

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

Иностранцы члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ,**
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,**
доктор техн. наук, Германия
Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ,**
доктор техн. наук, чл.-корр. Польской
академии наук, Польша
Сергей НИКИШИЧЕВ,
комп. лицо FIMMM,
канд. экон. наук, Великобритания,
Россия, страны СНГ
Проф. **Любен ТОТЕВ,**
доктор наук, Болгария

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

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ФЕВРАЛЬ**2-2024** /1177/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ**ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА**

Глинина О.И. Вопросы промышленной безопасности превыше всего _____	4
Петренко И.Е. Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе «Уголь-Курьер» _____	10
Хроника. События. Факты. Новости. _____	12
Розанов В.Б. Творческая пастораль в угледобыче или хранящие память об углекопах _____	15

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Рубрика профессора Углева «Делимся опытом обогащения» Выбор нижней границы крупности угля для тяжелосреднего гидроциклона _____	18
Лохов Д.С. На что обратить внимание при выборе вибрационных грохотов: основные факторы _____	20

ВОПРОСЫ КАДРОВ

Уколова Л.И. Прогнозирование потребности в научно-педагогических кадрах для развития высшего горного образования в области угледобычи _____	23
---	----

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Скуфьина Т.П., Хаценко Е.С., Шумакова И.А. Перспективы развития социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны _____	31
--	----

ЭКОНОМИКА

Кузьмина О.Ю., Коновалова М.Е., Сафиуллин Л.Н., Чжан Т., Фаиз Ф. Инвестиционная привлекательность компаний горнодобывающего сектора в условиях санкционного давления _____	34
Фомичева Л.М., Пронская О.Н., Арзамасова Е.Л., Фомин О.С., Куренная В.В. Моделирование спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России на основе теории равновесия _____	39

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Андреева Л.И., Давыдов П.В., Шангареев И.М., Лапин В.О. Модернизация стрелы экскаватора ЭШ-10/70 в условиях технологического суверенитета _____	47
Беляев А.М., Беляева Т.С., Пецык А.А., Фролова А.Ю. Моделирование привода постоянного тока рудничного подъемно-транспортного оборудования _____	52

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Замалиев Н.М., Жалбыров Ж.Д., Валиев Н.Г., Ахматнуров Д.Р., Жансейтов А.Т. Разработка предложений по совершенствованию циклично-поточной технологии для месторождения «Бозшаколь» _____	58
Гришин А.А., Косолапов А.И., Редькин Д.В., Черпакова А.А., Коврижных Е.В. Повышение качества дробления массива горных пород путем учета размера блочности массива _____	65

БЕЗОПАСНОСТЬ

Федоткин И.О., Федоткин Д.В. Проблемы пожаров в угольных шахтах и обзор современных подходов к их моделированию _____	69
---	----

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 Минобразования и науки 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 06.02.2024.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 12,5 + обложка.

Тираж 3300 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 4900 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

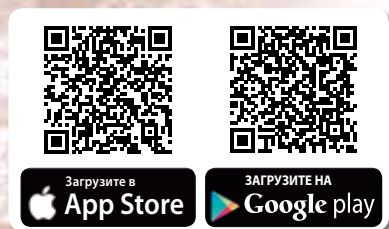
117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 139097

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



© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2024

ЭКОЛОГИЯ

Куманеева М.К., Шевелева О.Б., Зонова О.В.

Управление отходами производства в угольной отрасли: ресурсно-экологический аспект — 74

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Прокопьев С.А., Алексеева О.Л., Савон Д.Ю., Сафронов А.Е., Прокопьев Е.С.

Переработка и утилизация отходов угольных шламов, лежалых хвостов на обогатительных фабриках как метод ресурсосбережения в условиях устойчивого развития — 79

Астафьева О.Е.

Применение золошлаковых отходов в промышленности строительных материалов — 85

ЗА РУБЕЖОМ

Воронин С.А., Мусабеков Д.Х., Арзуманян С.Ю., Дергачева Т.А., Азимова Ф.М.

Развитие угольной отрасли Узбекистана в условиях современных вызовов — 89

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Логинова Е.В., Юронен Ю.П., Вокин В.Н.,
Кирюшина Е.В., Сизова Т.Н., Раевич К.В., Латынцев А.А.

Добыча угля открытым способом в провинции Лимпопо на территории Южно-Африканской Республики по данным спутниковой съемки — 93

Шестак В.А., Адигамаев А.И.

Роль угля в энергетической политике Китая на современном этапе — 97

Список реклам

Филиал УПП «НИВА» – завод Горношахтного оборудования	1-я обл.	ВК «Кузбасская ярмарка»	4-я обл.
TAPP Group	2-я обл.	НПП Завод МДУ	73
Баймухаметов С.К. (23.04.1936 – 13.12.2023)	3-я обл.		

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 Минобразования 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.ruMONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC,
TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS

Established in October 1925

FOUNDERSMINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC**FEBRUARY**
2' 2024**UGOL' / RUSSIAN**
COAL
JOURNAL**CONTENT****INFORMATION & ANALYTICS**

Glinina O.I.
**Occupational health and safety issues
come first and foremost** _____ 4

Petrenko E.I.
**Bulletin of operational information
about the situation in the coal business** _____ 10

The chronicle. Events. The facts. News _____ 12

Rozanov V.B.
**Creative idyll in coal mining or keeping
the memory of coal miners alive** _____ 15

COAL PREPARATION

**Selecting the lower limit of the coal size
for a heavy-duty hydrocyclone** _____ 18

Lokhov D.S.
**What to pay attention to when choosing
vibrating screens: the main factors** _____ 20

STAFF ISSUES

Uklova L.I.
**Forecasting the need for scientific
and pedagogical personnel
for the development of higher mining
education in the field of coal mining** _____ 23

SOCIAL & ECONOMIC ACTIVITY

Skufina T.P., Khatsenko E.S., Shumakova I.A.
**Prospects for the development of social
clusters in the system of the regional
economy of the Arctic zone** _____ 31

ECONOMICS

Kuzmina O.Yu., Konovalova M.E.,
Safullin L.N., Chzhan T., Faiz F.
**Investment attractiveness of companies
in the mining sector in conditions
of the sanctions pressure** _____ 34

Fomicheva L.M., Pronskaya O.N.,
Arzamasova E.L., Fomin O.S., Kurenayaya V.V.
**Modeling of supply and demand
in the labor market in coal single-industry
towns of Russia based on the theory
of equilibrium** _____ 39

MINING EQUIPMENT

Andreeva L.I., Davydov P.V., Shangareev I.M., Lapin V.O.
**Modernization of the ЭШ-10/70 excavator
boom in terms of technological
sovereignty** _____ 47

Belyaev A.M., Belyaeva T.S., Petsyk A.A., Frolova A.Yu.
**Modeling of a direct current drive for mine
hoisting and conveying equipment** _____ 52

SURFACE MINING

Zamaliev N.M., Zhalbyov Zh.D., Valiev N.G.,
Akhmaturov D.R., Zhansetov A.T.
**Development of proposals to improve
the Inpit Crushing and Conveying
System (IPCC) for the Bozshakol deposit** _____ 58

Grishin A.A., Kosolapov A.I., Redkin D.V.,
Cherpakova A.A., Kovrizhnykh E.V.
**Improving the quality of crushing
the rock mass by taking into account
the block size of the massif** _____ 65

SAFETY

Fedotkin I.O., Fedotkin D.V.
**The problems of fires in coal mines
and a review of modern approaches
to their modelling** _____ 69

ECOLOGY

Kumaneeva M.K., Sheveleva O.B., Zonova O.V.
**Production waste management in the coal
industry: resource-ecological aspect** _____ 74

COAL PREPARATION

Prokopyev S.A., Alekseeva O.L., Savon D.Y.,
Safronov A.E., Prokopyev E.S.
**Processing and disposal of waste coal sludge,
stale tailings at processing plants
as a method of resource conservation
in conditions of sustainable development** _____ 79

Astafyeva O.E.
**Application of ash and slag waste
in the building materials industry** _____ 85

ABROAD

Voronin S.A., Musabekov D.Kh., Arzumanyan S.Yu.,
Dergacheva T.A., Azimova F.V.
**Development of Uzbekistan's coal
industry in conditions
of present-day challenges** _____ 89

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Loginova E.V.,
Yuronen Yu.P., Vokin V.N., Kiryushina E.V.,
Sizova T.N., Raevich K.V., Latyntsev A.A.
**Surface coal production in the Limpopo
Province in the territory of the Republic
of South Africa based on satellite
imaging data** _____ 93

Shestak V.A., Adigamov A.I.
**The Role of Coal in China's Energy Policy
in the Modern Era** _____ 97

Вопросы промышленной безопасности и охраны труда превыше всего

Материалы подготовила
Ольга Глинина



Президиум (слева-направо) заместитель директора Департамента угольной и торфяной промышленности Минэнерго Михаил Верзилов, руководитель рабочей группы по экологии Комиссии при Президенте РФ по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности Анатолий Яновский, председатель Росуглепрофа Иван Мохначук, руководитель Ростехнадзора Александр Трембицкий, заместитель министра энергетики РФ Сергей Мочальников.

В конце ноября 2023 г. Министерство энергетики Российской Федерации совместно с Российским независимым профсоюзом работников угольной промышленности провели Всероссийское совещание угольной промышленности по вопросам промышленной безопасности и охраны труда в угольной отрасли. Это второе совещание подобного формата, первое состоялось в ноябре 2022 г.

На совещании присутствовали (более 180 человек) представители органов исполнительной власти, профильных высших учебных заведений, научно-исследовательских институтов, председатели территориальных организаций и первичных профорганизаций Росуглепрофа, представители угледобывающих предприятий, Ростехнадзора, Росхимзащиты, МЧС России, ВГСЧ, ВостНИИ, Ассоциации «Общероссийское отраслевое объединение работодателей угольной промышленности» (АОО-ОРУП).

Предлагаем вниманию наших читателей краткий обзор материалов совещания. Более подробно с итогами работы мероприятия можно ознакомиться на сайте: <http://rosugleprof.ru/gazeta-na-gora/10-2/>.

Участники совещания рассмотрели ход выполнения поручений Президента и Правительства РФ, направленных на усиление промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях, были представлены результаты анализа рисков возникновения групповых несчастных случаев на производстве, проведенного рабочей группой при Министерстве энергетики. Кроме этого, Минэнерго России, Минтрудом России, МЧС России, Ростехнадзором, ООО РУП актуализирована и утверждена, а также согласована с Росуглепрофом Программа по обеспечению дальнейшего улучшения условий труда, повышения безопасности ведения горных работ, снижения аварийности и травматизма в угольной промышленности.

Руководитель рабочей группы по экологии Комиссии при Президенте Российской Федерации по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и безопасности Анатолий Борисович Яновский в своем приветственном слове отметил, что, несмотря на очень сложную внешнюю обстановку, угольная отрасль устойчиво функционирует и развивается. Из-за действий недружественных стран предприятия угольной промышленности в текущем году решали и решили две основные задачи.



«Во-первых, вопросы охраны труда и промышленной безопасности. Вы знаете, что у нас в основном используется импортное оборудование и на открытых, и на подземных работах. Нужны оборудование и запасные части. Решению этой задачи была посвящена очень серьезная деятельность на каждом из предприятий.

