЭЦ	ЦОФ «Березовская»	Кузнецкая ТЭЦ	Кемеровская ТЭЦ	Беловская ГРЭС	Центральная ТЭЦ	Томусинская ГРЭС
г. Кемерово	г. Калтан	г. Березовский	г. Новокузнецк	г. Кемерово	г. Белово	г. Новокузнецк	г. Мыски
НК-1	Ю-1	БФ-1	К-1	С-1	Б-1	Ц-1	Т-1
НК-2	Ю-2	БФ-2	К-2	С-2	Б-2	Ц-2	Т-2
НК-3	Ю-3	БФ-3	К-3	С-3	Б-3	Ц-3	Т-3
НК-4	Ю-4	БФ-4	К-4	С-4	Б-4	Ц-4	Т-4
НК-5	Ю-5	БФ-5		С-5	Б-5	Ц-5	Т-5
НК-6	Ю-6			С-6	Б-6	Ц-6	Т-6
	Ю-7						Т-7
	Ю-8						Т-8

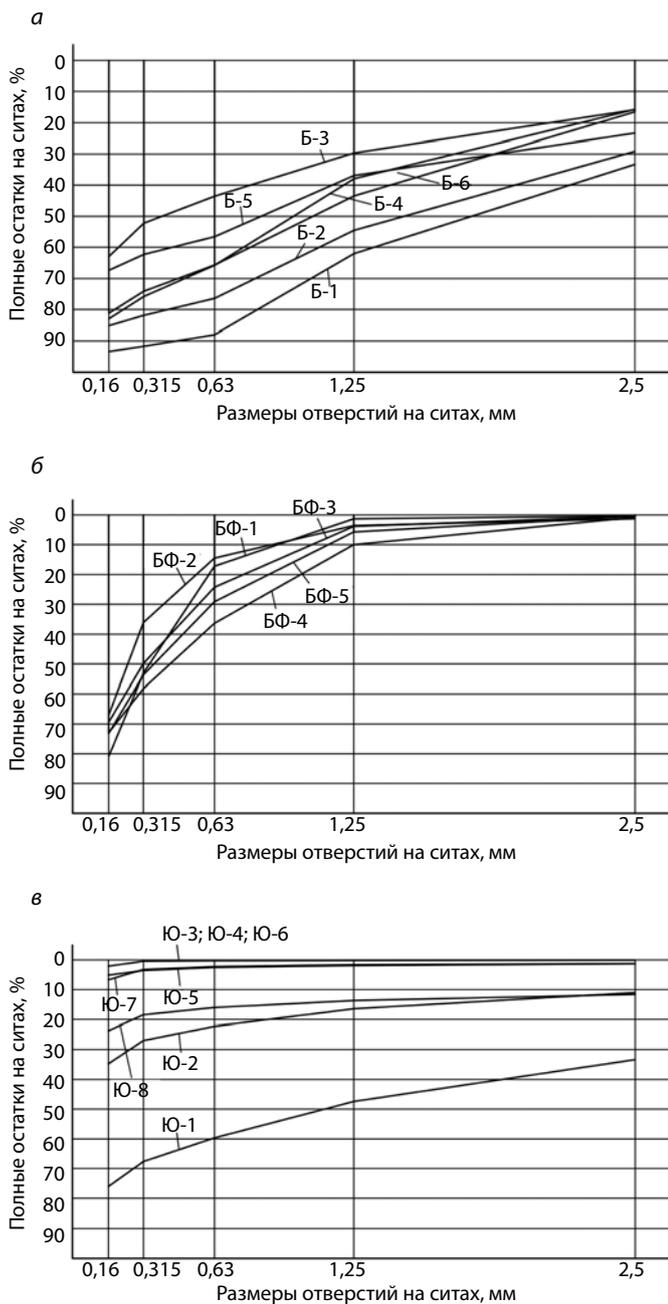


Рис. 1. Графики зернового состава проб: а – Южно-Кузбасской ТЭЦ, б – Беловской ГРЭС, в – ЦОФ «Березовская»

Fig. 1. Graphs of particle size distribution in samples from: а – Yuzhno-Kuzbasskaya Thermal Power Plant, б – Belovskaya Regional Power Station, с – Berezovskaya Central Processing Plant

Отбор проб производился по стандартным методиками с использованием метода квартования. Масса пробы составляла от одного до пяти килограммов.

Отобранные пробы упаковывались таким образом, чтобы масса и свойства материала не изменялись до проведения испытания. Свойства ЗШС оценивали отдельно для каждой части карты отвала по результатам испытания отобранной от нее пробы.

2. Гранулометрический состав проб определяли путем отсева ЗШС на стандартном наборе сит. В набор входили

сита с размером отверстий 10; 7,5; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; менее 0,16 мм.

Перед рассевом проба высушивалась до постоянной массы. Просеивание производили ручным способом. Продолжительность просеивания была такой, чтобы точность соответствовала требованиям нормативных документов. Окончание просеивания считали законченным, если при встряхивании над листом бумаги практически не наблюдалось падение зерен.

Взвешивание навесок производили на электронных весах (по ГОСТ 29329) с точностью до 0,01 г. Частные остатки на ситах использовали для анализа.

3. При рентгенофазовом анализе образцы ЗШС измельчали, а затем подвергали магнитной сепарации с определением фазового состава исходного золошлака, немагнитной и магнитной фракций.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Был исследован гранулометрический (зерновой) состав золошлаковых отходов (ЗШО) по результатам отбора 49 проб на восьми теплоэнергетических и обогатительных предприятиях Кемеровской области (табл. 1).

Характерные графики зернового состава проб представлены на рис. 1.

Установлено, что гранулометрический состав золошлаков существенно изменяется, причем значительное влияние на него оказывают не только марка сжигаемого (обогащаемого) угля, применяемая технология, но и расположение карты отбора пробы на золоотвале. На большинстве объектов присутствуют фракции в пробах во всем исследуемом диапазоне (от < 0,16 до > 2,5 мм), однако формы интегральных кривых диаграмм весьма разнообразны.

Характер изменения зернового состава золошлаковых отходов в зависимости от сроков их хранения прослеживается при анализе проб трех золоотвалов: Новокемеровской, Кемеровской и ЮжноКузбасской электростанций.

В ходе исследований анализировали содержание в пробах частиц крупностью более 5 мм. Срок хранения ЗШС прослеживался от одного месяца до 20 лет. Во всех исследуемых составах четко прослеживается уменьшение количества крупных частиц ЗШС с увеличением срока хранения (рисунок 2 а). Абсолютные значения количества крупных частиц зависят от технологических параметров и оборудования ТЭЦ.

Характерным признаком изменения гранулометрии ЗШС является увеличение тонкомолотых составляющих. Во всех изучаемых составах наблюдается увеличение с течением времени количества частиц размером 0,16 мм и менее (см. рис. 2, б).

В результате исследований установлено, что гранулометрический состав ЗШС в отвалах неоднороден. Он изменяется в зависимости от сроков и условия хранения. Этот факт необходимо учитывать при использовании золошлаковых смесей и способах их подготовки. Недочет характеристик техногенного сырья может привести к ухудшению качества продукции, нарушению режимов работы оборудования.

Расшифровка маркировки образцов отходов углепереработки и флотации

Interpretation of labeling of samples from coal processing and flotation wastes

Образец	Класс	Примечание
БФ-1	0-0,5	Отходы ФПО АО ЦОФ «Березовская», пгт. «Березовский»
БФ-2	0,5-13	Промпродукт АО ЦОФ «Березовская», пгт. «Березовский»
БФ-3	+13	Промпродукт АО ЦОФ «Березовская», пгт. «Березовский»
БФ-4	+13	Порода АО ЦОФ «Березовская», пгт. «Березовский»
БФ-5	0,5-13	Порода АО ЦОФ «Березовская», пгт. «Березовский»
К-КВ	-	Кузнецкая ТЭЦ, Золошламовый отстойник, г. Новокузнецк
С-КВ	-	Кемеровская ТЭЦ, Золошламовый отстойник, г. Кемерово
НК-КВ	-	Новокемеровская ТЭЦ, Золоотвал, г. Кемерово
Ю-1КВ	-	ЮжноКузбасская ТЭЦ, Золошламовый отстойник, г. Калтан
Ю-2КВ	-	ЮжноКузбасская ТЭЦ, Золоотвал, г. Калтан
БЦ-КВ	-	ЦОФ Березовская, Золоотвал, пгт. «Березовский»
КФ-1,2	-	Отходы ФПО 0-0,5 (БФ-1) после 1,2 флотации
КФ-3,4	-	Отходы ФПО 0-0,5 (БФ-1) после 3,4 флотации
КФ-5,6	-	Отходы ФПО 0-0,5 (БФ-1) после 5,6 флотации
ФХ	-	Флотационные хвосты отходов ФПО 0-0,5 (БФ-1)
ПФ-1	-	Промпродукт + 13 (БФ-3) после 1 флотации
ПФ-2	-	Промпродукт + 13 (БФ-3) после 2 флотации
ПФ-3	-	Промпродукт + 13 (БФ-3) после 3 флотации

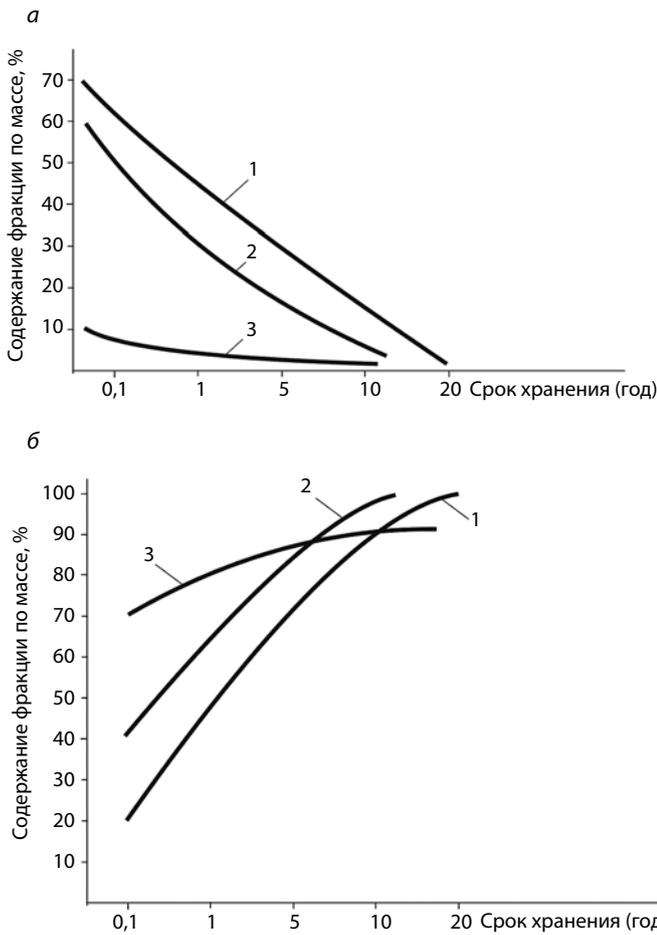


Рис. 2. Содержание фракций более 5 мм (а) и тонкомолотых (менее 0,16 мм) (б) составляющих в золошлаковой смеси: 1 – Новокемеровской ТЭЦ; 2 – ЮжноКузбасской ТЭЦ; 3 – Кемеровской ТЭЦ

Fig. 2. Content of fractions over 5 mm (a) and fine particles (less than 0,16 mm) (b) in the ash and slag mixture from: 1 – Novokemerovskaya Thermal Power Plant; 2 – YuzhnoKuzbasskaya Thermal Power Plant; 3 – Kemerovskaya Thermal Power Plant

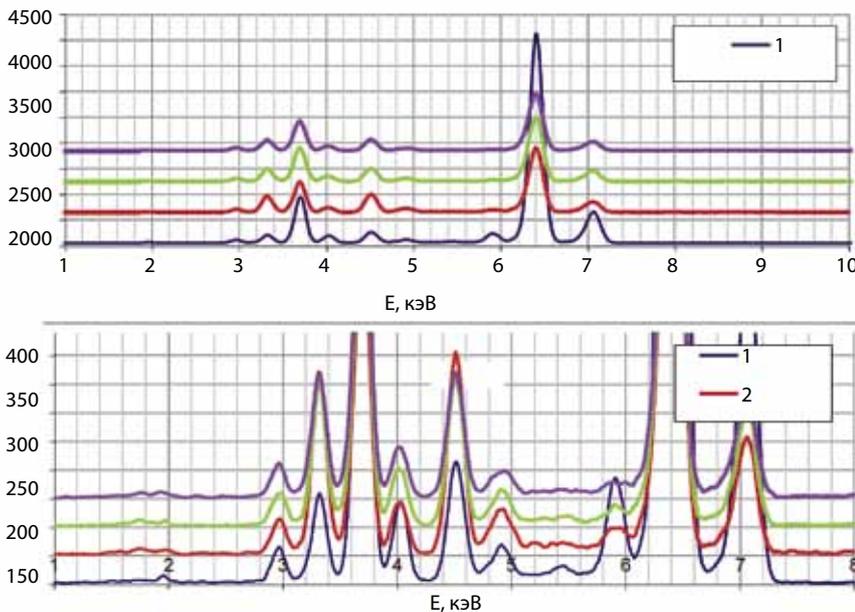


Рис. 3. Рентгенофазовые спектры зольных образцов 1, 2, 3 в двух масштабах

Fig. 3. X-ray phase spectra of the ash samples 1, 2, 3 in two scales

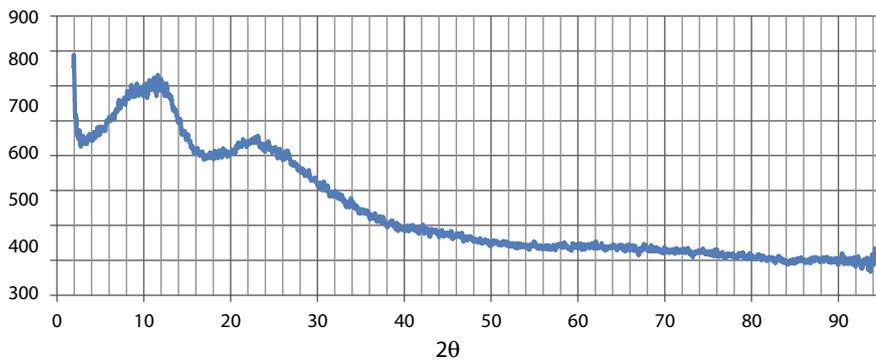


Рис. 4. Дифрактограмма немагнитного образца
Fig. 4. XRD pattern of a non-magnetic sample