Вторая задача – это необходимость переориентации поставок с западного направления на новые рынки. Эту задачу тоже удалось успешно решить, несмотря на неблагоприятную ценовую конъюнктуру. Цена на энергетические и коксующиеся носители, которая сложилась, особенно во вторую половину этого года, создала определенные финансовые сложности на всех предприятиях. Тем не менее объемы поставок на экспорт мы практически не потеряли. Считаю, угольные компании успешно справились с этими задачами».

Анатолий Борисович напомнил, что Президент Российской Федерации уделял и продолжает уделять серьезное и постоянное внимание угольной промышленности и шахтерам.

«На контроле в Администрации Президента, всего 150 поручений, касающихся угольной промышленности. В их числе 25 поручений нашей Комиссии при Президенте РФ по вопросам развития топливно-энергетического комплекса. Надо сказать, что, к сожалению, многие из этих поручений все еще не выполнены. К ним относятся такие вопросы, как транспортная логистика, развитие Восточного полигона, установление долгосрочных тарифов на перевозку угля, заключение долгосрочных контрактов, безусловно, это вопросы промышленной безопасности и улучшения условий труда, оптимизации налогообложения в отрасли, повышения качества продукции, вопросы переработки и развития отечественного машиностроения и приборостроения».

Заместитель министра энергетики РФ Сергей Викторович Мочальников в своем приветственном слове отметил, что Министерство энергетики РФ прилагает все усилия в части исполнения поручений Президента России, а промышленная безопасность и охрана труда остаются на первом месте в угольной отрасли:

«По итогам 2023 г. мы ожидаем сохранения достигнутых результатов по добыче и отгрузке угля, – сказал **заместитель министра энергетики**. – При этом вопросы обеспечения необходимого уровня промышленной безопасно-



сти и охраны труда в угольной промышленности всегда являлись приоритетными».

Во исполнение поручений Президента России о последовательном выводе из эксплуатации угольных шахт с высоким риском аварийности в Минэнерго РФ была сформирована рабочая группа из представителей федеральных и региональных органов исполнительной власти, угольных компаний, Росуглепрофа, научных и проектных организаций. По словам С.В. Мочальникова,

были проанализированы риски возникновения групповых несчастных случаев на производстве, а также разработаны и апробированы методические рекомендации. В соответствии с ними на всех шахтах специалисты провели самооценку рисков аварийности. Результаты этой работы и выводы экспертов рабочей группы показали, что все действующие шахты находятся в зоне от низкого до среднего уровня рисков аварийности, при этом обеспечить безопасность жизни и здоровья работников и исключить риски возникновения групповых несчастных случаев на производстве возможно при безусловном соблюдении проектных решений и требований промышленной безопасности.

Сергей Викторович также отметил, что в соответствии с поручениями главы государства с пяти до трех лет сокращена периодичность повышения квалификации работников организаций по добыче (переработке) угля, руководящих горными и взрывными работами. Кроме того, реализуются меры по обеспечению дальнейшего улучшения условий труда, по повышению безопасности ведения горных работ, снижению аварийности и травматизма в угольной промышленности, поддержанию боеготовности военизированных горноспасательных, аварийно-спасательных частей на 2023-2025 годы, разрабатываются профессиональные стандарты для работников предприятий угольной промышленности.

Приказом Ростехнадзора от 25 июля утверждены и подготовлены в рамках рабочей группы «Руководство по безопасности» и «Методические рекомендации по проведению анализа опасности и оценки риска аварии на шахтах». Соответственно Министерство энергетики регулярно отправляет доклад Президенту РФ о работе, проводимой рабочей группой.

Продолжается реализация комплекса мероприятий, утвержденных Минэнерго, Минтрудом, МЧС, Ростехнадзором и согласованных с Росуглепрофом, по «Программе по обеспечению дальнейшего улучшения условий труда...». Программа действует с 2009 г., каждый раз пролонгируется на три года. Все мероприятия утверждаются федеральными органами власти и согласовываются с профсоюзом. Деятельность этой программы напрямую направлена на повышение уровня промышленной безопасности. В рамках программы ведется системная работа именно с законодательной базой

для того, чтобы совершенствовать правила, законы, которые регламентируют вопросы охраны труда и промышленной безопасности.

«Многое уже сделано, но останавливаться на достигнутом нельзя, – заключил **С.В. Мочальников**. – Угледобыывающее и углереперерабатывающее производство сопряжено со значительными рисками и требует постоянного внимания и совершенствования».

Руководитель Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Александр Вячеславович Трембицкий также обозначил основную ключевую задачу – сохранение жизни и здоровья шахтеров. Он отметил, что Президент Российской Федерации уделяет громадное внимание угольной отрасли.



«Ключевая фраза, которая прозвучала из уст В.В. Путина отражена в поручениях: не принимать никакие нормативные акты, которые бы снижали требования промышленной безопасности и охраны труда. – сказал **Александр Вячеславович Трембицкий**. Начиная с 2021 г. у нас была проведена большая работа, и везде ключевая «красная линия» – обеспечение безопасности на производстве и соблюдение требований промышленной безопасности. Федеральная служба в рамках своей компетенции не отменила ни одни требования в области промышленной безопасности. Требования прошли определенную реструктуризацию, где-то были укрупнены, дополнены. Но отмены никакой не было».

А.В. Трембицкий отметил, что те жесткие санкции, с которыми столкнулась Российская Федерация, никакого отношения не имеют к обеспечению требований промышленной безопасности и охраны труда: «Мы в любом случае на производстве должны их выполнять, расширять службы производственного контроля. Это основное. Ничего, по большому счету, нам нового изобретать не надо. Надо выполнять всем то, что уже сегодня принято. Хочу обратить внимание, что именно халатность, несоблюдение норм и правил приводят к авариям и несчастным случаям. Каждый работник должен соблюдать их».

А.В. Трембицкий отметил, что те жесткие санкции, с которыми столкнулась Российская Федерация, никакого отношения не имеют к обеспечению требований промышленной безопасности и охраны труда: «Мы в любом случае на производстве должны их выполнять, расширять службы производственного контроля. Это основное. Ничего, по большому счету, нам нового изобретать не надо. Надо выполнять всем то, что уже сегодня принято. Хочу обратить внимание, что именно халатность, несоблюдение норм и правил приводят к авариям и несчастным случаям. Каждый работник должен соблюдать их».

А.В. Трембицкий подчеркнул, что на предприятиях необходимо усиливать контроль, должны работать службы производственного контроля двадцать четыре на семь, как работает предприятие. Тогда будет результат. Ростехнадзор с Росуглепрофом давно и плодотворно работают. Представители Росуглепрофа входят и в Общественный совет Ростехнадзора, и в Научно-технический совет Ростехнадзора, и в секцию Научно-технического совета по угольной добыче. Были внесены изменения в Федеральный закон 116-ФЗ «О промышленной безопасности», где прописано, что должны быть общественные инспектора Ростехнадзора из числа работников Росуглепрофа. На законодательном уровне это закреплено. Ни в одном законе, ни в одном отраслевом соглашении такого не было.

Председатель Росуглепрофа Иван Иванович Мохначук, приветствуя участников и гостей Всероссийского совещания, посвященного промышленной безопасности и охране труда, рассказал о совместной работе Ростехнадзора и Росуглепрофа: «Сегодня мы становимся свидетелями исторического события. Подготовлено Соглашение о взаимодействии между Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и Рос-

сийским независимым профсоюзом работников угольной промышленности. Соглашение узаконивает все то, что мы делали на протяжении многих десятков лет. Мы работаем открыто. По любому нашему обращению в Ростехнадзор всегда есть положительная реакция. Благодаря этой работе мы сегодня имеем один из лучших результатов в вопросах промышленной безопасности и охраны труда в угольной отрасли за многие годы. Представители Росуглепрофа входят в Общественный совет Ростехнадзора, в Научно-технический совет Ростехнадзора, в секцию Научно-технического совета по угольной добыче. Все вопросы обсуждаются открыто, коллегиально, в том числе и проблемные. Эту работу мы будем продолжать».



**СОГЛАШЕНИЕ
о взаимодействии
между Федеральной службой
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
и Российским независимым профсоюзом
работников угольной промышленности
г. Москва № 00-01-18/523 от 16 ноября 2023 г.**

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, именуемая в дальнейшем Ростехнадзор, в лице руководителя Ростехнадзора Трембицкого Александра Вячеславовича, действующего на осно-



вании Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401, с одной стороны, и Российский независимый профсоюз работников угольной промышленности, именуемый в дальнейшем Росуглепроф, в лице председателя Мохначука Ивана Ивановича, действующего на основании Устава, с другой стороны, совместно именуемые в дальнейшем Сторонами, в целях предупреждения аварий и травматизма на производственных объектах угольной промышленности, обеспечения гарантий безопасности жизни и здоровья работников, проявляя взаимную заинтересованность в развитии двусторонних связей на стабильной и долгосрочной основе, заключили настоящее Соглашение о нижеследующем.

I. Общие положения

1.1 Предметом настоящего Соглашения является установление принципов и порядка организации взаимодействия между Сторонами при осуществлении совместной деятельности по направлениям, указанным в настоящем Соглашении.

1.2 Взаимодействие в рамках настоящего Соглашения осуществляется по следующим направлениям:

- формирование в обществе нетерпимого отношения к нарушениям требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах угольной промышленности;
- обмен информацией о причинах аварий и инцидентов, производственном травматизме и нарушениях прав работников на безопасные условия труда;
- мониторинг практики применения законодательства Российской Федерации в сферах компетенции Ростехнадзора и разработка предложений по совершенствованию такого законодательства;
- повышение эффективности привлечения общественных инспекторов в области промышленной безопасности к проведению мероприятий по контролю в рамках осуществления федерального государственного надзора в области промышленной безопасности;
- методологическое обеспечение и координация участия профсоюзных организаций в проведении технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах угольной промышленности;
- координация иных мероприятий, реализуемых в целях защиты прав работников на безопасные условия труда;
- обмен опытом работы по защите прав работников на безопасные условия труда.

*Руководитель Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору*



А.В. Трембицкий

II. Взаимодействие Сторон

2.1 Взаимодействие осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и настоящим Соглашением.

2.2 Стороны при организации взаимодействия руководствуются следующими принципами:

- строгое соблюдение требований о защите и нераспространении персональных данных, коммерческой тайны, иной охраняемой законом тайны;
- взаимоуважение;
- обязательность и сотрудничество.

2.3 Реализация направлений взаимодействия, обозначенных в пункте 1.2 настоящего Соглашения, осуществляется посредством:

- обмена сведениями и информацией;
- проведения совместных совещаний, семинаров, консультаций;
- организации совместных рабочих и экспертных групп;
- взаимной методологической помощи.

2.4 Настоящее Соглашение не препятствует Сторонам в определении и осуществлении иных, не предусмотренных настоящим Соглашением направлений и форм сотрудничества.

III. Заключительные положения

3.1 Настоящее Соглашение заключено на неопределенный срок и вступает в силу с момента его подписания. Соглашение может быть расторгнуто по инициативе любой Стороны путем письменного уведомления другой Стороны не позднее, чем за три месяца до предполагаемого расторжения.

3.2 Настоящее Соглашение по взаимному согласию Сторон может быть изменено или дополнено. Все изменения и дополнения к настоящему Соглашению являются неотъемлемой частью Соглашения и вступают в силу только после подписания их обеими Сторонами.

3.3 Настоящее Соглашение носит декларативный характер.

3.4 Спорные вопросы, касающиеся толкования и применения разделов или отдельных положений настоящего Соглашения, разрешаются Сторонами путем переговоров и консультаций.

3.5 Настоящее Соглашение не возлагает на Стороны каких-либо финансовых и иных обязательств.

3.6 Настоящее Соглашение составлено в двух экземплярах, имеющих равную юридическую силу, по одному экземпляру для каждой из Сторон.

*Председатель Российского независимого
профсоюза работников
угольной промышленности*



И.И. Мохначук



В совещании приняли участие и выступили с докладами:

– заместитель министра труда и социальной защиты РФ Елена Вячеславовна Мухтиярова рассказала об исполнении поручений Президента Российской Федерации в части трудового законодательства;

– заместитель начальника управления по надзору в угольной промышленности Ростехнадзора Сергей Викторович Мясников рассказал об исполнении поручений Президента Российской Федерации в части обеспечения безопасности ведения горных работ, снижения аварийности и травматизма в угольной промышленности;

– заместитель генерального директора по промышленной безопасности и охране труда АО ХК «СДС-Уголь» Евгений Яковлевич Сабадаш посвятил свое выступление состоянию промышленной безопасности и охраны труда в ООО «Шахта «Листвяжная»;

– о цифровых технологиях в сфере промышленной безопасности и охраны труда говорили директор по производственной безопасности ООО «АИМ Менеджмент» Аксенов Владлен Владимирович и заместитель директора по производственным операциям АО «СУЭК» Лисовский Владимир Владимирович;

– о состоянии промышленной безопасности и охраны труда на предприятиях ООО «Распадская угольная компания» рассказал заместитель генерального директора – директор по охране труда, промышленной безопасности и

экологии ООО «Распадская угольная компания» Червяков Алексей Евгеньевич;

– с докладом «О подготовке кадров для угольной отрасли Российской Федерации: современные вызовы и перспективы» выступил заведующий кафедрой безопасности производств ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Гендлер Семен Григорьевич;

– директор ООО «Кузбасс-ЦОТ» Ворошилов Сергей Петрович выступил с докладом «Комплексное управление человеческим фактором и качеством рабочей силы»;

– советник генерального директора ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России Цирин Игорь Викторович рассказал о разработке правил по охране труда в угольной промышленности;

– директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» Бухтияров Игорь Валентинович рассказал об актуальных вопросах сохранения здоровья и трудового долголетия работников, занятых на подземной добыче угля;

– доклад исполнительного директора АООРУП Нургалеева Зуфира Анасовича был посвящен созданию Совета по профессиональным квалификациям (СПК) и разработке профессиональных стандартов для работников предприятий угольной промышленности;

– заведующий отделом охраны труда и экологии, главный технический инспектор труда Росуглепрофа Лежнев Евгений Александрович рассказал о работе технических инспекторов труда Росуглепрофа (общественных инспекторов Ростехнадзора);

– председатель первичной профсоюзной организации АО «Ургалуголь», общественный инспектор Ростехнадзора Костин Виктор Владимирович рассказал о работе общественных инспекторов Ростехнадзора;

– председатель первичной профорганизации АО «СУЭК-Красноярск» Слыш Сергей Владимирович сделал доклад о разрезе «Бородинский им. М.И. Щадова».

Участники совещания единогласно приняли резолюцию, которая была разослана в соответствующие министерства, ведомства, представителям собственников и работодателей угледобывающей отрасли России, представителям организаций Росуглепрофа.

РЕЗОЛЮЦИЯ

Всероссийского совещания работников угольной промышленности по вопросу промышленной безопасности и охраны труда

Москва 16 ноября 2023 года

Обсудив вопросы промышленной безопасности и охраны труда в организациях угольной промышленности, а также взаимодействие представителей работодателей и Росуглепрофа в области охраны труда, Всероссийское совещание работников угольной промышленности считает необходимым:

– усилить работу уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда на шахтах, разрезах и обогатительных фабри-

ках, являющихся опасными производственными объектами, в ежесменном режиме;

– продолжить работу по обеспечению мероприятий, указанных в резолюции Всероссийского совещания работников угольной промышленности от 17.11.2022, с рассмотрением на совместных комитетах (комиссиях) по охране труда в организациях ежеквартально;

– обращать особое внимание на предприятия, где происходит большое количество травм и инцидентов, но не организована работа уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда, с ежемесячным рассмотрением в подразделениях результатов работы уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда;

– ежегодно подводить итоги работы уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда на предприятиях на профсоюзных собраниях (конференциях) или собраниях трудового коллектива и определять лучшего уполномоченного по охране труда в организации;

– рекомендовать участникам совещания проводить работу в трудовых коллективах по популяризации и участию во внедрении инновационных цифровых технологий, безусловному соблюдению правил и требований промышленной безопасности и охраны труда;

– рекомендовать руководителям организаций угольной промышленности уделять особое внимание обеспечению безопасных условий ведения горных работ и своевременному устранению нарушений правил безопасности и охраны труда, выявленных в рамках государственного и общественного контро– обратить внимание руководителей ор-

ганизаций и ответственных должностных лиц, что в связи с вступлением в силу с 01.09.2023 приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 767н «Об утверждении единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смыывающих средств» срок действия типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам действующих и строящихся шахт, разрезов и организаций угольной и сланцевой промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, утвержденных приказом Минтруда России от 02.08.2013 № 341н, заканчивается 31.12.2024;

– поддержать разработку ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» мер по улучшению условий работников угольной промышленности, сохранению здоровья шахтеров и повышению их трудового долголетия;

– рекомендовать ОООРУП завершить в возможно короткий срок работу по формированию совета по профессиональным квалификациям для разработки и актуализации профессиональных стандартов.

Биографии красноярских горняков-фронтовиков внесут во Всенародный исторический депозитарий «Лица Победы»

Истории участников Великой Отечественной войны, мирную жизнь посвятивших развитию угольной промышленности в Красноярском крае, появятся во Всенародном историческом депозитарии «Лица Победы».

Всенародный исторический депозитарий «Лица Победы» – уникальный проект, он объединит в электронном формате более 150 миллионов судеб фронтовиков и тружеников тыла. Задачи проекта – сохранить память о каждом, кто внес свой вклад в Великую Победу, и повысить историческую грамотность граждан. Присоединиться к формированию депозитария могут все желающие, передача материалов из семейных архивов организована через сайт проекта, приложение «Госуслуги» и волонтеров. Также в Музее Победы на Поклонной горе в Москве создана «народная экспозиция», в которой посетители могут найти портрет своего предка и показать его детям и внукам.

Биографии участников войны и тружеников тыла, ставших в мирное время шахтерами, будут внесены в депозитарий силами волонтеров Бородинского разреза. Возглавит группу специалист горного участка Мзия Заридзе. С проектом «Лица Победы» она сотрудничает с 2021 г.

«По работе мне посчастливилось общаться со многими ветеранами лично, и каждый рассказ запал глубоко в душу, заставил восхищаться силой характера, неумной жадной жизни участников Великой Отечественной вой-



ны, – рассказывает специалист горного участка Мзия Заридзе. – И когда в 2021 г. я узнала о проекте «Лица Победы», не раздумывая, решила стать его частью».

В 2022 г. активистка Бородинского разреза стала руководителем группы из 300 волонтеров из разных уголков страны, вместе они обрабатывают истории ветеранов перед их включением в общероссийскую базу. В декабре 2023 г. Мзия встретила в Москве с одним из инициаторов создания депозитария Андреем Широковым и подарила ему книгу «Герои войны – герои СУЭК», изданную АО «СУЭК-Красноярск» к 75-летию Великой Победы как дань памяти и благодарности поколению победителей. Так родилась идея пополнить депозитарий биографиями красноярских шахтеров. *«Книга СУЭК очень помогает «оживить» истории ветеранов за счет интересных фактов, рассказанных ими лично», – говорит волонтер Заридзе.*

Сохранению исторической памяти в СУЭК уделяют особое внимание. На всех предприятиях действуют залы трудовой славы, где отдельные экспозиции посвящены героям войны, на территории административных зданий установлены памятники, к которым сотрудники возлагают цветы в День Победы, коллективы угольщиков всегда широко участвуют в таких акциях, как «Георгиевская лента», «Красная гвоздика», «Окна Победы», «Письма Победы» и других.

Пресс-служба АО «СУЭК»



УГОЛЬ – КУРЬЕР

ФЕВРАЛЬ

Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе

2024

Угледобывающие регионы

Добыча угля в России за 12 мес. 2023 г. составила 438,7 млн т (98,7% к уровню 12 мес. 2022 г.). Коксующихся углей добыто 114,7 млн т (98,4%). Общая отгрузка российских углей составила за 2023 г. 383,9 млн т, в том числе на внутренний рынок – 181,2 млн т (99,7%), на экспорт – 202,7 млн т (100,5%).

ЦДУТЭК

Угольная отрасль Кузбасса в 2023 г. снизила добычу на 4,2%, до 214,2 млн т угля, против 223,6 млн т в 2022 г. При этом добыча угля коксующихся марок выросла на 0,5% и составила 68,3 млн т против 67,9 млн т годом ранее, а энергетических марок – снизилась на 6,3%, до 145,9 млн т против 155,7 млн т. **Авант-Партнер**

Угледобывающие компании Республики Саха (Якутия) в 2023 г. снизили добычу угля на 3%, до 38 млн т. При этом регион сохранил первенство в добыче твердого топлива на Дальнем Востоке и вошел в тройку лидеров по стране. Основной объем угля в Якутии получен за счет Эльгинского угольного комплекса (отработку ведет ООО «Эльгауголь») и добывающих предприятий ООО «Колмар». Объем отгрузки угля на экспорт в отчетный период составил 26 млн т. **NEDRADV**

Угледобывающие компании Ростовской области в 2023 г. добыли 5,4 млн т угля по сравнению с 5,9 млн т годом ранее. Таким образом, в 2023 г. имело место снижение на 8,5%. На территории региона разведано порядка 6,5 млрд т угольных ресурсов, шахтный фонд представлен 9 шахтами, из которых 5 работают. **ИНТЕРФАКС**

В Новосибирской области (в Искитимском и Черепановском районах, расположенных примерно в 60 км от Новосибирска) скоро начнется разработка антрацита. Лицензию на недропользование получила компания

«Коулстар». Работа уже идет над созданием путей для транспортировки угля, при этом руководство компании активно обсуждает планы по снижению воздействия на экологию. **RuNews24**

Из Иркутской области в 2023 г. на экспорт железнодорожным транспортом вывезено более 3,4 млн т угля, что более чем в 2 раза превышает индикативный план, установленный для региона. За новогодние праздники угольные компании Иркутской области отгрузили на экспорт в восточном направлении 79,14 тыс. т угольной продукции, что составляет 27% от согласованного на январь объема вывоза угля. **IrkutskMedia**

Объем добычи угля в Республике Бурятия в 2023 г. составил 9,5 млн т, что превышает показатели прошлого года на 10,6%. На территории Бурятии ведется добыча как бурых, так и каменных углей. Основной объем энергетического топлива обеспечен за счет АО «Разрез Тугнуйский», которое ведет разработку Никольского каменноугольного месторождения. По итогам года на этом разрезе добыто 6,5 млн т угля, что на 14% превышает уровень 2022 г. Остальные 3 млн т составляют бурые угли других предприятий. **NEDRADV**

Добыча угля в 2023 г. в Амурской области составила 4,5 млн т, что почти на 18,5% больше по сравнению с предыдущим годом. Рост произошел за счет наращивания мощностей двух крупных углепромышленников – АО «Амуруголь» и ООО «Огоджинская УК». **ТАСС**