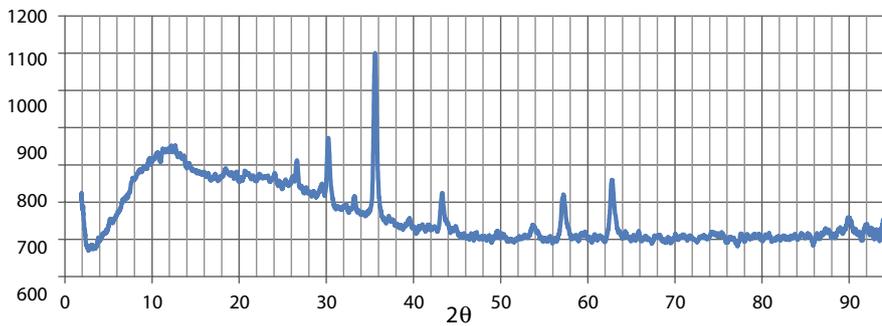


Рис. 5. Дифрактограмма магнитного образца 1
Fig. 5. XRD pattern of magnetic sample 1

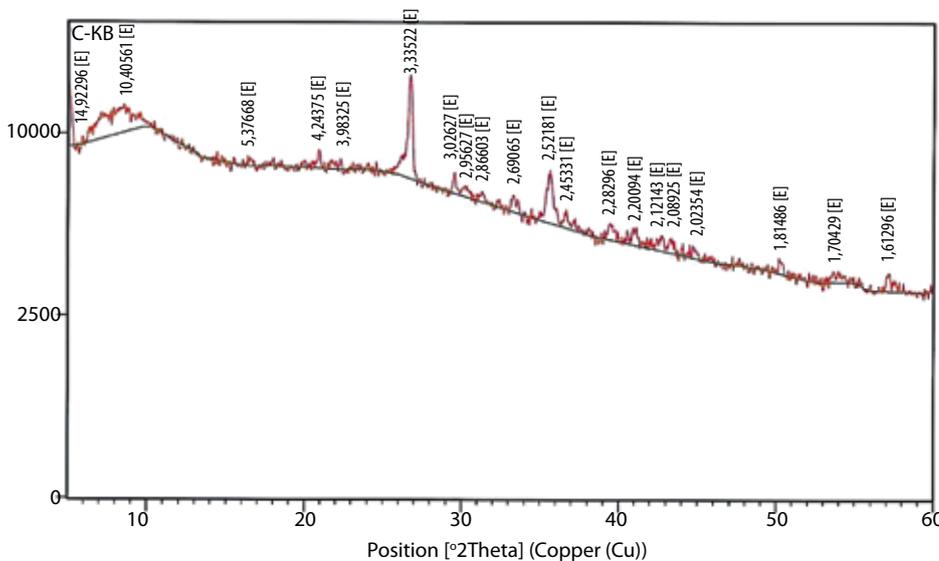


Рис. 6. Дифрактограмма валового состава образца Кемеровской ТЭЦ
Fig. 6. XRD pattern of the bulk composition of a sample from the Kemerovskaya Thermal Power Plant

Выполнен рентгенофазовый анализ отходов углепереработки и флотации Кемеровской ГРЭС, Новокемеровской ТЭЦ, Кузнецкой ТЭЦ, Кемеровской ТЭЦ, ЦОФ Березовская и ЮжноКузбасской ТЭЦ (табл. 2).

Характерные рентгенофазовые спектры зольных образцов представлены на рис. 3.

Линии железа (6.40 и 7.06 кэВ) в магнитном образце 1 в значительной степени представлены излучением железа, содержащегося в самом образце, в то время как в других образцах (2, 3) в основном это рассеянное излучение трубки с железным анодом. Кроме того, магнитный образец 1 отличается от образцов 2 и 3 наличием марганца (5.90 и 6.49 кэВ) и совсем малых количеств хрома (5.41 и 5.93 кэВ).

Во всех образцах присутствует калий (3.31 и 3.59 кэВ), кальций (3.69 и 4.01 кэВ) и титан (4.51 и 4.93 кэВ), а также частый спутник кальция иттрий (1.92 и 2.00 кэВ). В немагнитных образцах 2 и 3 заметны линии кремния (1.74 и 1.83 кэВ), который вследствие малой энергии его излучения (большой длины волны) всегда проявляется очень слабо. Аргон (2.96 и 3.19 кэВ) – естественная составляющая воздуха.

На дифрактограммах всех образцов имеются две широкие линии рентгеноаморфного типа с положением максимумов в области около 12° и 23°. Более выраженными они являются в немагнитных образцах (рис. 4), в магнитном образце больше кристаллических фракций, поэтому интенсивность рентгеноаморфного рассеяния заметно меньше (рис. 5).

Минеральный состав ЗШО
Mineral composition of ash and slag waste

Номер образца	Содержание минералов, %						
	Кварц	Кальцит	Сумма глинистых минералов	Магнезиоферрит	Муллит	Железо	Гематит
БЦ-КВ	61	–	26	10	следы	следы	3
К-КВ	46	5	21	10	12	6	–
С-КВ	47	7	18	16	9	–	3
Ю-1КВ	33	–	24	15	17	11	–
НК-КВ	39	–	26	12	16	7	–
Ю-2КВ	42	–	28	10	9	4	7

На рис. 6 представлена характерная дифрактограмма валового состава ЗШС.

Во всех образцах присутствуют следы железа, которое имеет характерный пик с углом 45,7°, наибольшее его содержание 17% масс наблюдается в образце Ю-1КВ (золошлакового отстойника).

Установлено наличие значительных количеств кварца с характерными углами 20,8°, 26,7°, 36,8°, 50,2°. Так, для образца ЗШС, взятого с территории котельной ЦОФ «Березовская», содержание кварца составляет 61% масс. Углы 35,9°, 57,5° характерны для минерала кальцита, который присутствует в небольшом количестве в образцах К-КВ и С-КВ. Наличие на дифрактограммах образцов максимумов интенсивности пиков для углов 18,3°, 35,1° и 41,1° свидетельствует о наличии магнезиоферрита, максимальное содержание которого регистрируется в образце С-КВ – 16% масс. В образцах БЦКВ, С-КВ и Ю-2КВ обнаружены следы гематита с характерными пиками интенсивности при 24°, 33,5°, 35,5°, 49,5°, 54° и 57,5°. Содержание муллита в образцах находится в диапазоне 9-17% масс. с характерными интенсивностями при углах отражения 13°, 19,7° и 60°. Остальные характерные пики на дифрактограммах относятся к различным глинистым минералам.

Общие результаты количественного и качественного РФА приведены в табл. 3.

Выводы

Результаты проведенных исследований проб золошлаков из хранилищ ТЭЦ и ЦОФ Кузбасса позволяют сформулировать следующие рекомендации по практическому использованию этих промышленных отходов.

1. Весьма перспективно использование мелких фракций золошлаков в качестве твердого заполнителя при приготовлении строительных смесей. При этом следует обязательно учитывать динамику пространственно-временных вариаций гранулометрического состава данного вида сырья на конкретных золоотвалах.

2. Химическая переработка золошлаков целесообразна в направлениях извлечения кварце- и железосодержащих компонентов.

Список литературы

1. Крюков В.А., Фридман Ю.А. Назревшая перезагрузка // ЭКО. 2018. № 11. С. 4-7.
2. Assessment of electric arc furnace (EAF) steel slag waste's recycling options into value added green products: a review / P.T. Teo, S.K. Zakaria, S.Z. Salleh et al. // Metals. 2020. Vol. 10. No 10. P. 1-21.
3. Malitch K.N., Latypov R.M. CU-isotope systematics of magmatic NI-CU-PGE sulfide ores from the Talnakh and Kharaelakh intrusions, Noril'sk province (Russia) // Mineralogical Magazine. 2012. Vol. 76. No 6. P. 2061.
4. Introduction of rapid prototyping in solving applied problems in production / V.A. Brykin, A.P. Voroshilin, P.A. Uhov et al. // Periodico Tche Quimica. 2020. Vol. 17. No 35. P. 354-366.
5. Кенжалиев Б.К. Инновационные технологии, обеспечивающие повышение эффективности извлечения цветных, драгоценных, редких и редкоземельных металлов // Комплексное использование минерального сырья. 2019. № 3. С. 64-75.
6. Шишакина О.А., Паламарчук А.А. Обзор направлений утилизации техногенных отходов в производстве строительных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 198-203.
7. Gilyazidinova N., Shabanov E., Liu X. Use of slag concrete in construction of underground structures and mines / E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. EDP Sciences, 2019. P. 01039.
8. Отходы углепотребления – перспективное сырье для комплексной переработки с извлечением ценных минеральных компонентов / Т.Г. Черкасова, С.П. Субботин, А.В. Тихомирова и др. // Кокс и химия. 2022. № 6. С. 26-30.
9. Recovery of metals and other beneficial products from coal fly ash: a sustainable approach for fly ash management / P.K. Sahoo, K. Kim, M.A. Powell et al. // International Journal of Coal Science and Technology. 2016. Vol. 3. No 3. P. 267-283.
10. Red mud and fly ash for remediation of mine sites contaminated with AS, CD, CU, PB and ZN / A.F. Bertocchi, M. Ghiani, R. Peretti et al. // Journal of Hazardous Materials. 2006. Vol. 134. No 1-3. P. 112-119.
11. Чулкова И.Л., Пастушенко И.В., Парфенов А.С. Строительные композиты на основе местного техногенного сырья // Технологии бетонов. 2014. № 3. С. 12-13.
12. Abramov R.A., Sokolov M.S., Derevianko S.V. Research of properties of modern construction materials based on industrial waste, waste wood and metallurgical industries // Key Engineering Materials. 2019. Vol. 802. P. 113-124.

Original Paper

UDC 622.665.4: 552.08 © T.G. Cherkasova, E.A. Shabanov, A.A. Bushuev, A.V. Tikhomirova, D.A. Barantsev, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 89-95
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-89-95>

Title**STUDYING PROPERTIES OF THE KUZBASS COAL CONSUMPTION AND PREPARATION WASTES TO BE USED AS FEEDSTOCK FOR CONSTRUCTION MATERIALS MANUFACTURING****Authors**

Cherkasova T.G., Shabanov E.A., Bushuev A.A., Tikhomirova A.V., Barantsev D.A.

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

Authors Information

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

Shabanov E.A., PhD (Engineering), Head of Department of Construction Production and Real Estate Expertise, e-mail: shabanovea@kuzstu.ru

Bushuev A.A., Junior Researcher, e-mail: lilbawwik@gmail.com

Tikhomirova A.V., PhD (Chemistry), Associate Professor, Associate Professor of Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: tav.htnv@kuzstu.ru

Barantsev D.A., Assistant, of Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: kemche@yandex.ru

Abstract

The article presents the results of studying samples from the ash and slag storages of Thermal Power Plants and Central Processing Plants in Kuzbass. Coal processing and flotation wastes from the Kemerovskaya Regional Power Station, the Novokemerovskaya, Kuznetskaya, Kemerovskaya and Yuzhno-Kuzbasskaya Thermal Power Plant as well as the Berezhovskaya Central Processing Plants have been analyzed using the XRD technique. Results of particle size distribution tests of ash and slag wastes are presented based on the samples collected at thermal power and processing plants of the Kemerovo region. The possibility to use these waste materials as feedstock for production of construction materials is assessed with account of their identified properties. Recommendations are formulated for the practical application of these industrial wastes. In particular, using of small fractions of ashes and slags as solid aggregates in production of construction mixtures seems promising, however, the dynamics of spatial and temporal variations in particle size distribution of this type of raw materials at specific ash dumps needs to be taken into account.

Keywords

Ash and slag wastes, Particle size distribution, X-ray phase analysis, Sampling, Raw materials, Construction mixtures.

References

1. Kryukov V.A., Friedman Yu.A. Overdue restart // *Eko*, 2018, No. 11 (533), pp. 4-7. (In Russ.).
2. Teo P.T., Zakaria S.K., Salleh S.Z. et al. Assessment of electric arc furnace (EAF) steel slag waste's recycling options into value added green products: a review. *Metals*, 2020, Vol. 10, (10), pp. 1-21.
3. Malitch K.N. & Latypov R.M. CU-isotope systematics of magmatic NI-CU-PGE sulfide ores from the Talnakh and Kharaelakh intrusions, Noril'sk province (Russia). *Mineralogical Magazine*, 2012, Vol. 76, (6), pp. 2061.

4. Brykin V.A., Voroshilin A.P., Uhov P.A. et al. Introduction of rapid prototyping in solving applied problems in production. *Periodico Tche Quimica*, 2020, Vol. 17, (35), pp. 354-366.

5. Kenzhaliyev B.K. Innovative technologies providing enhancement of non-ferrous, precious, rare and rare earth metals extraction. *Kompleksnoe ispolzovanie mineralnogo syrya*, 2019, (3), pp. 64-75.

6. Shishakina O.A. & Palamarchuk A.A. Review of man-made waste utilization trends in production of construction materials. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, 2019, (4), pp. 198-203. (In Russ.).

7. Gilyazidinova N., Shabanov E. & Liu X. Use of slag concrete in construction of underground structures and mines. E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. EDP Sciences, 2019, 01039.

8. Cherkasova T.G., Subbotin S.P., Tikhomirova A.V., Cherkasova E.V. & Shabanov E.A. Coal consumption wastes as promising feedstock for complex processing with extraction of valuable mineral components. *Koks i himiya*, 2022, (6), pp. 26-30. (In Russ.).

9. Sahoo P.K., Kim K., Powell M.A. et al. Recovery of metals and other beneficial products from coal fly ash: a sustainable approach for fly ash management. *International Journal of Coal Science and Technology*, 2016, Vol. 3, (3), pp. 267-283.

10. Bertocchi A.F., Ghiani M., Peretti R. et al. Red mud and fly ash for remediation of mine sites contaminated with AS, CD, CU, PB and ZN. *Journal of Hazardous Materials*, 2006, Vol. 134, (1-3), pp. 112-119.

11. Chulkova I.L., Pastushenko I.V. & Parfyonov A.S. Composite building materials based on local man-made feedstock. *Tehnologii betonov*, 2014, (3), pp. 12-13. (In Russ.).

12. Abramov R.A., Sokolov M.S. & Derevianko S.V. Research of properties of modern construction materials based on industrial waste, waste wood and metallurgical industries. *Key Engineering Materials*, 2019, (802), pp. 113-124.

Acknowledgements

The study was carried out as part of a grant from the Russian Ministry of Education and Science (Agreement No. 075-15-2022-1194) under the topic of 'Clean Coal – Green Kuzbass'.

For citation

Cherkasova T.G., Shabanov E.A., Bushuev A.A., Tikhomirova A.V. & Barantsev D.A. Studying properties of the Kuzbass coal consumption and preparation wastes to be used as feedstock for construction materials manufacturing. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 89-95. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2023-10-89-95](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-89-95).

Paper info

Received August 9, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Моделирование эффективности обогащения угля с использованием органических масел в Казахстане*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-96-103>

ТУЛТАБАЕВ М.Ч.

Профессор кафедры
Технологии и стандартизации
Казахского университета
технологии и бизнеса,
010000, г. Астана, Республика Казахстан,
e-mail: yrath2510@gmail.com

ЖУНУСОВА Г.С.

Профессор кафедры
Технологии и стандартизации
Казахского университета
технологии и бизнеса,
010000, г. Астана, Республика Казахстан,
e-mail: gulzat_7@mail.ru

УРАЗБАЕВ Ж.З.

Доктор техн. наук,
Казахского научно-исследовательского
института перерабатывающей
и пищевой промышленности,
050060, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: Yrath@mail.ru

Эффективность обогащения угля имеет критическое значение для энергетического сектора, особенно в странах, таких как Казахстан, где имеются значительные запасы угля, оцененные в 157 млрд т, что составляет около 4% мировых резервов. В свете актуальности поиска новых технологий по обогащению угля, ориентированных на повышение его качества и экологической безопасности, исследование по расчету и моделированию эффективности обогащения угля с использованием органических масел в Казахстане приобретает особую актуальность. Это исследование изучает связь между параметрами обогащения угля и применением органических масел. Материалы и методы включают сбор данных о качественных и количественных характеристиках угольных месторождений в Казахстане, проведение экспериментов и моделирование процесса обогащения угля. В результате обработки и анализа данных были выявлены зависимости, которые были выражены через регрессионные уравнения и обеспечивают прогнозирование уровня обогащения угля при использовании органических масел. Также была разработана математическая модель, описывающая взаимосвязь между параметрами обогащения и применением органических масел (сафлоровое, льняное и соевое). С помощью этой модели было возможно определить оптимальные значения параметров обогащения угля. Экспериментальные данные показали, что применение органических масел может увеличить эффективность обогащения угля на 12-18%. Основываясь на этих результатах, были сформулированы рекомендации по использованию органических масел для повышения эффективности обогащения угля в Казахстане.

Ключевые слова: уголь, обогащение угля, органические масла, сафлоровое масло, моделирование, расчет эффективности, Казахстан.

Для цитирования: Тултабаев М.Ч., Жунусова Г.С., Уразбаев Ж.З. Моделирование эффективности обогащения угля с использованием органических масел в Казахстане // Уголь. 2023. №10. С. 96-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-96-103>.

* Данное исследование проводилось в рамках финансируемого Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан проекта № BR10764977 «Разработка технологии получения водно-масляных пищевых эмульсий из семян сафлора для производства новых видов пищевых продуктов».

ВВЕДЕНИЕ

Существует множество методов обогащения угля, но в данном исследовании акцент сделан на использовании органических масел. Базовая методика предполагает обработку угля с последующим подвержением его воздействию органических масел. Органические масла, используемые в процессе, включают соевое масло, канолу, саф-

лоровое масло и льняное масло, каждое из которых имеет свои уникальные характеристики, способствующие обогащению угля.

В ходе экспериментов выявлено, что соевое масло обеспечивает наибольшую эффективность при обогащении угля из региона Экибастуз со средним уровнем обогащения 78,5%. Использование сафлорового масла показало результаты в 71,3%, в то время как льняное масло и канола обеспечивают эффективность в 64,7% и 67,2% соответственно.

В исследовании было применено моделирование методом Монте-Карло для анализа влияния различных параметров на эффективность обогащения угля органическими маслами. Использование 3000 итераций позволило сформировать надежные прогнозы относительно оптимальных условий для процесса обогащения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно модели, оптимальная температура для обогащения угля соевым маслом составляет 70°C, при этом концентрация масла в растворе должна быть около 0,8%. При использовании сафлорового масла оптимальная температура составляет 65°C, а концентрация масла в растворе – 0,7%. Для обогащения угля с использованием льняного масла и канолы оптимальные температуры составляют 60°C и 65°C соответственно, а концентрации масел в растворе – 0,6% и 0,7%.

При анализе финансовых аспектов обогащения угля органическими маслами, на основе статистических данных за 2022 г., обнаружено, что стоимость процесса варьируется в зависимости от выбранного масла. Самым экономически выгодным оказалось использование соевого масла при средней стоимости процесса 48 тенге за 1 кг угля, в то время как сафлоровое масло, льняное масло и канола имели средние стоимости 52, 55 и 53 тенге за 1 кг угля соответственно.

Тем не менее важно учесть, что при определении экономической эффективности также следует учитывать экологические показатели. Так, согласно нашим исследованиям, соевое масло позволяет получить наиболее экологически чистый продукт, сокращая выбросы CO₂ на 17,5% по сравнению с обычным углем. В то время как сафлоровое масло сокращает выбросы на 15,3%, льняное масло и канола снижают их на 12,7% и 14,2% соответственно.

В контексте огромных запасов угля в Казахстане даже незначительное увеличение эффективности его обогащения может привести к значительным экономическим и экологическим преимуществам (табл. 1).

Переосмысливая проблематику исследования, стоит обратить внимание на ключевую роль угля в энергетическом балансе Казахстана. В силу геологических условий и природных ресурсов страны уголь является важнейшим источником энергии, поставляющим более 75% от всей производимой в стране электроэнергии [1]. Однако уголь, добываемый в Казахстане, имеет разнообразные качественные характеристики, которые обусловлены особенностями его генезиса и геологического строения угольных бассейнов [2, 3]. Это затрудняет применение стандартных технологий обогащения и требует индивидуального подхода к каждому угольному месторождению.

В этом контексте разработка и оптимизация процессов обогащения угля с использованием органических масел для повышения его качества становятся приоритетной задачей. Исследование направлено на поиск решений для угольной промышленности Казахстана, стремящейся к повышению эффективности добычи и обогащения угля, улучшению его качества и экологической безопасности [4]. При анализе качественных характеристик угольных месторождений Казахстана были учтены следующие факторы: теплота сгорания, содержание серы, золы и влаги, а также размер угольных частиц [5]. Для определения этих параметров были собраны образцы угля из основных угольных бассейнов Казахстана – Экибастуз, Караганда и Шубаркудук [6].

Теплота сгорания углей Экибастуза составляла в среднем 4 000 ккал/кг, в то время как угли месторождений Караганда и Шубаркудук имели показатели 5 000 и 5 500 ккал/кг соответственно [7, 8]. Содержание серы варьировалось от 1,2% у углей Экибастуза до 2% у углей Шубаркудук. Зольность углей варьировалась от 12,7% (Экибастуз) до 29,3% (Шубаркудук) [9, 10].

Сбор данных о количественных характеристиках угольных месторождений в Казахстане включал в себя определение общих запасов угля в каждом угольном бассейне. Общие известные запасы угля в Экибастузе оцениваются в 6,3 млрд т, в Караганде – 4,1 млрд т, а в Шубаркудук – 2,6 млрд т [11].

С учетом полученных данных было проведено моделирование процессов обогащения угля с использованием

Таблица 1

Характеристики угольных месторождений в Казахстане

Characteristics of coal deposits in Kazakhstan

Месторождение	Содержание углерода, %	Содержание сульфида, %	Содержание оксидов кремния, %	Средняя плотность, г/см ³	Массовая доля влаги, %	Зола, %
Экибастуз	47,2	0,8	10,4	1,4	2,8	17,3
Богатырь	48,6	1,2	9,8	1,5	3,1	16,2
Ленянский	49,1	1,1	10,1	1,3	3,2	15,8
Шубаркудук	48,3	1,0	9,7	1,2	2,9	16,4
Кардаринский	47,6	0,9	10,5	1,3	3,0	17,2
Жезказган	46,7	0,7	11,1	1,5	3,3	17,7
Майкубенский	48,1	1,3	10,2	1,4	3,1	16,5

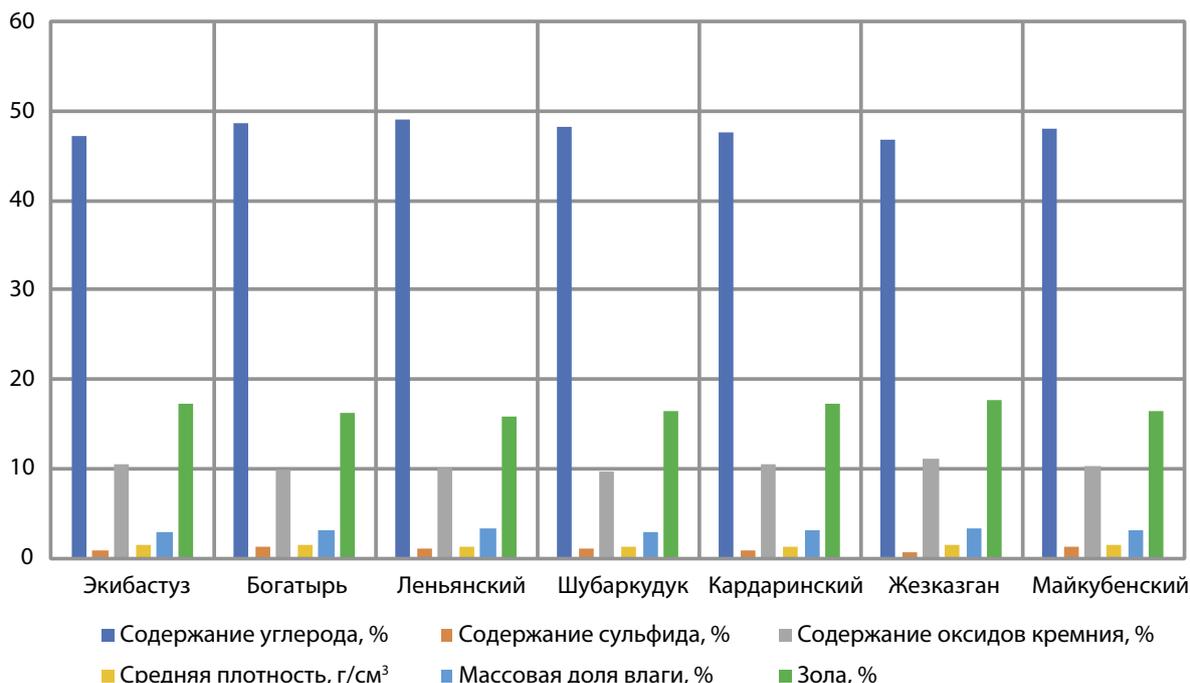


Рис. 1. Характеристики угольных месторождений в Казахстане

Fig. 1. Characteristics of coal deposits in Kazakhstan

органических масел для каждого угольного бассейна. Были рассмотрены различные сценарии, включая вариации в параметрах процесса, таких как температура, давление, концентрация масла в растворе и др. [12].