Государственное регулирование

Президент РФ Владимир Путин подписал распоряжение, разрешающее АО «Лучшее решение» приобрести бывшие угольные активы украинского миллиардера Рината Ахметова. Речь идет о компаниях «Донской

антрацит» и «Шахтоуправление «Обуховская». Ранее Владимир Путин подписал указ о выделении средств на юридическую защиту зарубежной недвижимости Российской Федерации, бывших Российской империи и СССР за рубежом. **News.ru**

Правительство Российской Федерации предлагает предоставить при перевозках угля приоритет грузопотокам, направляемым на специализированные угольные терминалы, поскольку те осуществляют перевалку быстрее и более технологично, чем универсальные. **Коммерсантъ**

Правительство Российской Федерации отменило экспортные пошлины на энергетический и коксующийся угли, а также антрациты, введенные в сентябре 2023 г. до конца 2024 г. в размере 4-7% с привязкой к курсу доллара. Данная инициатива обусловлена возвращением импортных пошлин в Китае, доля которого в угольном экспорте РФ увеличилась с 32% в 2022 г. до 48% в 2023 г. **EastRussia**

Минфин России предполагает компенсировать выпавшие доходы бюджета от отмены экспортных пошлин на уголь и в связи с этим рассматривает варианты увеличения НДС конкретно для угля. Объем выпадающих доходов бюджета оценивается в 150 млрд руб. в год при курсе 90 руб./\$. По мнению Минфина, налоговая нагрузка в угольной отрасли является самой низкой в горно-металлургическом секторе. **Коммерсантъ**

Новости угольного рынка

Объем торговли энергетическим углем на Санкт-Петербургской международной товарно-сырьевой бирже (СПбМТСБ) по итогам 2023 г. превысил 250 тыс. т. Основные объемы продаж – более 140 тыс. т – пришлись на уголь марки Д (длиннопламенный). **ЭнергоНьюс**

Экспортные цены на российский энергетический уголь в разгар отопительного сезона снижаются как на восточном, так и на западном направлениях. По данным Центра ценовых индексов, уголь 6000 ккал подешевел к концу января на 7,4% и стоит \$101 за 1 т на базе FOB Дальний Восток, уголь 5500 ккал упал в цене на 7,1%, до \$92 за 1 т, уголь 5000 ккал – на 8,9%, до \$77. Снижаются и цены на западном направлении экспорта: уголь 6000 ккал подешевел на базе FOB Балтика на 4,7%, до \$71 за 1 т, на базе FOB Тамань – на 4,6%, до \$83 за 1 т. Цены на металлургические угли также снижаются. Так, кузбасский уголь марки Ж на базе FOB Дальний Восток подешевел на 8,4%, до \$163 за 1 т, а низколетучее пылеугольное топливо – на 12,8%, до \$136 за 1 т. **Коммерсантъ**

Новости угольных компаний

Компания «Эльгауголь» по итогам 2023 г. увеличила добычу угля на 30%, до 26 млн т против 20 млн т в 2022 г. Инвестиции в развитие Эльгинского угольного комплекса за последние четыре года составили 220 млрд рублей. В 2023 г. компания ввела в эксплуатацию четыре обогатительные фабрики, еще четыре фабрики будут запущены в 2024 г. Запуск второй очереди на Эльгинском месторождении позволит нарастить добычу до 45 млн т коксующегося угля. Компания также сообщила, что к настоящему времени уже построено 350 км из проектных 531 км Тихоокеанской железной дороги. **TACC**

ООО «Солнцевский угольный разрез» (входит в состав ООО «Восточная горнорудная компания», ВГК) по итогам 2023 г. извлекло на одноименном месторождении в Сахалинской области 13,2 млн т твердого топлива. Объем отгрузки угля с Солнцевского месторождения через порт Шахтерск в 2023 г. составил 13,1 млн т, основные направления поставок – Корея, Япония, Китай и другие страны АТР. **NEDRADV**

УК «Распадская» – крупнейший в России производитель коксующегося угля – не поддерживает предложение предоставить при перевозках угля приоритет грузопотокам, направляемым на специализирован-

ные угольные терминалы, перед отгрузками в универсальные порты. В компании считают, что это приведет лишь к задержкам отправления грузов. **TACC**

На угольном разрезе «Виноградовский» АО «Кузбасская Топливная Компания» с целью повышения эффективности производственных процессов и уровня цифровизации промышленной безопасности построены две новые базовые станции 2G/4G, провайдер – компания Билайн. Каждая базовая станция включает три секторные антенны, каждый сектор может принимать информацию суммарно со скоростью 27 мегабит в секунду. Диспетчерская служба разреза ведет онлайн-мониторинг всей горно-транспортной техники в режиме 24/7.

Пресс-служба КТК

Компания ООО «СТС-Уголь» реализует инвестиционный проект по добыче угля открытым способом на разрезе «Налымакитский», расположенном в пределах Налымакитской площади в Нерюнгринском районе Якутии. На разрезе горняки извлекают каменный уголь марок Ж и СС. СТС-Уголь планирует выйти на ежегодную добычу в 250 тыс. т угля в год. **NEDRADV**

На разрезе «Кирбинский» – активе АО «Русский Уголь» в Хакасии – успешно внедрена автоматизированная система диспетчеризации (АСД). Система установлена на 31 единице карьерной техники разреза Кирбинский: 17 карьерных самосвалах, 8 экскаваторах, 3 погрузчиках, 3 бульдозерах. АСД обеспечивает мониторинг показателей спецтехники с начала рабочей смены. При этом автоматически регистрируются детализированные данные: локация, состояние техники, скорость, параметры груза и движения, неисправности, причины простоев и др. **АО «Русский Уголь»**

Логистика

В АО «Ургалуголь» в адрес потребителей отправлен железнодорожный состав с семимиллионной с начала 2023 г. тонной угля. Это рекордный годовой объем отгрузки дальневосточных угольщиков СУЭК за всю историю предприятия. Впервые за все время работы АО «Ургалуголь» су-

точная отгрузка готовой продукции составила 359 вагонов. **АО «СУЭК»**

В декабре 2024 г. завершится строительство комплекса перегрузки угля «Лавна», якорного проекта Мурманского транспортного узла, на западном берегу Кольского залива, что потенциально в два раза увеличит объем грузоперевалки в глубоководном незамерзающем порту Мурманска – до 110 млн т ежегодно. **TACC**

В 2024 г. на экспорт в восточном направлении будет вывезено около 100 млн т угля. Соглашение между ОАО «РЖД» и регионами уже заключено. Кузбасс в 2024 г. вывезет порядка 54,1 млн т угля, Якутия – 26,3 млн т, Бурятия – 8,5 млн т, Хакасия – 6,5 млн т, Иркутская область – 3,3 млн т, Тыва – 0,65 млн т. Квота на вывоз угля через Восточный полигон в 2023 г. составила 93,7 млн т. **LogiRus**

Погрузка угля через Дальневосточную железную дорогу (ДВЖД, филиал ОАО «РЖД») по итогам 2023 г. выросла на 5,7% и превысила 34,6 млн т. В целом по ОАО «РЖД» отмечено сокращение погрузки каменного угля – на 1,2%, до 350,3 млн т. **NEDRADV**

По итогам 2023 г. погрузка каменного угля на железной дороге в Приморском крае составила 3,6 млн т. В сравнении с 2022 г. объем погрузки снизился на 4,7%. **NEDRADV**

Угледобывающие компании Иркутской области и Бурятии начали отправлять уголь на экспорт через порт Мурманск. Отчаявшись вывезти свою угольную продукцию в направлении дальневосточных портов, отправку угля через порт Мурманск начали разрез Тугнуйский (АО «СУЭК») и компания «Востсибуголь» (Группа En+). Расстояние от Бурятии до Мурманска составляет 4,2 тыс. км, или в 1,5 раза длиннее восточного маршрута. **ИНТЕРФАКС**

В 2023 г. погрузка угля с Эльгинского месторождения в Республике Саха (Якутия) на железную дорогу составила 18,1 млн т. В годовом выражении погрузка выросла на 4,7%. Таким образом, Эльгинское месторождение обеспечило свыше половины от всей погрузки угля (34,6 млн т) на железную дорогу на Дальнем Востоке. Пресс-служба ДВЖД.

Петренко И.Е.

«ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ»:

Порядка 123 тысяч гостей приняли участие в Дне энергетики на Международной выставке-форуме «Россия»

День энергетики состоялся на Международной выставке-форуме «Россия» под девизом «Энергия для людей». В рамках деловой программы эксперты рассказали о прошлом, настоящем и будущем российской энергетики, обсудили вопросы развития топливно-энергетического комплекса. Для гостей и участников были организованы разнообразные образовательные, культурные, спортивные и гастрономические мероприятия. Общее количество посетителей превысило 123 тысячи человек.

Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Александр Новак отметил значимость энергетической отрасли и живой интерес широкой общественности к сфере энергетики. *«День энергетики на международной выставке-форуме «Россия» собрал на одной площадке профессионалов отрасли и большое количество молодых людей и семей, которые интересуются достижениями нашей страны в этом направлении. Обширная мультимедийная программа привлекла большое внимание гостей и участников выставки-форума. Участие в подготовке и проведении отраслевого дня позволило компаниям-лидерам топливно-энергетического комплекса представить широкой аудитории свои последние разработки, которыми может гордиться вся наша страна. Мы смогли в очередной раз убедиться в единстве представителей отрасли и ее технологическом лидерстве».*

Открыл День энергетики **министр энергетики Российской Федерации Николай Шульгинов**, который вручил представителям ТЭК государственные и ведомственные награды за вклад в развитие энергетики. *«Российский ТЭК демонстрирует успехи на мировой арене, является одним из лидеров по всем направлениям – добыче нефти, газа, угля, производству электроэнергии. Наши отрасли работают устойчиво, и нам хотелось бы показать, как мы работали последние 20 лет, каких успехов достигли»*, – заявил в приветственном слове Николай Шульгинов. Также в рамках церемонии открытия отраслевого дня состоялся запуск трех модернизированных энергоблоков Гусиноозерской, Костромской и Пермской ГРЭС суммарной мощностью 1390 МВт. Министр энергетики по ВКС дал команду на пуск энергоблоков.

Продолжилась программа Дня энергетики мероприятием, приуроченным к презентации Проекта «Храним огонь Победы» и 80-летию полного снятия блокады Ленинграда и освобождению Ленинградской области. На презентации состоялось прямое включение с места зажжения первого в 2024 г. нового Вечного огня и его появление в режиме реального времени на ресурсе «Храним огонь Победы». Ресурс объединил на интерактивной карте все мемориалы с Вечным огнем и Огнем памяти.

Центральным событием деловой программы Дня энергетики стала пленарная сессия «ТЭК России: новые возможности для развития», где с участием заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Александра Новака эксперты отрасли в открытом фор-



мате обсудили приоритеты развития топливно-энергетического комплекса России, достижения последних лет, возможности развития в каждой отрасли топливно-энергетического комплек-

са. В сессии также приняли участие заместитель председателя правления – начальник департамента ПАО «Газпром» Олег Аксютин, генеральный директор ООО «Газпром межрегионгаз» Сергей Густов, генеральный директор ПАО «Газпром нефть» Александр Дюков, председатель Комиссии по горно-промышленному комплексу РСПП Владимир Рашевский, генеральный директор ГК «Росатом» Алексей Лихачев, председатель правления ПАО «Интер РАО» Борис Ковальчук, генеральный директор, председатель правления ПАО «Россети» Андрей Рюмин, генеральный директор ООО «Юнигрин Энерджи» Игорь Шахрай, председатель правления, генеральный директор ООО «Сибур» Михаил Карисалов, генеральный директор ООО «РН-Ванкор» Владимир Чернов, которые рассказали о ТЭК как об основе роста экономики России и повышении качества жизни ее граждан. Модератором выступил **президент Ассоциации «Глобальная энергия» Сергей Брилев**.