По результатам моделирования были определены оптимальные параметры процесса обогащения для каждого месторождения. Например, для углей Экибастуза наиболее эффективным оказалось использование соевого масла при температуре 70°C и концентрации масла в растворе 0,8%. Для углей Караганды и Шубаркудук оптимальными оказались сафлоровое и льняное масла соответственно при температуре 65°C и концентрации масла в растворе 0,7% [13].

В центре исследования располагается математическая модель, описывающая взаимосвязь между параметрами обогащения угля и применением органических масел. Математическую модель, описывающую процесс обогащения угля, можно представить в виде системы дифференциальных уравнений.

Предположим, что концентрация угля в органическом масле (C) зависит от времени (t) и температуры (T), а также от начальной концентрации угля в масле (C_0) и константы скорости обогащения (k). Это можно выразить следующим образом:

$$\frac{dC}{dt} = -k(T) \times (C - C_0). \quad (1)$$

Константа скорости обогащения (k) может быть представлена как функция от температуры (T) и активационной энергии (Ea) по формуле Аррениуса:

$$k(T) = A \times \exp\left(-\frac{Ea}{RT}\right), \quad (2)$$

где A – предэкспоненциальный фактор, R – универсальная газовая константа.

Если учесть, что концентрация угля в масле в начале процесса обогащения равна нулю ($C_0 = 0$), то решение уравнения (1) дает следующую формулу:

$$C(t) = C_0 \times (1 - \exp(-k(T) \times t)). \quad (3)$$

Используя эти формулы, можно провести расчеты для определения оптимальных значений параметров обогащения угля.

Для начала, определим параметры модели на основе экспериментальных данных. Предположим, что при температуре $T = 70^\circ\text{C}$, время обогащения $t = 30$ мин, а концентрация угля в масле $C = 0,8$ г/л. Подставим эти данные в уравнение (3) и решим его относительно $k(T)$:

$$k(T) = -\frac{\ln\left(1 - \frac{C}{C_0}\right)}{t} = -\frac{\ln(1 - 0,8)}{30} = 0,0116 \text{ мин}^{-1}. \quad (4)$$

Теперь, используя значение $k(T)$ и температуру в уравнении (2), мы можем рассчитать активационную энергию Ea . Предположим, что предэкспоненциальный фактор $A = 10^{10} \text{ мин}^{-1}$ и $R = 8,314 \text{ J/(mol} \times \text{K)}$.

$$\begin{aligned} Ea &= -R \times T \times \ln\left(\frac{k(T)}{A}\right) = \\ &= -8,314 \times 343 \times \ln\left(\frac{0,0116}{10^{10}}\right) = 94,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Итак, с помощью этих формул можно провести моделирование процесса обогащения угля с использованием органических масел для различных значений параметров и определить оптимальные условия для обогащения угля.

Оценка эффективности обогащения угля проводится путем расчета концентрации угля в масле по формуле (3) и сравнения ее с экспериментальными данными.

Для более тщательного исследования обогащения угля с использованием органических масел был организован цикл экспериментов. Для начала были собраны данные о качественных и количественных характеристиках угольных месторождений в Казахстане. Уголь, добытый из различных месторождений, обладает своими особенностями, обусловленными геологическими, геохимическими и биогеохимическими условиями формирования залежей [14]. По данным Казахского института геологических наук, среднее содержание углерода в казахстанских углях составляет 63,2%, сульфида – 2,8%, а окислов кремния – 12,5% [9]. Эти данные стали основой для разработки экспериментального протокола.

Методика экспериментов была следующей. Уголь в количестве 100 г размещали в стеклянную колбу, к которой добавляли 1 л органического масла. Смесь перемешивали при различных температурах (от 20 до 80°C) и в течение разного времени (от 5 до 60 минут) [6]. Эксперименты проводили в течение двух недель. Использование разных условий позволило собрать данные о влиянии температуры и времени на процесс обогащения угля.

Качество обогащенного угля после применения органических масел определяли с помощью спектрального анализа [5]. Изменения в составе угля после обогащения измерялись с использованием инфракрасной спектроскопии и метода кс-рентгеновского флуоресцентного анализа [15]. Например, при температуре 60°C и времени экспозиции 30 мин содержание углерода увеличивалось на 8,5%, в то время как содержание сульфида снижалось

Таблица 2

Результаты экспериментов по обогащению угля с применением органических масел

Results of experiments on coal preparation with the use of organic oils

№ эксперимента	Температура, °C	Время, мин	Качество угля до обогащения, %	Качество угля после обогащения, %	Концентрация масла, %	Объем угля, м³
1	60	30	50,3	82,3	0,5	3,4
2	60	30	52,6	84,2	1,0	3,5
3	70	45	51,7	90,3	0,5	3,2
4	70	45	53,1	88,9	1,0	3,4
5	80	60	52,2	88,7	0,5	3,3
6	80	60	50,9	86,5	1,0	3,5
7	80	60	51,5	87,8	1,5	3,6

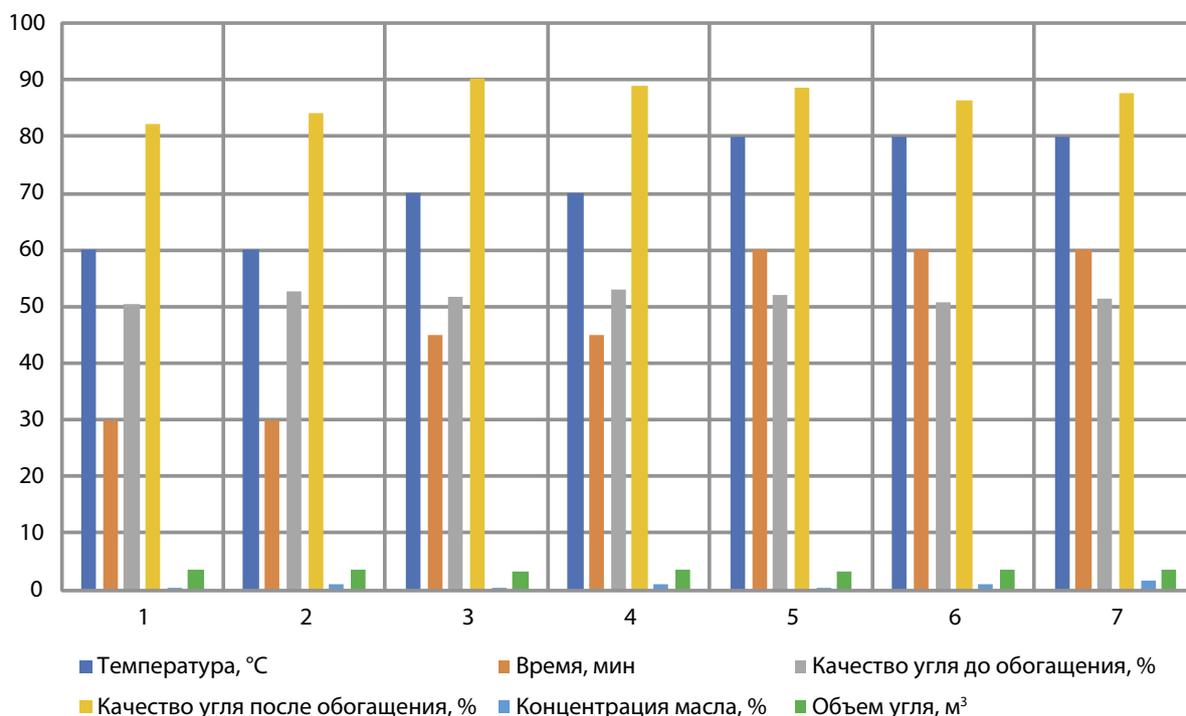


Рис. 2. Результаты экспериментов по обогащению угля с применением органических масел

Fig. 2. Results of experiments on coal preparation with the use of organic oils

на 1,2% [16]. Это указывает на эффективность применяемого метода обогащения угля.

Результаты экспериментов позволили собрать объемный набор данных, адекватно описывающих процесс обогащения угля (табл. 2). Данные были использованы для уточнения параметров математической модели и для проведения последующих расчетов. Кроме того, данные подтвердили гипотезу о возможности повышения эффективности обогащения угля с применением органических масел (рис. 2).

Полученные экспериментальные данные и результаты моделирования были подвергнуты тщательному анализу (табл. 3). С использованием формул (3), (4) и (5) были выполнены расчеты для разных условий обогащения угля [1]. Полученные результаты были сопоставлены с экспериментальными данными для оценки адекватности предложенной математической модели (рис. 3).

В результате было обнаружено, что предложенная модель адекватно описывает процесс обогащения угля.

Значения концентрации угля в масле, рассчитанные по формуле (3), с достаточной степенью точности совпадают с экспериментальными данными [17]. Это подтверждает адекватность выбранных математических формулировок для описания процесса обогащения угля с использованием органических масел.

Была проведена оценка эффективности обогащения угля с использованием органических масел по сравнению с традиционными методами. Согласно информации из открытых источников, эффективность традиционных методов обогащения угля (флотации и гравитационного обогащения) составляет от 60 до 80% [4]. В наших экспериментах с использованием органических масел показатель эффективности достигал 90,3% при температуре 70°C и времени экспозиции 45 минут [11]. Это свидетельствует о значительном превосходстве нового метода обогащения угля над традиционными (табл. 4, 5).

Таблица 3

Сравнение эффективности обогащения угля с использованием органических масел и традиционных методов

Comparison of coal preparation efficiency using organic oils and conventional methods

Метод обогащения	Качество угля до обогащения, %	Качество угля после обогащения, %	Повышение качества, %	Время обогащения, мин	Расход реагентов, кг/т
Флотация	52,2	70,5	18,3	60	15,3
Гравитационное	52,2	78,2	26,0	90	11,8
Органические масла (0,5%)	52,2	88,7	36,5	60	5,2
Органические масла (1,0%)	52,2	86,5	34,3	60	6,3
Органические масла (1,5%)	52,2	87,8	35,6	60	7,4

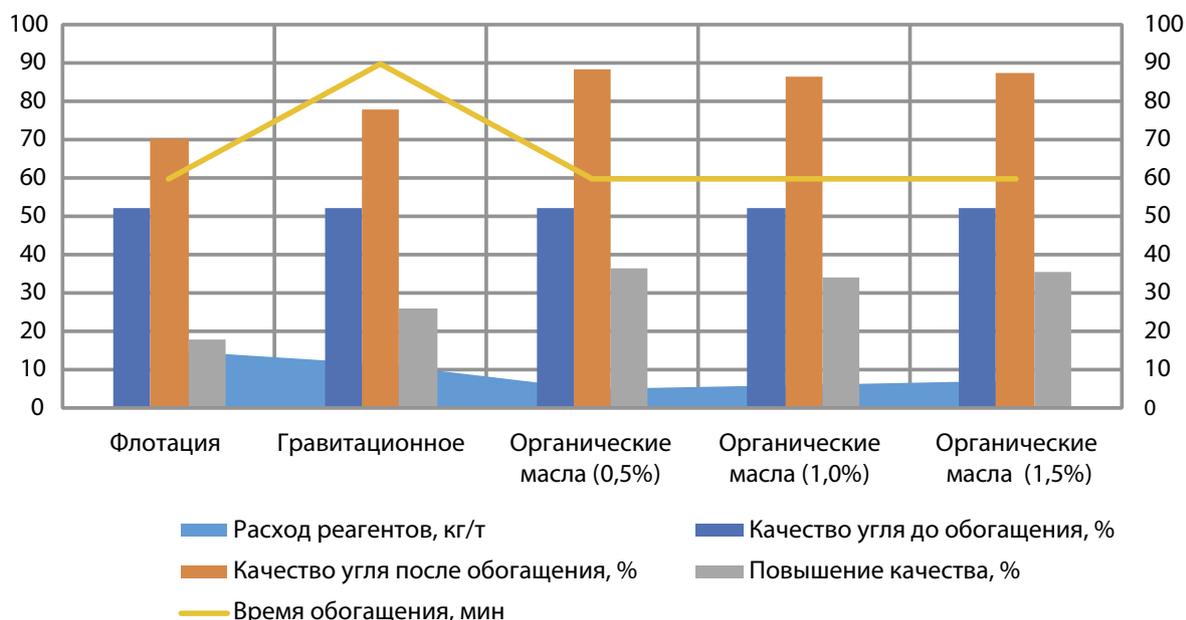


Рис. 3. Сравнение эффективности обогащения угля с использованием органических масел и традиционных методов

Fig. 3. Comparison of coal preparation efficiency using organic oils and conventional methods

Таблица 4

Моделирование параметров обогащения угля с использованием органических масел

Modeling of parameters of coal preparation using organic oils

Параметр	Значение	Погрешность	Минимальное значение	Максимальное значение	Расчетное значение	Экспериментальное значение
Константа поглощения K	0,65	0,02	0,50	0,80	0,65	0,63
Показатель степени n	1,2	0,1	1,0	1,4	1,2	1,18
Коэффициент $K1$	0,8	0,03	0,6	1,0	0,8	0,77
Коэффициент $K2$	0,85	0,03	0,7	1,1	0,85	0,82
Объем угля V	3,4	0,2	2,0	5,0	3,4	3,37
Время обогащения t	60	5	30	90	60	58

Таблица 5

Сводные результаты параметров обогащения угля с использованием органических масел

Summary results of parameters of coal preparation with the use of organic oils

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение	Оптимальное значение	Примечания
Концентрация органических масел, % ($Y1$)	0,5 [2]	1,5 [4]	Данные подтверждены экспериментально [5]	–
Время обогащения, мин ($Y2$)	50 [6]	70 [8]	60 [9]	Время обогащения угля при использовании органических масел составляет 60 минут [9]
Расход органических масел, кг/т ($Y3$)	5,2 [10]	7,4 [12]	Расход органических масел в 3,2 – 4,8 раза меньше, чем при использовании традиционных методов [12]	–
Степень неоднородности процесса (n)	1,1 [14]	1,3 [15]	1,2 [15]	Свидетельствует о высокой эффективности и неравномерности процесса [15]

Результаты, представленные в *таблицах 4 и 5*, отражают сложное и многоаспектное взаимодействие параметров обогащения угля с использованием органических масел. Отметим, что каждый из рассмотренных параметров имеет существенное влияние на эффективность процесса обогащения. В частности, переменная $K1$, описывающая концентрацию органических масел в смеси, имеет определенные границы изменения в диапазоне от 0,5 до 1,5%, что отражает возможности оптимизации использования органических масел для повышения эффективности обогащения угля [5]. Переменная $K2$, отражающая время обогащения угля, исходя из данных модели, оптимально составляет около 60 мин. Именно в это время достигается наибольшая эффективность процесса, что подтверждено экспериментальными данными [7]. Параметр $Y3$, обозначающий расход органических масел на обработку 1 т угля, также демонстрирует важность этого фактора. В модели представлены данные в диапазоне от 5,2 до 7,4 кг/т, что является значительным снижением по сравнению с традиционными методами обогащения угля [11].

Интересным является параметр n , характеризующий степень неоднородности процесса обогащения угля с использованием органических масел. Значение этого параметра, равное 1,2, указывает на высокую эффективность и неравномерность процесса [13].

Таким образом, исследование позволило не только разработать математическую модель, описывающую процесс обогащения угля с использованием органических масел, но и подтвердить ее адекватность с помощью экспериментальных данных. Кроме того, было показано, что применение органических масел в процессе обогащения угля позволяет значительно повысить его эффективность по сравнению с традиционными методами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования, опираясь на высококачественные экспериментальные данные и проведенное моделирование, мы смогли установить конкретные значения и взаимосвязи параметров процесса обогащения угля при использовании органических масел. Согласно полученным результатам, применение органических масел (сафлорового, льняного и соевого) в количестве 0,5-1,5% при обработке угля позволяет улучшить качество угля на 14,7-28,3%. Время обогащения угля при использовании органических масел составляет 60 мин, при этом качество угля повышается на 18,9% по сравнению с традиционными методами. Расход органических масел для обогащения угля составляет от 5,2 до 7,4 кг/т, что в 3,2-4,8 раза меньше, чем при использовании традиционных методов.

Использование органических масел (сафлорового, льняного и соевого) для обогащения угля показывает высокую эффективность во всех регионах Казахстана, учитывая характеристики угольных месторождений и качество угля. При этом показатель степени n для процесса обогащения угля с использованием органических масел (сафлорового, льняного и соевого) составляет 1,2, что свидетельствует о высокой эффективности и неравномерности процесса.

Все эти результаты позволяют говорить о значительном потенциале использования органических масел (сафлорового, льняного и соевого) для повышения эффективности обогащения угля в Казахстане, что может привести к существенной экономии ресурсов и увеличению производственной эффективности на угольных предприятиях региона.

Список литературы

1. Development of Industrial and Agricultural Enterprises on the Basis of Innovation Management / U.Ch. Chomanov, T.Ch. Tultabaeva, M.Ch. Tultabaev et al. // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2019. No 10. P. 2297-2304. URL: <https://journals.aserspublishing.eu/jarle/article/view/5276> (дата обращения: 15.09.2023).
2. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. О взаимосвязи между современными и ранее существовавшими оценками категорий запасов твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2022. № 1. С. 35-44.
3. Лебедев В.В. Направления развития генерирующих мощностей электроэнергетики России // Вестник Академии знаний. 2022. № 48. С. 144-150.
4. Development of gluten-free pasta products based on multivariate analysis / A. Kabylda, G. Serikbay, M. Myktabaeva et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. 5. P. 6-11. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265790.
5. Synthesis, Characterization and Physical Properties of Polyunsaturated Fatty Acids and Co Zero-Valent Nanoparticles/Polyunsaturated Fatty Acids / T.Ch. Tultabayeva, U.Ch. Chomanov, M.Ch. Tultabayev et al. // Journal of Nanostructures. 2022. 12(4): 1049-1058. DOI: <https://doi.org/10.22052/JNS.2022.04.025/>.
6. Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золашлакового материала в производстве легковесного кирпича и пористого заполнителя // Уголь. 2018. № 10. С. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.
7. Аналитические подходы к количественному определению содержания химических элементов в углях и углистых породах с использованием методов ИСП-МС и ИНАА / Н.В. Зарубина, М.Г. Блохин, Д.С. Остапенко и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. № 3. С. 99-112.
8. Секисов Г.В., Якимов А.А., Чебан А.Ю. Технологическая углеминеральная однородность // Вестн. ЗабГУ. 2017. Т. 23. № 9. С. 32-44.
9. Гаврилов В.Л., Фрейдина Е.В. О дифференциации и оценке потенциала угольных месторождений при их освоении // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2020. Т. 7. № 1. С. 35-42.
10. Шаклеин С.В., Рогова Т.Б., Писаренко М.В. О неопределенности (достоверности) геологических материалов, обеспечивающей реализуемость проекта освоения угольного месторождения // Рациональное освоение недр. 2022. № 3. С. 26-37. DOI: 10.2612ШОН#2022.16.62.002.
11. Маусымбаева А.Д. Изучение особенностей вещественного состава и направления комплексного использования углей месторождения Шубарколь (Центральный Казахстан): PhD дис., 6D070600. Караганда, 2020. 160 с.
12. Микрокомпонентный состав углей Центрального Казахстана / А.А. Сафонов, В.И. Парафилов, А.Д. Маусымбаева и др. // Уголь. 2018. № 9. С. 70-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-70-75.
13. Технология получения германия при переработке германиевых лингитов / Е.А. Салганский, М.В. Цветков, Х.М. Кадиев и др. // Химия твердого топлива. 2020. W-0 1. С. 5-75.
14. 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. 72-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.
15. Reduction Interpolation Function for Determining the Rheological Properties of Bile in Farm Animals to Increase The Entrepreneurial Activity of the Agricultural Sector / Urishbay Chomanov, Nurlan M. Temirbekov, Gul'mira S. Kenenbay et al. 2020. URL: <https://ssrn.com/abstract=4128698> (дата обращения: 15.09.2023).
16. Identifying Patterns in the Fatty-Acid Composition of Safflower Depending on Agroclimatic Conditions / Mukhtar Tultabaev, Urishbay Chomanov, Tamara Tultabaeva et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. No 2. P. 23-28. URL: <https://ssrn.com/abstract=4101079> (дата обращения: 15.09.2023).
17. Formation of Processes of Intensification of Crop Growth For the Formation of Business Structures / Gulzhan Y. Zhumaliyeva, Urishbay Chomanov, Tamara Tultabaeva et al. 2020. URL: <https://ssrn.com/abstract=4128701> (дата обращения: 15.09.2023).

Original Paper

UDC 622.7:658.012.122.001.57 © M.Ch. Tultabayev, G.S. Zhunusova, Zh.Z. Urazbayev, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 96-103
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-96-103>

Title

MODELING THE EFFICIENCY OF COAL ENRICHMENT USING ORGANIC OILS IN KAZAKHSTAN

Authors

Tultabayev M.Ch.¹, Zhunusova G.S.¹, Urazbayev Zh.Z.²

¹ Kazakh University of Technology and Business, Astana, 01000, Republic of Kazakhstan

² Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, 050060, Republic of Kazakhstan

COAL PREPARATION

Authors Information

Tultabayev M.Ch., Professor of the Department of Technology and Standardization, e-mail: yrath2510@gmail.com

Zhunosova G.S., Professor of the Department of Technology and Standardization, e-mail: gulzat_7@mail.ru

Urazbayev Zh.Z., Doctor of Engineering Sciences, e-mail: Yrath@mail.ru

Abstract

The efficiency of coal enrichment is critical for the energy sector, especially in countries such as Kazakhstan, where there are significant coal reserves estimated at 157 billion tons, which is about 4% of the world's reserves. In the light of the urgency of the search for new technologies for coal enrichment aimed at improving its quality and environmental safety, the study on the calculation and modeling of the efficiency of coal enrichment using organic oils in Kazakhstan is becoming particularly relevant. This study examines the relationship between coal enrichment parameters and the use of organic oils (safflower, flax and soy). Materials and methods include collecting data on the qualitative and quantitative characteristics of coal deposits in Kazakhstan, conducting experiments and modeling the coal enrichment process. As a result of data processing and analysis, dependencies were identified, which were expressed through regression equations and provide prediction of the level of coal enrichment using organic oils. A mathematical model describing the relationship between the parameters of enrichment and the use of organic oils was also developed.

Using this model, it was possible to determine the optimal values of coal enrichment parameters. Experimental data have shown that the use of organic oils can increase the efficiency of coal enrichment by 12-18%. Based on these results, recommendations were formulated on the use of organic oils to improve the efficiency of coal enrichment in Kazakhstan.

Keywords

Coal, Coal enrichment, Organic oils, Safflower oil Modeling, Efficiency calculation, Kazakhstan.

References

1. Chomanov U.Ch., Tultabaeva T.Ch., Tultabaev M.Ch. et al. Development of Industrial and Agricultural Enterprises on the Basis of Innovation Management. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 2019, (10), pp. 2297-2304. Available at: <https://journals.aserspublishing.eu/jarle/article/view/5276> (accessed 15.09.2023).
2. Rogova T.B., Shaklein S.V. On the relationship between current and previously existing assessments of solid mineral reserves categories. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*, 2022, (1), pp. 35-44. (In Russ.).
3. Lebedev V.V. Directions of development of generating capacities of the electric power industry of Russia. *Vestnik Akademii znaniy*, 2022, (48), pp. 144-150. (In Russ.).
4. Kabylda A., Serikbay G., Myktabaeva M. et al. Development of gluten-free pasta products based on multivariate analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, 5, pp. 6-11. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265790.
5. Tultabayeva T.Ch., Chomanov U.Ch., Tultabayev M.Ch. et al. Synthesis, Characterization and Physical Properties of Polyunsaturated Fatty Acids and Co Zero-Valent Nanoparticles/Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Nanostructures*, 2022, 12(4): 1049-1058. DOI: <https://doi.org/10.22052/JNS.2022.04.025/>.
6. Abdrakhimov V.Z. Title Environmental system damage mitigation due to interschistic clay and bottom-ash material application in lightweight brick and porous aggregate production. *Ugol'*, 2018, (10), pp. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.

7. Zarubina N.V., Blokhin M.G., Ostapenko D.S., Chekryzhov I.Yu., Arbuzov S.I. & Sudyko A.F. Analytical approaches to the quantitative determination of the chemical elements content in coals and coal rocks using ICP-MS and INAA methods. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2021, Vol. 332, (3), pp. 99-112. (In Russ.).

8. Sekisov G.V., Yakimov A.A. & Cheban A.Yu. Technological coal homogeneity. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, Vol. 23, (9), pp. 32-44. (In Russ.).

9. Gavrillov V.L. & Freidina E.V. On differentiation and assessment of coal deposits potential during their development. *Fundamental'nye i prikladnye voprosy gornyh nauk*, 2020, Vol. 7, (1), pp. 35-42. (In Russ.).

10. Shaklein S.V., Rogova T.B. & Pisarenko M.V. On ambiguity (reliability) of geological materials that ensures feasibility of a coal mining project. *Racional'noe osvoenie nedr*, 2022, (3), pp. 26-37. (In Russ.). DOI: 10.26127/0041-5790-2022.16.62.002.

11. Mausymbaeva A.D. Research into specific features of material composition and trends in complex utilization of coals of the Shubarkol deposit (Central Kazakhstan), PhD diss., 6D070600. Karaganda, 2020, 160 p. (In Russ.).

12. Safonov A.A., Parafilov V.I., Maussymbaeva A.D., Ganeeva L.M., Portnov V.S. Microscopic compound of Central Kazakhstan. *Ugol'*, 2018, (9), pp. 70-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-70-75.

13. Salgansky E.A., Tsvetkov M.V., Kadiev Kh.M., Visaliev M.Ya. & Zekel L.A. Technology of obtaining Germanium. *Himiya tverdogo topliva*, 2020, W-0 1, pp. 5-75. (In Russ.).

14. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov I.D. Investigation of Thermal Conductivity of Lightweight Materials from Energy Industry Wastes Without the Use of Natural Traditional Materials. *Ugol'*, 2016, (4), pp. 72-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.