Деловая программа Дня энергетики продолжилась экспертными панелями «Электроэнергетика как драйвер роста экономики» и «Новые стратегии для нефтегазового комплекса» с участием представителей Министерства энергетики Российской Федерации и компаний-лидеров российского ТЭК.

Генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев в ходе пленарной сессии отметил, что сегодня атомная отрасль в России имеет три точки опоры. Это ядерно-оружейный комплекс, атомная энергетика, а также различные проекты и программы технологического суверенитета. *«Атомная отрасль – одна из самых молодых на планете. В этом году мы отметим 70 лет атомной энергетики – в день, когда в СССР была запущена первая АЭС в Обнинске. Сегодня каждая пятая лампочка в нашей стране горит благодаря атомной электростанции. Мы – лидеры глобального рынка, строим по всему миру, являемся чемпионами по обогащению урана, лидерами по его запасам и добыче. И все наши атомные технологии являются суверенными. Мы продолжаем развивать атомные технологии и лидируем в их экспорте»*, – подчеркнул Алексей Лихачев.

В течение всего Дня энергетики гостей ждала спортивно-зрелищная, культурная и гастрономические программы, состоялся фестиваль энергии и спорта «Заряжай» с участием звезд спорта и фигурного катания. Завершился День энергетики праздничным концертом, в котором приняли участие все гости площадки.

Организаторы Дня энергетики – Правительство Российской Федерации, Министерство энергетики Российской Федерации, АНО «Дирекция выставки достижений «Россия»; оператор – Фонд Росконгресс; генеральный партнер – ПАО «Россети»; официальный партнер – АО «Интер РАО – Электрогенерация»; партнер – АО «ВО «Промсырьимпорт»; партнер по организации – УК «Эльга».

Общие цели: СУЭК обсудил с главами муниципалитетов совместную работу на территориях присутствия

14 января в Москве в павильоне ВДНХ «Энергия жизни» прошел «Совет Глав муниципальных образований на территориях присутствия СУЭК и СГК». На мероприятии представители компаний и главы почти 30 районов и муниципалитетов поделились опытом реализации совместных проектов и обсудили перспективы сотрудничества.

«Развитие территорий присутствия является постоянным приоритетом для СУЭК и СГК, поскольку на этих территориях живут наши сотрудники со своими семьями. Для нас это комплексная деятельность, которая охватывает все ключевые направления социальной сферы, включая образование, культуру, спорт, здравоохранение, поддержку уязвимых групп, а также благоустройство шахтерских городов и поселков, стимулирование общественной инициативы, охрану окружающей среды», – подчеркнул **заместитель генерального директора АО «СУЭК» Сергей Григорьев**. Он отметил, что усилия бизнеса в этом направлении полностью отвечают национальным приоритетам в Сибири и на Дальнем Востоке и высоко оцениваются руководством России.

Участники Совета обсудили вопросы привлечения средств госпрограмм на развитие территорий, реализацию предложений инициативных групп населения и стимулирование социального предпринимательства, совместное решение социальных задач и другие актуальные темы. Выступающие отмечали, что поддержка СУЭК при подготовке заявок на конкурсы благоустройства Минсельхоза и Минстроя России помогли в значительной мере преобразить облик населенных пунктов, повысить заинтересованность людей в проживании на своей малой родине. Об этом, в частности, рассказала **глава Алтайского района Хакасии Ирина Войнова**.

Глава города Шарыпово Красноярского края Вадим Хохлов сообщил, что в обсуждении проекта благоустройства, подготовленного вместе с СУЭК, приняли участие более 10 тыс. жителей, среди которых были и сотрудники угольного разреза СУЭК, и члены их семей. Успех реализации проекта открыл возможность для инициативных групп населения участвовать в других программах благоустройства, реализуемых на принципах софинансирования государства и бизнеса.

По словам **главы г. Прокопьевска Кемеровской области Максима Шкарабейникова**, финансовое и ресурсное участие СУЭК «дает нашим территориям энер-



гию для развития, для улучшения качества жизни. Поэтому символично, что Совет Глав проходит в павильоне Минэнерго России под знаковым названием «Энергия жизни».

Социальные и благотворительные проекты СУЭК и СГК реализуются на территориях присутствия на долгосрочной основе и в тесном взаимодействии с региональными властями и населением. Среди наиболее известных проектов компаний на территориях присутствия можно выделить «Трудовые отряды СУЭК», ежегодно вовлекающие тысячи подростков в общественно полезную деятельность; Школу социального предпринимательства, благодаря которой более 160 000 человек получили доступ к новым услугам и возможностям; программу реабилитации детей с ОВЗ «Лига мечты»; экологический марафон «Зубочистка», ежегодно объединяющий волонтеров для очистки от мусора особо охраняемых природных территорий и т.д. Благодаря СУЭК и СГК более 30 малых городов и поселков Сибири и Дальнего Востока получили поддержку проектов благоустройства территорий. Реализация таких мероприятий позволила построить десятки общественных пространств, обновить социальную инфраструктуру, запустить новые и поддержать текущие проекты малого бизнеса, создать тысячи рабочих мест. В результате на территориях присутствия компаний растет качество жизни, и сокращается отток населения.

СУЭК и СГК вносят значительный вклад в обеспечение занятости населения, создавая привлекательные условия труда для более чем 73 тыс. человек в 14 регионах страны. Большинство работников компаний – местные жители. 98% подрядчиков, с которыми взаимодействует СУЭК, – также местные компании.

Пресс-служба АО «СУЭК»

Фонд Андрея Мельниченко помог юным жителям Кузбасса пройти оздоровительный сезон в «Полянах»

Дети из Кемеровской области – Кузбасса при поддержке Фонда Андрея Мельниченко побывали на очередном оздоровительном сезоне в загородном отделении «Поляны» ФГБУ «Детский медицинский центр» в Подмоскowie.

Дети с различными диагнозами получили качественное обследование в лучшем медицинском учреждении страны. Для оздоровления ребят в «Полянах» созданы все условия – здесь оборудованы зал лечебной физкультуры, ингаляторий и лечебный бассейн, хамам и нейросенсорная комната, кабинеты кедр-, гало- и бальнеотерапии. Кроме диагностики здоровья и квалифицированной медицинской помощи для детей была организована развлекательная программа.

По отзывам родителей, такие программы оказывают большую поддержку детям и в оздоровительном, и в эмоциональном плане.

– «У сына было несколько сопутствующих диагнозов, во всех помогли более углубленно разобраться и дали рекомендации. Медицинский центр нам помог выявить причину одной из болезней, которая возникла у ребенка неожиданно. Это очень серьезная и несвойственная проблема для мальчика. Я хочу сказать огромное спасибо коллективу «Полян». Мы обязательно пройдем все рекомендации и продолжим лечение. Уверена, мы справимся с болезнями. Никита даже не ощутил, что с ним все это время были врачи. Они относились к нашим детям с заботой и любовью. Кроме обследования и лечения ребен-



нок посещал различные мероприятия, кружки, лепил, рисовал. Очень понравилась поездка на ВДНХ и встреча с актером театра и кино Алексеем Огурцовым, – рассказала о поездке сына Людмила Земченкова. – Никита всегда был немного стеснительным, а здесь смог раскрыться, скучать было некогда. Спасибо СУЭК за внимание и заботу. Это дорогого стоит».

– «Мне понравились прогулки, игры, как мы рисовали, как к нам приехали известные люди, а из процедур – лечебная физкультура. Я нашел друзей», – рассказал 11-летний Никита Земченков.

С детьми прилетели взрослые сопровождающие – работники предприятий, которые также прошли обследование у специалистов ведущих медицинских организаций. Программа для детей Сибири и Дальнего Востока действует с 2009 г. За это время отдохнуть и поправить здоровье в одном из ведущих медицинских центров страны смогли более 1,5 тыс. ребят, чьи родители работают на предприятиях СУЭК, а также их сверстники из детских домов и дети, попавшие в сложную жизненную ситуацию.

Пресс-служба АО «СУЭК»



Творческая пастораль в угледобыче или хранящие память об углекопах

За долгую историю развития угледобычи мы знаем немало творческих людей, увековечивавших память о шахтерах и добыче угля.

Одним из ярких примеров отражения тяжелого труда шахтеров в своем творчестве может служить русский художник-живописец и архитектор, мастер исторической и фольклорной живописи **Виктор Михайлович Васнецов (1848-1926)**. В 1880 г. Виктор Михайлович все лето провел в деревне Ахтырке недалеко от Абрамцева, где работал над заказными картинами. Раз, гуляя, встретил девочку-подростка. В ситцевом дырявом сарафане шла она, погруженная в какие-то думы, одинокая, замкнутая... И столько тоскливой печали выражали ее глаза, что художник припомнил родную Вятку, где дети тоже знали тяготы жизни. Отцы уходили на заработки в далекие горы на шахты, где, проработав зиму (их так и называли зимогорами), возвращались домой, рассчитывая гроши, чтобы хватило на все – на подати и на жизнь. Случалось, не возвращались, гибли в шахтах, оставляя детей сиротами. У Васнецова явилась мысль написать картину «Аленушка», и неясный еще образ девочки-сиротиночки стал обретать живые, волнующие черты...



Русский живописец-реалист, один из российских художников XIX-XX вв., посвятивших свои произведения углекопам, **Николай Алексеевич Касаткин (1859-1930)**, желая глубже ознакомиться с жизнью шахтеров, неоднократно посещал донецкие шахты. Увидев впервые примитивные шахты, убогие землянки, тяжелую и беспросветную жизнь донецких углекопов, он писал родным в 1890 г.: «С трудом себя удерживаю, чтобы не уехать... Тут надо веревки, а не нервы, а у меня гнилые нитки». Н.А. Касаткин нарисовал целую серию картин, посвященных углекопам Донбасса. Среди них картины «Шахтерка», «Лука-хромой», «Углекопы. Смена», «Шахтер-тягальщик», «Сбор угля бедными на выработанной шахте» и другие, которые хранятся в Третьяковской галерее.



Нельзя также оставить без внимания и зарубежных деятелей искусства. Нидерландский художник-постимпрессионист **Винсент Ван Гог (1853-1890)**, чьи работы оказали вневременное влияние на живопись XX века, тоже отражал в своих работах тяжелый шахтерский труд в своих творческих произведениях. В 1879 г., когда эпидемия тифа и лихорадки во множе-



стве косила людей, углекопы Бороинажа немало дивились молодому господину, который бесстрашно обходил зараженные лачуги, выхаживая больных и увечных. Этим человеком был Винсент Ван Гог. Исколесив пол-Европы, он оказался в качестве миссионера на угольных копях. Двадцати семи лет от роду, несостоявшийся миссионер, учитель и торговец картин начинает учиться рисунку с одержимостью, присущей ему во всем. В первых, еще неловких набросках он рисует тех, кто его приютил, их нищенские жилища, неприветливый край. Душевный переворот приносит ему радость обретения целого мира образов. «*Нет ничего более художественного, чем любить людей*» – эта заповедь станет сердцевинной творчества Винсента Ван Гога. Увиденное и пережитое неизбежно отражалось в творчестве художника. Картины Ван Гога того периода передают тяжесть жизни простых углекопов, они выполнены в мрачных тонах, не типичных для его ярких картин более позднего периода.