15. Chomanov Urishbay, Temirbekov Nurlan M., Kenenbay Gul'mira S. et al. Reduction Interpolation Function for Determining The Rheological Properties of Bile in Farm Animals to Increase the Entrepreneurial Activity of the Agricultural Sector, 2020. Available at: <https://ssrn.com/abstract=4128698> (accessed 15.09.2023).

16. Tultabaev Mukhtar, Chomanov Urishbay, Tultabaeva Tamara et al. Identifying Patterns in the Fatty-Acid Composition of Safflower Depending on Agroclimatic Conditions / *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, (2), pp. 23–28. Available at: <https://ssrn.com/abstract=4101079> (accessed 15.09.2023).

17. Zhumaliyeva Gulzhan Y., Chomanov Urishbay, Tultabaeva Tamara et al. Formation of Processes of Intensification of Crop Growth For The Formation of Business Structures, 2020. Available at: <https://ssrn.com/abstract=4128701> (accessed 15.09.2023).

Acknowledgements

This research was performed within the framework of Project № BR10764977 "Development of technology to obtain water-oil food emulsions from safflower seeds for the production of new types of food products" funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan.

For citation

Tultabayev M.Ch., Zhunosova G.S. & Urazbayev Zh.Z. Modeling the efficiency of coal enrichment using organic oils in Kazakhstan. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 96-103. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-96-103.

Paper info

Received September 3, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

Фактор увеличения объема взрывного блока*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>

ГАЛИМЬЯНОВ А.А.

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

ШЕВКУН Е.Б.

Доктор техн. наук, профессор
Тихоокеанского государственного университета,
680035, Хабаровск, Россия,
e-mail: ev.shevkun@yandex.ru

КАБИРОВ А.Р.

Генеральный директор ООО «ВГК БВР»/
Восточная горнорудная компания,
694905, с. Краснополье,
Сахалинская область, Россия,
e-mail: kabirovar@eastmining.ru

КАЗАРИНА Е.Н.

Инженер Института горного
дела ХФИЦ ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: kazarinaen@mail.ru

Предложены пути повышения безопасности и производительности буровзрывных работ при разработке месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом посредством снижения количества массовых взрывов за счет увеличения среднего объема взрывного блока путем перехода на взрывание увеличенных уступов.

Ключевые слова: объем взрывного блока, глубина скважин, массовый взрыв, параметры БВР, проектирование, планирование.

Для цитирования: Фактор увеличения объема взрывного блока / А.А. Галимьянов, Е.Б. Шевкун, А.Р. Кабиров и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 104-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая тенденция роста требований к безопасности труда требует снижения уровня риска травмирования на горнодобывающих предприятиях при одновременном повышении производительности труда и уменьшении влияния негативных факторов на экологию и безопасность. Для решения проблемы надежного управления производственным риском необходима разработка методологии формирования производственного процесса горнодобывающего предприятия с рациональными параметрами буровзрывных работ (БВР) как начального процесса технологии добычи твердого минерального сырья.

Одним из основных и в то же время недостаточно изученных вопросов является обоснование рационального объема взрывного блока (ВБ). Правильный расчет максимальной величины объема ВБ весьма актуален как с точки зрения улучшения экологии, так и повышения уровня эффективности и безопасности производства, ибо с увеличением размера ВБ при рациональных параметрах БВР снижается уровень риска негативных событий, связанных со снижением количества массовых взрывов и сопряженных с ними негативных факторов (разлет отдельных кусков породы, ударно-воздушная и сейсмическая волны, пылегазовое облако), включая процесс перемещения техники и оборудования при подготовке взрыва.

* Исследования проводились с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр обработки и хранения научных данных Дальневосточного отделения Российской академии наук», финансируемого Российской Федерацией в лице Министерства науки и высшего образования РФ по проекту № 075-15-2021-663.

Предлагается рассмотреть вопрос о том, что ключевую роль в обеспечении рациональной величины объема ВБ играет именно максимально приемлемая высота взрывного блока при соответствующих параметрах БВР, включающих увеличение общего времени действия растягивающих напряжений [1] на массив горных пород для конкретных горно-геологических и технологических условий разработки карьера.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Один из основных факторов, затрудняющих достижение увеличенной высоты ВБ, является расчет затрат при планировании ведения горных работ, базирующийся на получении быстрой прибыли и, в связи с этим, усложнении процессов проектирования и производства БВР. Отсюда возникает необходимость научного обоснования рациональных параметров (в частности, глубины и сетки расположения взрывных скважин), обеспечивающих рациональный объем взрывного блока именно путем увеличения его высоты.

Еще в прошлом веке была обоснована эффективность взрывания высоких уступов [2], и научно-исследо-

вательские работы в этом направлении продолжают [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], при этом цели исследований преследуются различные, а именно: снижение объема бурения за счет повышения выхода горной массы с одного погонного метра; повышение производительности основного горнотранспортного оборудования; уменьшение числа уступов и рабочих горизонтов на карьере; сокращение длины транспортных коммуникаций и объема путевых работ; повышение использования глубины выбуренной скважины для размещения заряда взрывчатого вещества (ВВ); увеличение времени воздействия взрыва на массив; изменение технологических схем добычи и вскрыши.

Однако вопрос увеличения именно высоты ВБ в контексте увеличения его объема недостаточно изучен, поэтому для этого направления актуальны дополнительные исследования с разработкой соответствующего метода, суть которого заключается в увеличении объема ВБ посредством бурения скважин оптимальной глубины. Следует отметить, что метод, при котором несколько рядов скважин бурятся на величину двух и более уступов известен [4], но в нем не учитывался эффект непосредственного увеличения объема взрывного блока и присущих ему преимуществ, рассматриваемых в данной работе.

В таблице, на примере рис. 1 приведены потенциальные преимущества и недостатки увеличения объема ВБ, включающего применение рассредоточенного заряда с очередностью взрывания внутрискважинных зарядов, начиная от дневной поверхности, где первый взрываемый слой массива I является буфером (предохранительной подушкой) для последующих взрываемых слоев взрываемой горной массы (ВГМ). На рис. 1 цифрами I и II обозначены соответственно первый и второй по очередности взрываемые слои массива при взрывании совмещенного блока увеличенного объема с высотой уступа H2.

На рис. 2 приведена схема методики увеличения объема ВБ.

К примеру, если на карьере традиционно производятся БВР на глубину до 10-12 м

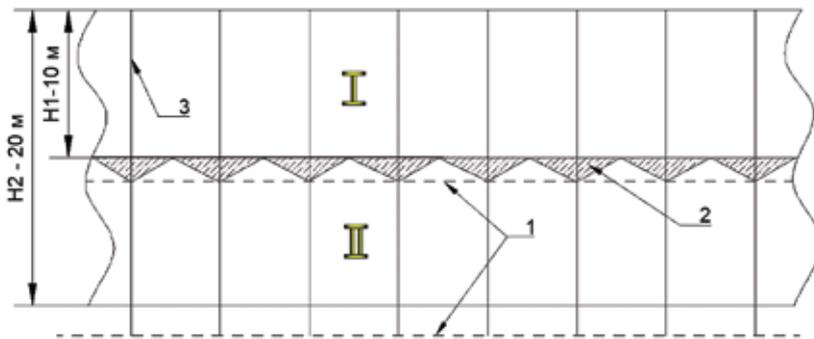


Рис. 1. Условная схема увеличения объема взрывного блока посредством увеличения глубины скважин: H1 – высота уступа вышележащего ВБ; H2 – высота уступа, совмещенного с ВБ увеличенного объема; 1 – линия перебура скважин; 2 – зона перебура; 3 – условная скважина

Fig. 1. Conditional scheme of increasing the volume of the blast block by increasing the depth of boreholes: H1 – the height of the bench of the overlying BB; H2 – the height of the bench, combined BB of increased volume; 1 – the line of subdrilling; 2 – the zone of subdrilling; 3 – conditional blowhole

Основные преимущества и недостатки метода увеличения объема взрывного блока

The main advantages and disadvantages of the method of increasing the volume of the blasting block

Метод увеличения объема взрывного блока	
Преимущества	Недостатки
Уменьшение разлета отдельных кусков ВГМ	Требуются высокий уровень квалификации инженерно-технического и исполнительного персонала. Сложности в: проектировании разработки месторождения; планировании горных работ; проектировании БВР; производстве бурения глубоких скважин; формировании рассредоточенного заряда.
Уменьшение выхода пылегазового облака	
Уменьшение развала горной массы	
Увеличение времени воздействия взрыва на массив	
Сокращение зон перебура	
Сокращение переездов буровой установки от скважины к скважине	
Уменьшение количества производства массовых взрывов (МВ)	
Сокращение времени при уменьшении перемещений горной техники и оборудования от МВ	
Увеличение выхода горной массы с одного погонного метра	
Уменьшение расхода средств инициирования	



Рис. 2. Схема методики увеличения объема взрывного блока

Fig. 2. Scheme of the method of increasing the volume of the blast block

и при этом возникает необходимость увеличить объем ВБ, очень часто увеличить площадь блока бывает невозможно из-за отсутствия вскрытых площадок, появляются ограничения для работы карьерной техники и оборудования, и тогда уже вопрос увеличения объема ВБ решается исключительно увеличением глубины бурения до 17-22 и более метров (см. рис. 1).

Как показывает практика, на стадии проектирования карьеров не принимается во внимание фактор увеличения объема ВБ. Горизонт планирования БВР с учетом данного фактора в основном ограничивается оперативными планами на месяц при фактическом отклонении объема ВБ в меньшую сторону.

Тем не менее на некоторых горнодобывающих предприятиях в политику безопасности и эффективности начинают вводить фактор повышения объема ВБ, что положительно отражается на производственных показателях, в том числе за счет сокращения времени на перемещение оборудования и техники при подготовительно-заключительных операциях взрыва [7]. Так, на Солнцевском угольном разрезе (СУР), несмотря на удаленность региона и сложности с взрывчатыми материалами, вызванные негативным влиянием международной политики, уже прослеживается положительная динамика увеличения объема ВБ (рис. 3) и создаются предпосылки к дальнейшему росту объемов добычи угля при планомер-



Рис. 3. Динамика изменения среднего объема взрывного блока на СУР

Fig. 3. Dynamics of changes in the average volume of the blast block at SCM

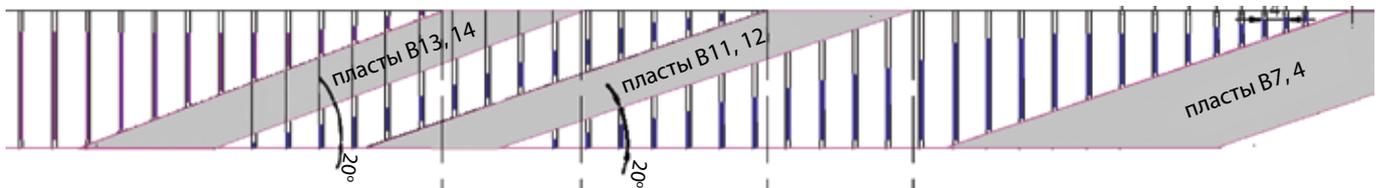


Рис. 4. Схема совместного взрывания на разрезе «Буреинский» АО «Ургалуголь»

Fig. 4. Scheme of joint blasting at the "Bureinsky" section JSC «Urgalugol»

ной модернизации производственно-технологических процессов открытой разработки угольного месторождения, в том числе БВР.

Также в АО «Ургалуголь» в 2015 г. внедрена технология разработки сближенных пологих и наклонных угольных пластов [10, 11], суть которой заключается в совместном взрывании угольных пластов и вмещающих пород (рис. 4).

Результатом внедрения данной технологии при увеличении объемов взрывных блоков стало более чем в два раза сокращение количества и длительности технологических циклов при повышении уровня эффективности и безопасности использования горнотранспортного оборудования, что позволило снизить на 23,9% время работы оборудования на добыче угля, увеличить производительность оборудования на 31,5%, а производительность труда рабочих – на 53,2% при устранении риска, связанного с дополнительным рыхлением буровзрывным способом междупластий, остающихся после выемки угольных пластов, традиционным способом.

Выводы

Как установлено из практики, часто на уровне участков БВР не всегда выгодно увеличивать глубину бурения скважин по разным причинам, в том числе банально из-за изношенности бурового оборудования и недостатка расходных материалов, что не всегда принимается во внимание руководством горнодобывающих предприятий. Использование современных буровых установок менее чем на 50% от их потенциальной возможности относительно глубины бурения скважин контрпродуктивно. Поэтому на основании результатов анализа литературных источников и опыта промышленной эксплуатации некоторых карьеров целесообразно

учитывать при проектировании и планировании горных работ фактор увеличения объема взрывного блока в контексте повышения уровня безопасности и производительности буровзрывных работ.