В современном мире также существует не мало творческих людей, которые так или иначе находят себя в искусстве благодаря угольной отрасли. Под впечатлением от того, что увидел на глубине угольных и соляных шахт, где работают донецкие

Не мало талантливых людей прославляли своим творчеством угольную промышленность и в советское время. Взять, к примеру, советского графика, народного художника РСФСР, действительного члена АХ СССР **Николая Афанасьевича Пономарева (1918-1997)**, для которого были характерны поэтическое восприятие природы и повседневной жизни людей труда, тонкость колорита, декоративная выразительность больших цветковых плоскостей. За произведения серии «Шахтеры Донбасса» (гуашь, уголь, карандаш, 1949-1950 гг.) в 1951 г. была получена государственная премия СССР. Художник награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалью. В 1980-е годы он подарил городу Шахты около 100 графических работ.



Или вот, например, кемеровский скульптор, член Кемеровской общественной организации Союза художников России, **Заслуженный работник культуры РФ – Валерий Васильевич Треска**, автор многих значимых работ, посвященных труду шахтеров, среди которых рельеф «Горнякам Кузбасса» и серия медалей об истории Кемеровского рудника.



шахтеры, **современный китайский художник Цай Гоцянь (Cai Guo-Qiang)** провел презентацию выставки и пресс-конференцию для журналистов и ценителей современного искусства. Он рассказал, что 27 шахтеров позировали ему и нескольким местным художникам, поведали о своей работе, которая и опасна, и трудна, но главное это то, что наконец-то свершилась давняя мечта Цая Гоцяня – поработать в одной из стран постсоветского пространства, тем более, что в свое время его учителями были именно советские художники. Да и социалистический Китай не совсем чужой для стран бывшего СССР. Кроме того, художника при-



влекла специфика донецкого региона – уголь, шахты и шахтеры – и возможность окунуться в эту атмосферу, почувствовать то, что мало кому доводилось чувствовать, видеть, слышать. Зная Цзя Гоцяна по его «пороховой» живописи и взрывающимся фейерверками автомобилям, неудивительно, что его привлекла возможность побывать в шахте на глубине 1040 м под землей. Да и огромные портреты 27 шахтеров впоследствии были выполнены именно в «пороховом» стиле и выставлены на постаментах из угля и соли. Разумеется, почетными гостями презентации стали позировавшие для портретов шахтеры и их семьи.

Среди сотрудников Департамента угольной промышленности Минэнерго России можно также отметить творческие личности, пусть и не такие знаменитые, но которые также сегодня привносят свой творческий вклад в почитание шахтерского труда. В преддверии новогодних праздников в главном здании Минэнерго России проходит выставка мозаичных работ **советника отдела промышленной безопасности и экологии Департамента угольной промышленности Василия Борисовича Розанова.**

В рамках своего хобби – художественной мозаике им представлен ряд мозаичных работ, среди которых несколько произведений, выполненных по шахтерской тематике. Особенно впечатляюще выглядит мозаичное панно для Департамента угольной промышленности с упоминанием даты основания угольной промышленности со времен Петровской эпохи. По словам В.Б. Розанова, любовь к природе, недрам Земли привела его к этому древнейшему виду искусства – мозаике, что в его работах также подчеркивает глубину истории угледобычи в России. В своих творческих произведениях В.Б. Розанов пытается донести до общества ценность ручного труда, необходимость его возрождения и почитания. На выставке также представлены его работы, основания которых сделаны с использованием отходных (вторичных) материалов и оформлены мозаичным покрытием, для украшения городских улиц, парков, скверов и т.д., основной идеей при создании которых является забота о природных богатствах Планеты и популяризация экономики замкнутого цикла.



Выставка мозаичных работ
В.Б. Розанова в Минэнерго России



Рубрика профессора Углёва
«ДЕЛИМСЯ ОПЫТОМ ОБОГАЩЕНИЯ»

Выбор нижней границы крупности угля для тяжелосреднего гидроциклона

Проф. И.И. Углев продолжает публикацию ответов на вопросы, задаваемые персоналом углеобогатительных фабрик. В данной статье рассматривается выбор нижней границы крупности угля, обогащаемого в тяжелосреднем гидроциклоне большого диаметра. Определяющим параметром для выбора нижней границы крупности частиц является погрешность их разделения в гидроциклоне.

Ключевые слова: машинный класс угля, тяжелосредний гидроциклон, плотность разделения, погрешность разделения.

Контактная информация – e-mail: uglev@expert-coalprep.ru.

Какую нижнюю границу крупности обогащения угля выбрать для гидроциклона?

У нас на фабрике при последней реконструкции установили двухпродуктовый тяжелосредний гидроциклон диаметром 1000 мм, в котором мы обогащаем уголь крупностью 1-100 мм. Шлам класса 0,2-1 мм обогащается в гидросайзерах. В отходах гидроциклона наблюдаем относительно большое количество низкозольного шлама, из-за которого эффективность обогащения в гидроциклоне значительно ниже проектных значений. Возможно, нам надо повысить нижнюю крупность угля при дешламации на вибрационных грохотах. Что Вы можете рекомендовать по улучшению работы тяжелосреднего гидроциклона?

Инженер-технолог, г. Воркута

Спасибо за вопрос! Выбор крупности машинного класса – это важный вопрос для обеспечения нормальной работы обогатительного аппарата. Нижнюю границу машинного класса тяжелосреднего гидроциклона обычно обеспечивают вибрационные грохоты для дешламации угля с щелевыми ситами. Производительность и эффективность работы грохотов зависят от площади и размера щели сит. Поэтому даже при правильном выборе размера щели сита может не хватить площади поверхности сита для обеспечения эффективной дешламации поступающего угля. Это важный момент выбора размера грохота для дешламации, который влияет на работу тяжелосреднего гидроциклона (ТС ГЦ).

Для тяжелосреднего гидроциклона обычного размера с диаметрами от 500 мм до 900 мм вопрос о нижней крупности угля сводится к выбору между значениями 0,5 мм и 1 мм. Для ТС ГЦ большого размера с диаметрами от 1000 мм до 1500 мм вопрос о нижней крупности угля решается выбором между значениями в диапазоне уже от 1 мм до 2 мм.

С тяжелосредними гидроциклонами большого диаметра (см. рисунок) проведено достаточно большое количество исследований, позволяющих сделать некоторые выводы по поводу выбора нижней крупности обогащаемого угля. Кроме крупности угля d на эффективность работы гидроциклона влияют соотношение объема суспензии к объему угля на входе $M : C$, давление суспензии на входе в гидроциклон $P_{вх}$ и плотность исходной суспензии ρ_c .

Согласно исследованиям, влияние отношения $M : C$ на эффективность работы гидроциклона большого диаметра больше, чем влияние давления $P_{вх}$ на входе в гидроциклон. Установлено, что ТС ГЦ большого диаметра хорошо работают при низкой плотности разделения угля $\rho_c \leq 1400 \text{ кг/м}^3$ при соотношениях $M : C = 4 : 1$ и более. Давление на входе в гидроциклон $P_{вх}$ при низкой плотности разделения рекомендуется поддерживать в диапазоне от $6 \cdot D_{гц}$ до $9 \cdot D_{гц}$, где $D_{гц}$ – диаметр гидроциклона в метрах.

В результате экспериментов, проведенных разработчиками гидроциклонов, получено выражение зависимости погрешности E_{pm} от крупности частиц:

$$E_{pm} = 14,9 + 54,0 \cdot d^{(-0,7966)} \text{ кг/м}^3,$$

где d – размер частицы угля в мм.



Тяжелосредний гидроциклон диаметром 1150 мм

Данные по разделению угля в ТС ГЦ диаметром 1150 мм при плотности исходной суспензии 1300 кг/м³

Параметры работы ТС ГЦ	Классы крупности, мм							
	13-25	6-13	3-6	2-3	1,5-2	1-1,5	0,5-1	0,25-0,5
Категория обогатимости	Очень трудная	Трудная	Средняя	Средняя	Легкая	Легкая	Легкая	Легкая
Выход в концентрат в классе, %	55	63	68	76	78	80	82	80
Погрешность разделения, кг/м ³	20	24	30	36	50	65	84	133

В таблице приведены некоторые данные исследований эффективности разделения угля марки Ж в двухпродуктовом тяжелосреднем гидроциклоне диаметром 1150 мм.

Анализ ситового и фракционного составов угольного шлама в продуктах обогащения гидроциклонов большого диаметра позволил получить данные по эффективности разделения частиц разных размеров. Так, из таблицы видно, что погрешность разделения для частиц размером менее 2 мм при прочих равных условиях значительно увеличивается. Поэтому нижней границей частиц, обогащаемых в ТС ГЦ большого диаметра, рекомендуется принимать размер 1,5-2 мм.

В вашем случае, с дешламации угля по границе 1 мм необходимо перейти на дешламацию по границе 1,5 мм.

Это позволит повысить эффективность работы грохота дешламации и уменьшит количество шлама, попадающего в ТС ГЦ. Однако, надо будет оценить производительность гидросайзера, установленного на фабрике – сможет ли он и обезвоживающая центрифуга принять дополнительную нагрузку по шламу.

Повышение нижней границы крупности угля для ТС ГЦ позволит также дополнительно получить экономию за счет уменьшения потерь магнетита в тяжелосреднем концентрате обогащения.

Итак, отвечая на Ваш вопрос: рекомендую первым шагом по увеличению эффективности работы тяжелосреднего гидроциклона сделать замену существующих сит на дешламационных грохотах на сита с щелью большего размера 1,5 мм.

Семь миллионов тонн угля отгружено в адрес потребителей дальневосточными угольщиками СУЭК

В АО «Ургалуголь» в адрес потребителей отправлен железнодорожный состав с семимиллионной тонной угля. Это рекордный годовой объем отгрузки дальневосточных угольщиков СУЭК за всю историю предприятия.

Ранее крупнейший угледобытчик Хабаровского края объявлял о достижении исторического производственного рекорда. В 2023 г. впервые за все время работы АО «Ургалуголь» суточная отгрузка готовой продукции составила 359 вагонов. Набранные темпы позволили добиться очередного рекорда – 7 миллионов тонн угля отгружено потребителям.

Предновогодний рекорд – результат планомерной работы по комплексной модернизации подъездных путей, расширению фронтов погрузки и продуктивному взаимодействию с управлениями и службами Дальневосточной железной дороги. Энергетические компании ритмично и бесперебойно получают уголь, который до-



бывается и обогащается на мощностях СУЭК в Хабаровском крае.

В компании отметили, что достигнутый успех стал следствием профессионального и самоотверженного труда дальневосточников, обладающих крепкими трудовыми традициями, собранностью и упорством в достижении целей.

Пресс-служба АО «СУЭК»

На что обратить внимание при выборе вибрационных грохотов: основные факторы



ЛОХОВ Д.С.

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

Ключевые слова: TAPP Group, вибрационный грохот, сита от компании TAPP Group

В настоящее время в связи с требованиями роста производительности обогащательных предприятий вопрос выбора надежного и производительного оборудования становится еще более актуальным. Сегодня мировой рынок предлагает широкий выбор оборудования, представленного разными производителями и странами. Однако, несмотря на это многообразие, сделать правильный выбор становится все сложнее.

Сейчас фокус сместился на Китай, где проходит множество выставок оборудования. На них едут сотрудники Российских обогащательных предприятий, чтобы найти подходящие технологии по выгодным условиям и купить их напрямую у производителя. Но эти выставки отличаются от тех, к которым мы привыкли. Если на российских мероприятиях можно встретить технического специалиста или директора по производству от завода-изготовителя, то в Китае это не принято. Крупные китайские корпорации отправляют специально обученного представителя, который не знаком с технологией производства. Его задача заключается в том, чтобы всеми способами заинтересовать потенциального покупателя и привлечь его к сотрудничеству с заводом, но зачастую те обещания, которые они дают на выставке, невыполнимы, и когда приходит время проработки проекта, специалистов ждет неприятный сюрприз.

Особое внимание в этой статье мы хотим уделить выбору основных классифицирующих устройств – вибрационных грохотов. Выбор грохота напрямую влияет не только на технологическую цепочку обогащения, но и на часы простоя оборудования на ремонт, производительность предприятия, а также на капитальные затраты на его приобретение и эксплуатацию.

НА ЧТО СЛЕДУЕТ ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ ПОСТАВЩИКА ГРОХОТОВ, ЧТОБЫ ИЗБЕЖАТЬ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ И ПРИОБРЕСТИ НАДЕЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КОТОРОЕ ПРОСЛУЖИТ ВАМ ДОЛГИЕ ГОДЫ.

В Китае существуют более 1000 предприятий, которые производят грохоты. Соответственно, отпускная цена на рынке сильно варьируется: от 400 000 до 2 000 000 юаней. При этом анализ финансовой части показывает, что только на закупку материалов для изготовления грохота уходит намного больше 400 000 юаней, что вызывает вопросы к качеству применяемых материалов.

Соответственно, производителей можно разделить на несколько сегментов: те, кто изготавливает оборудование из «подручных» средств; те, кто изготавливает оборудование из дешевых материалов; те, кто применяет среднее качество или сочетает среднее и высокое качество материалов; и, наконец, премиальный сегмент, это те, кто использует только материалы высокого качества.

Вопрос качества касается не только сталей, сварочных материалов и оборудования, но и технологического процесса. Ведь если не произвести отпуск сварных швов и не снять напряжение, то даже если качество материалов будет на совершенном уровне, со временем все начнет разрушаться.

Поэтому при выборе поставщика необходимо обращать внимание не только на качество применяемых материалов, но и на технологические процессы, а также другие немаловажные факторы:

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Инженерный корпус и его состав становятся предметом особого внимания при посещении завода, предполагаемого для производства нашего оборудования. Наличие конструкторского отдела, работающего с высококачественным, лицензионным программным обеспечением, является залогом точности выполнения расчетов при проектировании нестандартного оборудования. Мы изучаем процессы проектирования, технологические процессы и то, как проводится контроль качества. Также важно понять процесс работы отдела закупок – ведутся ли закупки беспорядочно или есть постоянные проверенные поставщики.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Изучение информации о производстве стали для оборудования является обязательным этапом при выборе поставщика. Материалы должны отвечать следующим требованиям: прочность, коррозионная стойкость и полное сохранение этих свойств при отрицательных температурах и неблагоприятных погодных условиях (в случае эксплуатации грохота на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях).

В грохотах TAPP Group применяются судостроительные стали, что гарантирует длительный срок службы оборудования в любых условиях.

ОСНАЩЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦЕХОВ

Особое внимание следует уделить оснащению цехов, используемым станкам, уровню ручного труда и степени автоматизации процессов. Наличие современного оборудования и максимально возможная автоматизация процессов являются важными аспектами, влияющими на качество производимого оборудования.

ТЕКУЧКА КАДРОВ

Заводы, ориентированные на премиальный сегмент работали годами сложные, но максимально эффективные технологические процессы. Для их реализации необходим большой штат специалистов, чтобы обеспечить бесперебойное производство.

Текучка кадров свидетельствует о том, что из-за неравномерного потока заказов в периоды спада сотрудников сокращают. При получении большого количества заказов, чтобы успеть произвести оборудование в назначенный срок, заводу придется нанимать новый персонал и ускорять производство, что плохо сказывается на качестве. По этой же причине, с большой вероятностью, при выявлении неполадок такой производитель будет всячески перекладывать свою ответственность на покупателя и отказывать ему в гарантийном обслуживании.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОРТОВИН

Сейчас наибольшее распространение приобрела сборка бортовин посредством НУСК-болтов. Отверстия в них осуществляют сверлением или методом плазменной резки. Операция прожигания отверстий в бортовинах грохота плазменным способом приводит к возникновению эллипсности и подкаленных кромок, что вызывает появление концентраторов напряжения, приводит к появлению микротрещин и ослаблению НУСК-болтов.

Получение отверстий сверлением – трудоемкий и более дорогостоящий процесс, но, несмотря на это, он лишен недостатков плазменной резки, тем самым делает конструкцию более надежной. На грохотах TAPP Group отверстия всегда исполняются сверловкой.

КОНСТРУКЦИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ БАЛОК

В балках прямоугольного (коробчатого типа) и двутаврового сечений даже при небольшом угле отклонения линии действия сил от главных осей инерции наблюдается кривой изгиб, приводящий к значительному увеличению нормальных напряжений. Для снижения напряжения и избежания разрушения конструкции производители увеличивают профиль балки, что влечет за собой удорожание изделия и увеличение веса конструкции.

Поперечные балки грохотов TAPP Group имеют круглое сечение и лишены данных недостатков. Они выдерживают высокие нагрузки и исключают деформации и разрушения, вызываемые косым изгибом, обеспечивая долговечность всей конструкции.

СИТА

Замена просеивающей поверхности грохота является затратной операцией как с точки зрения материалов, так и с точки зрения трудозатрат. Увеличение срока службы просеивающей поверхности значительно снижает время простоя оборудования и увеличивает производительность предприятия. Сита от компании TAPP Group ходят на 30-100% дольше стандартных просеивающих поверхностей, но есть и реальные случаи, где наши сита отходили в 5-7 раз дольше. Это связано с тем, что мы не просто заменили старое сито, а произвели расчеты, испытали несколько вариантов просеивающих поверхностей из разных материалов и с разными ячейками, подобрав наилучшее решение.

Правильный выбор оборудования является ключевым фактором в обеспечении эффективности процессов обогащения и эксплуатации предприятия в целом. Поэтому необходимо уделять внимание не только стоимости агрегата, но и другим важным параметрам.

Грохоты компании TAPP Group соответствуют всем вышеперечисленным факторам. Они изготовлены из судостроительной стали, с применением сборных бортовин, полученных методами механической обработки, с использованием поперечных балок круглого сечения и ситами особой конструкции, смена которых займет не более 30 секунд на одно сито. Эти грохоты не подведут вас и полностью оправдают себя.

Для получения дополнительной информации и оформления заказа обращайтесь:

+7 (4722) 23-28-39;

kalchenko@tapp-group.ru

Подписывайтесь на наш канал

web: www.tapp-group.ru



Наш YouTube-канал:

Тысячи сотрудников кузбасских предприятий СУЭК развивают компетенции на базе ЦПиРП

Более 16 тысяч сотрудников Компании и сторонних организаций в течение 2023 г. прошли обучение и переобучение по различным программам в Центре подготовки и развития персонала АО «СУЭК-Кузбасс».

В Центре ведется целенаправленная подготовка кадров по таким востребованным на предприятиях профессиям, как «Горнорабочий подземный», «Электрослесарь подземный», «Горномонтажник подземный», «Проходчик», «ГРОЗ», «МГВМ», «Машинист установок обогащения».

Удостоверения об овладении рабочими специальностями в прошлом году получили 664 человека, повысили квалификацию по профессиям 1009 человек. 1287 инженерно-технических работников стали участниками обязательных обучений в области охраны труда и промышленной безопасности. Проверка знаний и у рабочих, и у ИТР осуществляется с помощью автоматизированного программного продукта «РискПроф».

Почти восемь тысяч сотрудников повысили свой профессиональный уровень по направлениям, связанным с обучением безопасным методам и приемам выполнения работ при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов, а также правильному использованию средств индивидуальной защиты.

Еще более шести тысяч человек обучались на различных вводных тренингах, инструктажах, семинарах, курсах целевого назначения, связанных с внедряемым новым оборудованием, особенностями выполнения различных производственных операций.

Особое внимание в объявленный в России Год педагога и наставника уделялось подготовке рабочих-наставников. Программы обучения и тренинги по этому направлению прошли более семьсот человек.

Для качественной подготовки персонала постоянно совершенствуются учебная и материальная база ЦПиРП. Сегодня в Центре действуют девять лекционных аудиторий, девять лабораторий, компьютерные и тренажерные классы. В наступившем году появится еще один компьютерный класс на 17 рабочих мест. В учебном пункте го-



рода Киселевска для проведения обучения и переподготовки рабочих открыта дополнительная аудитория на 25 человек.

Повышается уровень квалификации педагогического состава Центра. Более сорока опытных сотрудников компании «СУЭК-Кузбасс», привлекаемых к педагогической деятельности в ЦПиРП, прошли профессиональную переподготовку по программе «Педагогика». На базе Центра созданы кафедры по основным направлениям деятельности Компании.

Наряду с подготовкой и повышением квалификации персонала предприятий в ЦПиРП ведется большая профориентационная работа с учащимися. Так, по инициативе СУЭК в 2023 году в Ленинске-Кузнецком на базе Гимназии № 18 и Лицея № 4 созданы инженерные классы. Занятия со старшеклассниками, ориентированными на поступление в технические вузы, проводятся в том числе и в классах ЦПиРП.

Еще одно новое направление деятельности – Школа молодого инженера. Этот проект направлен на обучение группы сотрудников предприятий решению сложных производственных задач на высоком технологическом и научном уровне.

Пресс-служба АО «СУЭК»

Прогнозирование потребности в научно-педагогических кадрах для развития высшего горного образования в области угледобычи

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-23-30>

В свете объективных тенденций развития угольной отрасли и масштабной модернизации производств актуальной задачей является оценка обеспеченности квалифицированными кадрами. Ранее проведенное исследование позволило прогнозно оценить разрыв в подготовке специалистов на уровне 450-800 чел. к 2030 г. Материалы и методы. Были изучены статистические данные о демографии и численности научно-педагогических кадров (НПК) за 2010-2020 гг. Проведен анализ динамики подготовки специалистов. Разработаны математические модели для расчета темпов сокращения НПК и потребности в специалистах. Получены экспертные оценки от предприятий по динамике производства.

Результаты. На основе моделирования с учетом всех факторов произведена уточненная оценка разрыва до 2050 г. в диапазоне от 1900 до 3300 чел. в год при реализации разных сценариев. Выявлено, что только комплекс мер позволит снизить дефицит до 700-1100 чел. к середине столетия. Получены количественные оценки влияния каждого фактора на динамику кадрового потенциала. Проведенное исследование позволило сформировать базу для мониторинга ситуации и разработки эффективной государственной политики в рассматриваемой области, направленной на обеспечение устойчивого развития топливно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: угледобыча, горное дело, научно-педагогические кадры, прогноз потребности, высшее образование.

Для цитирования: Уколова Л.И. Прогнозирование потребности в научно-педагогических кадрах для развития высшего горного образования в области угледобычи // Уголь. 2024. № 2. С. 23-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-23-30.

УКОЛОВА Л.И.