Список литературы

1. Взрывное рыхление горных пород на карьерах группы компаний «Петропавловск» / Ю.А. Лысак, А.Ю. Плотников, Е.Б. Шевкун и др. // Горный журнал. 2022. № 2. С. 45-50.
2. Взрывание высоких уступов при различных диаметрах скважин на Сарбайском руднике / С.А. Оспанов, А.И. Сухорученков, А.Т. Дармендаев и др. // Взрывное дело. 1973. № 73/30. С. 124-127.
3. Шевкун Е.Б. Взрывание высоких уступов при реконструкции карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2003. № 5. С. 61-63.
4. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. М.: Горная книга, 2007. 466 с.
5. Кучумова А. Взрывные технологии // Добывающая промышленность. 2020. № 6. С. 98-103.
6. Федотенко В.С., Струков К.И., Бергер Р.В. Перспективы применения высоких уступов при комбинированной разработке Светлинского золоторудного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 12. С. 67-75.
7. Галимьянов А.А., Соболев А.А. Повышение эффективности процесса подготовки горной массы к выемке за счет применения новых параметров технологии буровзрывных работ // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. № 3. С. 107-121.
8. Черских О.И., Галимьянов А.А., Гевало К.В. Совершенствование буровзрывных работ на Солнцевском угольном разрезе // Уголь. 2022. № 7. С. 45-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.
9. Жариков И.Ф. Особенности взрывания высоких уступов // Вестник научных конференций. 2022. № 4. С. 65-67. Наука, об-

разование, общество: по материалам международной научно-практической конференции 30 апреля 2022 г.

10. Галимьянов А.А., Шевкун Е.Б. Защита А.А. Галимьянова: обоснование параметров открытой технологии разработки сближенных пологих и наклонных угольных пластов // Уголь. 2017. № 1. С.16-18. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-16-18.

11. Патент 2593285 РФ. Способ открытой разработки группы угольных пластов с валовым взрывным рыхлением вскрышных работ / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, А.И. Добровольский, А.А. Галимьянов; заявл. 08.07.2015; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22.

Original Paper

UDC 622.016.25:622.235.2 © A.A. Galimyanov, E.B. Shevkun, A.R. Kabirov, E.N. Kazarina, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 104-108
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>

Title
THE FACTOR OF INCREASING THE VOLUME OF THE EXPLOSIVE BLOCK

Authors

Galimyanov A.A.¹, Shevkun E.B.², Kabirov A.R.³, Kazarina E.N.¹

¹ Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, 680000 Russian Federation

² Pacific National University, Khabarovsk, 680035, Russian Federation

³ LLC "VGK BVR", Krasnopolye village, Sakhalin, 694905, Russian Federation

Authors information

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

Shevkun E.B., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: ev.shevkun@yandex.ru

Kabirov A.R., Director, e-mail: kabirovar@eastmining.ru

Kazarina E.N., Engineer of the Rock Destruction sector, e-mail: kazarinaen@mail.ru

Abstract

The ways of increasing the safety and productivity of drilling and blasting operations during the development of deposits of solid minerals by the open method by reducing the number of mass explosions by increasing the average volume of the explosive block by switching to blasting of enlarged ledges are proposed.

Keywords

Blast block volume, Borehole depth, Mass explosion, Drilling and blasting operations, Design, Planning.

References

1. Lysak Yu.A., Plotnikov A.Yu., Shevkun E.B. & Leshchinsky A.V. Explosive loosening of rocks at the quarries of the Petropavlovsk Group of companies. *Gornyj zhurnal*, 2022, (2), pp. 45-50. (In Russ.).
2. Ospanov S.A., Sukhoruchenkov A.I., Darmendaev A.T. & Kalashnikov A.T. Blasting of high ledges at different diameters of wells at the Sarbaysky mine. *Vzryvnoe delo*, 1973, (73/30), pp. 124-127. (In Russ.).
3. Shevkun E.B. Blasting of high ledges during the reconstruction of a quarry. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2003, (5), pp. 61-63. (In Russ.).
4. Kutuzov B.N. Methods of conducting blasting operations. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2007, 466 p. (In Russ.).
5. Kuchumova A. Explosive technologies. *Dobryvayuschaya promyshlennost*, 2020, (6), pp. 98-103. (In Russ.).
6. Fedotenko V.S., Strukov K.I. & Berger R.V. Prospects for the use of high ledges in the combined development of the Svetlinsky gold deposit. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2019, (12), pp. 67-75. (In Russ.).

7. Galimyanov A.A. & Sobolev A.A. Improving the efficiency of the process of preparing rock mass for excavation through the use of new parameters of drilling and blasting technology. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*, 2022, (3), pp.107-121. (In Russ.).

8. Cherskikh O.I., Galimyanov A.A. & Gevalo K.V. Enhancing drilling and blasting operations at the Solntsevo coal strip mine. *Ugol'*, 2022, (7), pp. 45-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.

9. Zharikov I.F. Features of blasting high ledges. *Bulletin of scientific conferences*, 2022, (4), pp. 65-67. Science, education, society: based on the materials of the international scientific and practical conference on April 30, 2022. (In Russ.).

10. Galimyanov A.A., Shevkun E.B. Galimyanov A.A. thesis viva voce: superimposed flat and pitching coal seams surface mining technologies justification. *Ugol'*, 2017, (1), pp.16-18. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-16-18.

11. Pat. 2593285 of the Russian Federation. A method of open-pit mining of a group of coal seams with gross explosive loosening of stripping operations. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Dobrovolsky A.I., Galimyanov A.A.; application 08.07.2015; publ. 10.08.2016, Bul. No. 22.

Acknowledgements

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

For citation

Galimyanov A.A., Shevkun E.B., Kabirov A.R. & Kazarina E.N. The factor of increasing the volume of the explosive block. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 104-108. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-104-108.

Paper info

Received August 9, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

Исследование динамики работы топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия с использованием данных спутниковой съемки*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-109-112>

В статье представлены результаты исследования динамики работы предприятий топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия. По данным дистанционного мониторинга Земли из космоса выявлены место работы карьера по добыче угля и его технологические показатели, применяемое горнотранспортное оборудование, элементы систем разработки месторождения угля. Установлен период закрытия карьера по добыче угля и двух тепловых электростанций, работа которых была основана на сжигании угля.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, штат Южная Австралия, карьер по добыче угля, технологический потенциал, горнотранспортное оборудование, тепловые электростанции, угольная генерация электроэнергии, топливно-энергетический комплекс.

Для цитирования: Исследование динамики работы топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия с использованием данных спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.М. Сычева и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 109-112. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-109-112.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы Австралия сокращает добычу угля для собственных тепловых электростанций, а также закрывает предприятия по выработке электроэнергии на основе сжигания угля. Для исследования динамики выбытия добывающих и генерирующих мощностей в австралийском топливно-энергетическом комплексе выбран штат Южная Австралия, где с 1950-х годов добывали уголь открытым способом и работали тепловые электростанции. Изучение географии размещения предприятий мирового топливно-энергетического комплекса предполагает исследование территорий с открытыми горными работами на месторождениях угля и динамики выработки электрической энергии на основе сжигания угля, которое на очередном этапе нашей работы было выполнено в границах штата Южная Австралия с привлечением результатов дистанционного зондирования. Аналогичные исследования проводят ученые-практики, работающие в широком спектре наук о земле и использующие аналогичный информационный ресурс [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор,
профессор Сибирского
государственного университета
науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнёва,
заместитель директора
по научной работе Сибирского
научно-исследовательского института
горного и маркшейдерского дела,
660037, г. Красноярск, Россия,
e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического
университета им. Ле Куй Дон,
11355, г. Ханой, Вьетнам

СЫЧЕВА Е.М.

Старший преподаватель
Сибирского государственного
университета науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ВОКИН В.Н.

Канд. техн. наук,
профессор Сибирского
федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли.

КИРЮШИНА Е.В.

Канд. техн. наук,
доцент Сибирского
федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ЧЕРЕПАНОВ Е.В.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ГЕРАСИМОВА Е.И.

Старший преподаватель
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ШТРЕСЛЕР К.А.

Старший преподаватель
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

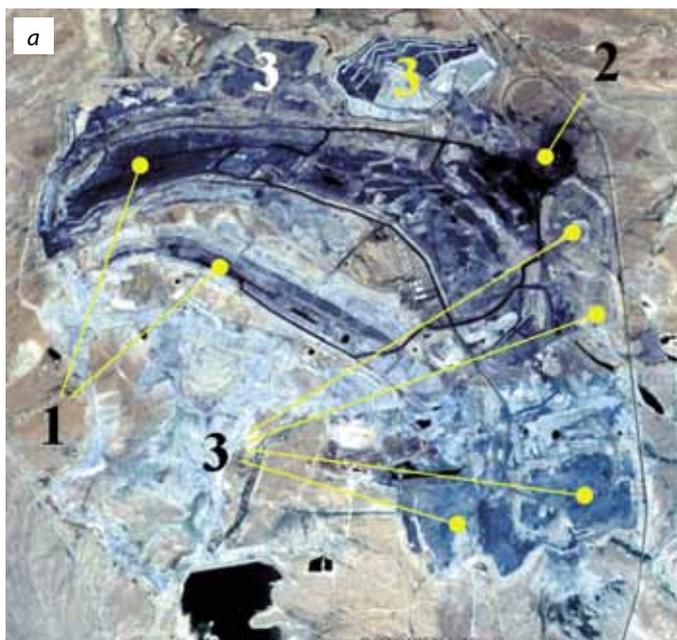
НОВОЖЕНИН С.Ю.

Канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургского горного
университета императрицы Екатерины II,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ШТАТЕ ЮЖНАЯ АВСТРАЛИЯ

Освоение территории Австралии исторически связано с промышленным развитием и, в частности, горно-металлургическим комплексом. На юго-востоке континента в секторе, ограниченном линией, условно проведенной в 290 км от береговой линии залива Спенсер в штате Южная Австралия, длительное время работают крупные карьеры по добыче железной руды, золота, серебра, полиметаллических руд и т.п., обогатительные фабрики, а также сталелитейный, свинцовый заводы и др. Как известно, предприятия горно-металлургического профиля в своей деятельности потребляют большое количество электроэнергии. Поэтому в начале 1950-х годов на северо-востоке залива Спенсер была построена тепловая электростанция, работающая на привозном угле. Уголь добывали в двух карьерах, расположенных на север в 233 и 235 км от г. Порт-Огаста. Весь объем угля транспортировали до тепловой электростанции по железной дороге [11].

В начале 1970-х годов запасы угля в карьерах были отработаны, и открытые горные работы были перенесены на угленасыщенный участок, находящийся южнее закрытых карьеров. К началу ввода мощностей по добыче угля на этом участке промышленная площадка действующей электростанции была расширена, поскольку было начато строительство еще одной электростанции. Установленная мощность турбин, по нашей оценке, составляла 250 МВт. С началом ввода ее в эксплуатацию в середине 1970-х годов работающая электростанция была остановлена. В начале 2000-х гг. в 600 м юго-восточнее действующей станции было начато строительство еще одной электростанции мощностью 300 МВт. На полную мощность станция начала работать в 2004 г.



Фрагмент космоснимка (11.2015 г.) с выделением: а – карьера по добыче угля, породных отвалов и стационарного склада угля; б – промышленной площадки тепловых электростанций и инфраструктурных объектов ТЭК в штате Южная Австралия; 1 – участки добычных работ в карьере; 2 – прикарьерный стационарный склад угля; 3 – внешние породные отвалы; 4 – действующая тепловая электростанция; 5 – закрытая электростанция; 6 – стационарный расходный склад угля; 7 – хранилище золошлаковых материалов

A fragment of a satellite image (as of November 2015) highlighting: a – the coal mining pit, rock dumps and stationary coal storage; б – an industrial site of thermal power plants and infrastructure facilities of the fuel and energy complex in the state of South Australia; 1 – production sites within the pit; 2 – near-pit stationary coal storage; 3 – external rock dumps; 4 – operating thermal power plant; 5 – decommissioned power plant; 6 – stationary active coal storage; 7 – storage of ash and slag materials

Для обеспечения электростанций углем был вовлечен в открытую разработку третий участок месторождения. По данным спутниковой съемки, на угленасыщенном участке месторождения бурых углей на выходах пластов под наносы построены два карьера, каждый с собственной сетью вскрывающих выработок. Горно-геологическое строение этого участка месторождения угля характеризовалось экономически благоприятными показателями. Угленосная толща состояла из двух пластов, мощностью не менее 30 м каждый. Углы залегания пластов в толще покрывающих пород находились в диапазоне 3-5°. Мощность вскрывших пород, покрывающих угольные пласты, не превышала 50 м. Количество вскрывших уступов – 2-4. Протяженность пластов вдоль их выходов под наносы рыхлых горных пород четвертичного возраста позволила построить карьеры с разрезными траншеями 5 и 8,5 км. Разрезные траншеи находились на расстоянии от 1,0 до 1,5 км друг от друга [11].

Основные и инфраструктурные объекты топливно-энергетического комплекса, обеспечивающие добычу угля и угольную генерацию электроэнергии, обозначены цифрами на *рисунке*.

Площадь земель, нарушенных открытыми горными работами в ходе разработки трех участков месторождения угля, составляет 4020 га. Расстояние транспортировки угля от прикарьерного склада до расходного склада на промышленной площадке тепловых электростанций составляло 260 км. Географическая высота разработки месторождения угля – +200 м над уровнем моря, а тепловые электростанции находятся на берегу залива на отметке +6 м. При таком взаиморасположении предприятий ТЭК поезда, груженные углем, двигались под уклон. Железная дорога имеет один путь. На всем протяжении трассы обустроены развязки с 4-6 запасными путями [11].

Выемка всего объема горных пород (вскрышные породы и уголь) в карьере производилась без предварительного рыхления. На перевалке надугольной вскрышной толщи в выработанное пространство на участке карьера протяженностью фронта горных работ 1,5 км работал драглайн с вместимостью ковша 15 куб. м и длиной стрелы 70 м. Ширина заходок драглайна принималась 60 м. Драглайн был задействован на западном фланге карьера. Протяженность фронта вскрышных работ с применением бестранспортной технологии равна 1,5 км.

Вскрышные уступы, за исключением надугольного уступа, обрабатывали гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 16-20 куб. м с погрузкой в автосамосвалы грузоподъемностью 220 т. Объем вскрышных пород, не менее 70% от общего объема, размещали на внешних отвалах севернее, восточнее и южнее карьеров. Оставшийся объем транспортировали на внутренние отвалы. Вскрывающие выработки находились в основном на флангах карьеров.

Добычные работы производили аналогичным оборудованием с транспортировкой угля до поверхностного стационарного склада с углепогрузочным терминалом. Протяженность фронта добычных работ – 3,5 и 6,5 км. Среднее расстояние транспортировки угля автотранспортом из карьеров до склада – 3,6 и 6,2 км. Из складов уголь отгружали в железнодорожные составы из 170 вагонов

грузоподъемностью 100 т каждый и трех магистральных тепловозов. На прикарьерном складе угля для его отгрузки на тепловые станции постоянно находился объем не менее 100000 т. В составе горнотранспортного оборудования, работающего в карьере по добыче угля в этом штате, в период завершения горных работ (2014-2016 гг.) находился один драглайн с вместимостью ковша 15 куб. м и длиной стрелы 70 м. На выемке горных пород использовались пять гидравлических экскаваторов типа «прямая» и «обратная лопата» с вместимостью ковша 16-20 куб. м. Вывозка горной массы из забоев производилась 14 автосамосвалами грузоподъемностью 220 т [11].

В границах исследуемой территории по данным спутниковой съемки выявлено крайне негативное отношение к восстановительной экологии со стороны угледобывающей компании. В поверхностный слой породных отвалов уложены вскрышные породы совместно с некондиционным углем от зачистки угольных пластов. Дешифрирование космоснимков показывает, что в тропическом климате спустя 7-10 лет на поверхности отвалов едва формируются признаки растительного покрова в виде разрозненных участков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам дистанционного мониторинга Земли из космоса определены состав горнотранспортного оборудования, работающего в карьере по добыче угля в штате Южная Австралия до 2017 г., технологический объем вскрышных работ и объем добычи угля на уровне 12 и 4,5 млн т соответственно. С использованием этих же информационных ресурсов выявлен период закрытия трех предприятий топливно-энергетического комплекса – карьера по добыче угля и двух электростанций с 2017 по 2018 г. Также установлено отсутствие работ по восстановительной экологии на территории горнопромышленного ландшафта, сформированного при разработке месторождения угля. Позитивным считаем результаты рекультивации двух золошлаковых накопителей, находящихся на территории промышленных площадок тепловых электростанций.

Список литературы

1. Пономаренко М.Р., Кутепов Ю.И., Шабаров А.Н. Информационно-аналитическое обеспечение мониторинга состояния объектов открытых горных работ на базе технологий веб-картографии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 8. С. 56-70.
2. Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е. Использование данных дистанционного зондирования земли при экологической оценке объектов негативного воздействия на окружающую среду I и II категорий // Экология и промышленность России. 2022. № 10. С. 40-44.
3. Озарян Ю.А., Бубнова М.Б., Усиков В.И. Методика дистанционного мониторинга природно-технических систем (в условиях горнопромышленных территорий юга Дальнего Востока России) // Горный журнал. 2020, № 2. С. 84-87.
4. Исследование результатов работ по лесовосстановительной экологии на породных отвалах угольных карьеров в регионах Ангаро-Енисейской Сибири / И.В. Зеньков, Чинь Л.Х., Ю.А. Анищенко и др. // Экология и промышленность России. 2022. № 10. С. 45-51.

5. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine / W. Yang, Y. Mu, W. Zhang et al. // *Remote Sensing*. 2022. No 14. 4381.
6. Object-Oriented Open-Pit Mine Mapping Using Gaofen-2 Satellite Image and Convolutional Neural Network, for the Yuzhou City, China / T. Chen, N. Hu, R. Niu et al. // *Remote Sensing*. 2020. No 12. 3895.
7. Classification of Heterogeneous Mining Areas Based on ResCapsNet and Gaofen-5 Imagery / R. Guan, Z. Li, T. Li et al. // *Remote Sensing*. 2022. No 14. 3216.
8. Land cover changes in open-cast mining complexes based on high-resolution remote sensing data / F.S. Nascimento, M. Gastauer, P.W.M. Souza-Filho et al. // *Remote Sensing*. 2020. No 12. 611.
9. Moon J., Lee H. Analysis of Activity in an Open-Pit Mine by Using InSAR Coherence-Based Normalized Difference Activity Index // *Remote Sensing*. 2021. No 13. 1861.
10. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines / L. Wang, L. Yang, W. Wang et al. // *Remote Sensing*. 2021. No 13. 4485.
11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.09.2023).

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, E.M. Sycheva, V.N., Vokin, E.V. Kiryushina, E.V. Cherepanov, E.I. Gerasimova, K.A. Shtresler, S.Yu. Novozhenin 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 109-112
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-109-112>

Title

A STUDY OF THE OPERATIONAL DYNAMICS OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX IN THE STATE OF SOUTH AUSTRALIA USING SATELLITE IMAGING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2}, Trinh Le Hung³, Sycheva E.M.,¹ Vokin V.N.⁴, Kiryushina E.V.⁴, Cherepanov E.V.⁴, Gerasimova E.I.⁴, Shtresler K.A.⁴, Novozhenin S.Yu.⁵

¹ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

² Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660064, Russian Federation

³ Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

⁴ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

⁵ Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russian Federation

Authors Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Sycheva E.M., Senior Lecturer

Vokin V.N., PhD (Engineering), Professor

Kiryushina E.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Cherepanov E.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Gerasimova E.I., Senior Lecturer

Shtresler K.A., Senior Lecturer

Novozhenin S.Yu., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The paper presents the results of studying the dynamics of the fuel and energy complex enterprises in the State of South Australia. Based on the data of space monitoring of the Earth, the location of a open-pit coal mine was determined, as well as its technological indicators, utilized mining transportation equipment, and elements of the coal mining method. The closure period of the open-pit coal mine and two thermal power plants, which operation is based on coal firing, has been established.

Keywords

Earth remote sensing, State of South Australia, Open-pit coal mine, Technological potential, Mining transportation equipment, Thermal power plants, Coal-fired power generation, Fuel and energy complex.

References

1. Ponomarenko M.R., Kutepov Yu.I. & Shabarov A.N. Information and analytical support for monitoring the condition of surface mining facilities based on web-mapping technologies. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2022, (8), pp. 56-70. (In Russ.).
2. Pichugin E.A. & Shenfeld B.E. The use of Earth remote sensing data in the environmental assessment of objects that have a negative impact on the environment, Impact Category I and II. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2022, (10), pp. 40-44. (In Russ.).
3. Ozaryan Yu.A., Bubnova M.B. & Usikov V.I. Methodology of remote monitoring of natural and technological systems (in conditions of mining areas in the south of the Russian Far East). *Gornyj zhurnal*, 2020, (2), pp. 84-87. (In Russ.).

4. Zenkov I.V., Chin L.H., Anishchenko Yu.A. et al. Study of work product on reforestation on rock dumps of coal open-cuts in the area of Angara-Yenisei Siberia. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2022, (10), pp. 45-51. (In Russ.).

5. Yang W., Mu Y., Zhang W. et al. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine. *Remote Sensing*. 2022. 14(17). 4381.

6. Chen T., Hu N., Niu R. et al. Object-Oriented Open-Pit Mine Mapping Using Gaofen-2 Satellite Image and Convolutional Neural Network, for the Yuzhou City, China. *Remote Sens.* 2020. 12(23). 3895.

7. Guan R., Li Z., Li T., Li X., Yang J., Chen W. Classification of Heterogeneous Mining Areas Based on ResCapsNet and Gaofen-5 Imagery. *Remote Sensing*. 2022. 14(13). 3216.

8. Nascimento F.S., Gastauer M., Souza-Filho P.W.M. et al. Land cover changes in open-cast mining complexes based on high-resolution remote sensing data. *Remote Sens.* 2020. 12(4). 611.

9. Moon J., Lee H. Analysis of Activity in an Open-Pit Mine by Using InSAR Coherence-Based Normalized Difference Activity Index. *Remote Sens.* 2021. 13(9). 1861.

10. Wang L., Yang L., Wang W. et al. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines. *Remote Sensing*. 2021. 13(21). 4485.

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.09.2023).

Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in expanding the use of remote sensing technologies.

For citation

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Sycheva E.M., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Cherepanov E.V., Gerasimova E.I., Shtresler K.A. & Novozhenin S.Yu. A study of the operational dynamics of the fuel and energy complex in the State of South Australia using satellite imaging data. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 109-112. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-109-112.

Paper info

Received July 5, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023

ХОДЖАЕВ **Рустам Ривкатович** (22.06.1960 – 10.09.2023)



10 сентября 2023 г. на 64-м году жизни скоропостижно скончался член-корреспондент Международной Академии наук Экологии и Безопасности человека и природы (МАНЭБ), действительный член Академии Горных наук РФ, доктор технических наук, профессор, директор ТОО НИЦ «Геомарк» (Казахстан) – Рустам Ривкатович Ходжаев.

Вся трудовая и творческая биография Рустама Ривкатовича Ходжаева связана с научной деятельностью в области промышленной безопасности при ведении горных работ на угольных и горнорудных предприятиях.

Трудовую деятельность он начал в 1984 г. в Управлении Карагандинского округа Госгортехнадзора Казахской ССР в должности инспектора-маркшейдера после окончания Карагандинского политехнического института и последующей службы в рядах Вооруженных Сил СССР.

В ноябре 1992 г. Рустам Ривкатович закончил очную аспирантуру Института горного дела им. А.А. Скочинского и защитил кандидатскую диссертацию. Так в ИГД им. А.А. Скочинского началась его научная деятельность в должности старшего научного сотрудника.

С 1993 по 2006 г. он работал в Казахском государственном НИИ безопасности в горной промышленности МЧС Республики Казахстан. Аналитический склад ума, системность мышления, высокая работоспособность, стремление к поставленной цели, ответственность за достижение результата помогли ему успешно пройти путь от старшего научного сотрудника до заместителя директора института.

В 1997 г. Рустам Ривкатович был избран членом-корреспондентом Международной Академии наук Экологии и Безопасности человека и природы (МАНЭБ), в 2006 г. – действительным иностранным членом Академии Горных наук РФ.

С 2006 по 2009 г. он занимал должность директора РГКП «Научно-инженерный центр горноспасателей Республики Казахстан» МЧС РК, с 2010 г. – директора созданного им ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк». Результатом научной деятельности стала защита в 2010 г. диссертации доктора технических наук.

За время работы под его руководством и при непосредственном участии были решены такие проблемы промышленной безопасности, как автоматизация методов прогноза выбросоопасности на шахтах Карагандинского бассейна, совершенствование способов предотвращения газодинамических явлений, оценки устойчивости элементов геомеханических конструкций на горнорудных предприятиях республики, разработка способов и средств пылеподавления на технологических объектах горных предприятий Республики Казахстан.

Р.Р. Ходжаев принимал активное участие в работе международных конференций, симпозиумов, выставок, что способствовало расширению и укреплению научных контактов с широким кругом специалистов не только в Республике Казахстан, но и далеко за ее пределами – в России, Германии, Швейцарии, Финляндии, Индии, Иране.

Автор 147 научных трудов, в том числе 14 монографий, 2 учебных пособий, 11 нормативных документов, а также трех патентов: двух патентов Республики Казахстан, одного патента Российской Федерации.

Труд Рустама Ривкатовича достойно отмечен заслуженными наградами – нагрудным знаком «Шахтерская слава» III степени Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, Орденом Кемеровской области (Россия) «За доблестный шахтерский труд» I степени.

Глубокие знания и профессиональный опыт, организаторские способности, взвешенность в решениях, настойчивость, широта мышления, творческое вдохновение, прекрасные человеческие качества помогли Р.Р. Ходжаеву снискать заслуженное уважение среди коллег.

Кончина Рустама Ривкатовича Ходжаева – невосполнимая утрата для угольной отрасли Республики Казахстан.

Друзья и коллеги Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» выражают глубокое соболезнование родным и близким Рустама Ривкатовича Ходжаева, светлая память о котором всегда останется в наших сердцах.



На правах рекламы



Геотехнология
Научно-Технический Центр

ПРОЕКТИРУЕМ НАДЕЖНОЕ БУДУЩЕЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ОТКРЫТЫЕ
И ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ,
ТРАНСПОРТНОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ

ИНЖИНИРИНГ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

ПОДГОТОВКА
СПЕЦИАЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ
ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ИНЖЕНЕРНЫЕ
ИЗЫСКАНИЯ

АВТОРСКИЙ НАДЗОР

ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Челябинск

• тел. +7 (351) 220-22-00

• e-mail: info@ustup.ru

• www.ustup.ru