Профессор департамента
музыкального искусства
Института культуры и искусств
Московского городского
педагогического университета,
129090, г. Москва, Россия,
e-mail: Ukoloval@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время высшее горное образование переживает значительные структурные изменения, обусловленные как объективными тенденциями развития отрасли, так и процессами ее модернизации и технологической трансформации. При этом одной из наиболее острых проблем является обеспечение кадрами, имеющими соответствующую подготовку и опыт работы в условиях современного техногенного освоения недр [1, 2, 3, 4].

Традиционно угольная промышленность была ориентирована на использование тяжелой техники и ручного труда, однако сейчас все большее распространение получают высокоавтоматизированные и механизированные процессы добычи с применением робототехники, дистанционного управления и элементов искусственного интеллекта [5]. Это неизбежно приводит к усложнению требований к квалификации горных специалистов, в том числе инженерно-

технического персонала. С другой стороны, многолетний период стагнации в отрасли обусловил старение штата преподавателей вузов горного профиля. По имеющимся оценкам, средний возраст докторов и кандидатов наук, работающих в горных вузах, превышает 55 лет [6, 7, 8, 9, 10]. При этом ежегодно наблюдается уход значительного числа педагогов в связи с выходом на пенсию.

Важно отметить, что подготовка высококвалифицированных кадров для угледобывающей промышленности требует значительных затрат времени и ресурсов. Так, обучение по программам бакалавриата и магистратуры рассчитано на 4-6 лет, а аспирантура и подготовка кандидатских диссертаций – еще на 3-4 года [11]. В то же время в ближайшие годы ожидается рост объемов добычи угля, обусловленный принятием ряда государственных программ импортозамещения в энергетике. К 2030 г., согласно прогнозам Минэнерго России, объемы добычи на крупнейших шахтах страны могут увеличиться на 15-20% по сравнению с показателями 2021 г. Это потребует привлечения дополнительных тысяч работников [12]. В то же время в силу ограниченности миграционных потоков значительная часть потребностей должна быть удовлетворена за счет подготовки собственных кадров. В этих условиях проблема прогнозирования дефицита научно-педагогических ресурсов в горных вузах приобретает особую актуальность. Ее решение позволит вовремя скорректировать объемы приема студентов и аспирантов, а также разработать дополнительные меры стимулирования притока молодых ученых в систему высшего горного образования.

Процессы обновления кадрового состава вузовской науки подчинены объективным закономерностям старения научно-педагогического потенциала и смены поколений преподавательского состава. Согласно исследованиям демографической динамики в российской системе высшего образования, средний возраст докторов и кандидатов наук, работающих на кафедрах технического профиля, со временем неуклонно растет. При этом необходимо учитывать как общие закономерности старения населения страны в целом, так и специфические особенности формирования научно-педагогических кадров в горной отрасли. Поскольку подготовка высококвалифицированного специалиста длится не один десяток лет и включает этапы бакалавриата, магистратуры, аспирантуры и докторантуры, то этот временной процесс значительно затягивает обновление поколений в науке. На протяжении длительного периода система подготовки кадров для угольной промышленности развивалась в условиях стагнации отрасли, что не стимулировало приток молодых ученых. В совокупности это привело к формированию кадрового дисбаланса, при котором доля научно-педагогических сотрудников старших возрастных групп значительно преобладает.

Между тем отрасль стоит перед необходимостью кардинальной модернизации технологий и переоснащения производств, что предъявляет повышенные требования к уровню подготовки молодых специалистов. В этом плане сложившийся статус-кво в высшем горном образовании может не соответствовать текущим вызовам времени и тормозить адаптацию учебных планов и программ к запросам производства. Для опережающего развития отрас-

ли необходим синхронизированный подход, при котором объемы подготовки инженерных кадров и темпы их поступления в науку соответствовали бы скорости обновления поколений в преподавательском составе. Это позволило бы избежать дефицита научно-педагогических ресурсов на переходном этапе и обеспечить поддержание необходимого уровня человеческого капитала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе данного научного исследования нами был проведен комплекс статистических расчетов и экспертных оценок, направленных на получение прогнозных показателей дефицита научно-педагогических кадров в горных вузах к 2030 г.

В качестве первичных статистических данных были изучены материалы федеральной государственной статистической отчетности по демографии, образованию и трудовым ресурсам за последние 10 лет. Данные источники позволили оценить тенденции естественного и механического движения населения в регионах угледобычи, а также характер изменений в возрастной структуре работников отрасли.

Отдельный анализ был посвящен статистике численности и состава научно-педагогических кадров горных вузов по возрасту, ученой степени и званию. Здесь учитывались как собственно преподавательский состав, так и аспирантура и докторантура. На втором этапе проводилась демографическая экстраполяция полученных данных с учетом прогнозируемых темпов старения населения страны до 2030 г., рассчитанных Росстатом. Это позволило прогнозно оценить масштабы естественной убыли научно-педагогического корпуса горных вузов. В дополнение, в целях учета отраслевых факторов, был проведен цикл полуструктурированных экспертных интервью с руководителями 10 ведущих угледобывающих компаний и горных вузов. Полученные в ходе них экспертные суждения относительно темпов обновления кадров и потребности в повышении квалификации позволили скорректировать прогноз.

В результате многоаспектного подхода удалось с максимальной степенью достоверности оценить количественные и качественные параметры ожидаемого дефицита научно-педагогических кадров по состоянию на 2030 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные в результате комплексного анализа данные свидетельствуют о существенном изменении демографической конъюнктуры в системе подготовки научно-педагогических кадров для угледобывающей отрасли в ближайшие годы (рис. 1). Ожидаемый дефицит квалифицированных преподавательских кадров, по нашим оценкам, будет нарастать по мере увеличения потребностей в обновлении знаний персонала на действующих производствах [7].

Согласно проведенным расчетам естественной убыли, к 2025 г. численность профессорско-преподавательского состава горных вузов сократится как минимум на 12%, а к 2030 г. – более чем на 20% по сравнению с показателями 2019 г. (табл. 1). При этом основная масса увольняемых приходится на докторов и кандидатов наук старших воз-

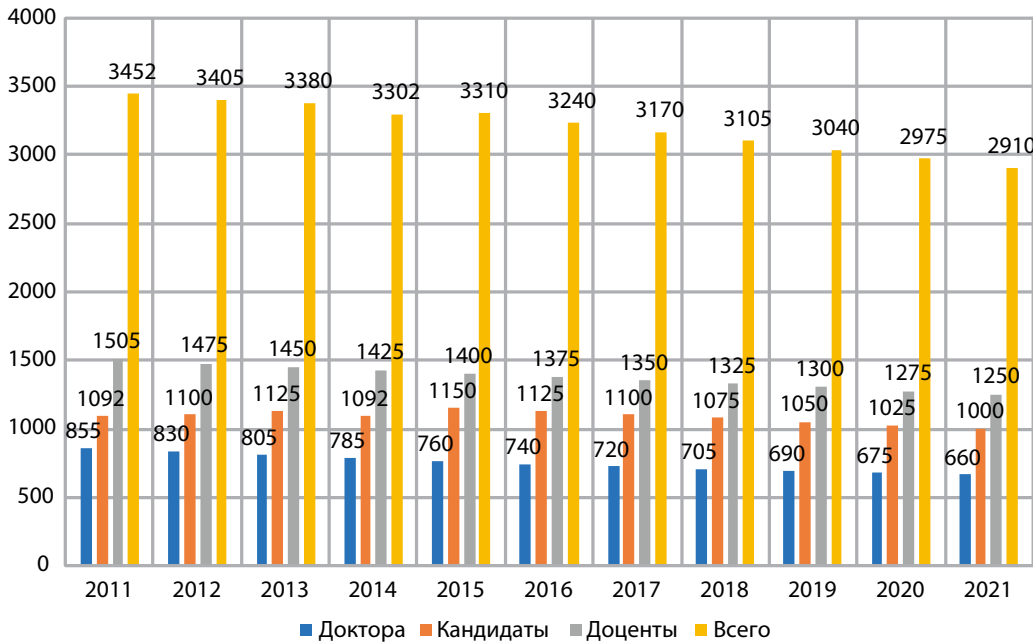


Рис. 1. Динамика численности НПК в 2011-2021 гг. (Росстат)
Fig. 1. Dynamics of the number of academic and teaching staff in 2011-2021, source: Rosstat

растных групп [3, 11]. В то же время, по экспертным оценкам, объемы подготовки бакалавров и магистров горных специальностей должны быть увеличены не менее чем на 15-20% к середине десятилетия за счет расширения добычи угля на крупнейших предприятиях [5, 8] (табл. 1). С учетом сроков обучения в аспирантуре это означает дополнительную нагрузку на кафедры уже в 2027-2029 учебных годах.

Как следует из табл. 1, 2, ожидаемый разрыв между предложением и спросом на научно-педагогические кадры к 2030 г. может составить 450-750 чел. Это потребует разработки эффективных мер по привлечению молодых ученых в систему высшего горного образования. Ожидаемое сокращение численности научно-педагогических кадров к 2030 г. составит около 15% [10, 13, 14], тогда как необходимый прирост в подготовке новых специалистов превысит 20%. Это означает, что к концу десятилетия дефицит квалифицированных преподавательских кадров в системе высшего горного образования, по нашему мнению, может достичь значения от 500 до 800 чел. [2, 15] (рис. 2, рис. 3).

Из приведенных расчетов следует, что максимальный разрыв между сокращением профессорско-преподавательского корпуса и увеличением объемов подготовки студентов прогнозируется к 2029-2030 учебному году и может составить от 538 до 782 чел.

Более подробный анализ позволил уточнить показатели по каждой категории научных кадров:

- сокращение численности докторов наук составит 270-360 чел.;
- сокращение численности кандидатов наук – 280-400 чел.;

– сокращение численности преподавателей без ученой степени – 120-240 чел..

В то же время объемы подготовки студентов возрастут:

- бакалавриат увеличится на 900-1200 чел.;
- магистратура – на 960-1080 чел.;
- аспирантура – на 280-330 чел.

Для количественной оценки ожидаемого дефицита используем следующую модель:

$$D = (S_{\text{нпк}} - H_{\text{нпк}}) - (\Pi_{\text{б}} + \Pi_{\text{м}} + \Pi_{\text{а}}), \quad (1)$$

где D – дефицит кадров; $S_{\text{нпк}}$ – сокращение численности научно-педагогических кадров; $H_{\text{нпк}}$ – остаток научно-педагогических кадров; $\Pi_{\text{б}}$ – объем подготовки бакалавров; $\Pi_{\text{м}}$ – объем подготовки магистров; $\Pi_{\text{а}}$ – объем подготовки аспирантов.

Таблица 1

Прогнозная динамика численности научно-педагогических кадров горных вузов

Projected dynamics of the number of the academic and teaching staff of mining higher educational institutions

Показатели	2019 г.	2025 г.	2030 г.
Доктора наук, чел.	720	580-640	450-510
Кандидаты наук, чел.	930-990	780-840	650-700
Преподаватели, чел.	1320-1380	1080-1140	900-960
Итого, чел.	2970-3090	2440-2620	2000-2170

Таблица 2

Прогнозная динамика объемов подготовки студентов горных специальностей

Projected dynamics of the number of students trained in the mining professions

Показатели	2019 г.	2025 г.	2030 г.
Бакалавриат, чел.	2450-2550	2900-3100	3350-3650
Магистратура, чел.	1980-2020	2420-2580	2940-3100
Аспирантура, чел.	290-310	480-520	570-630

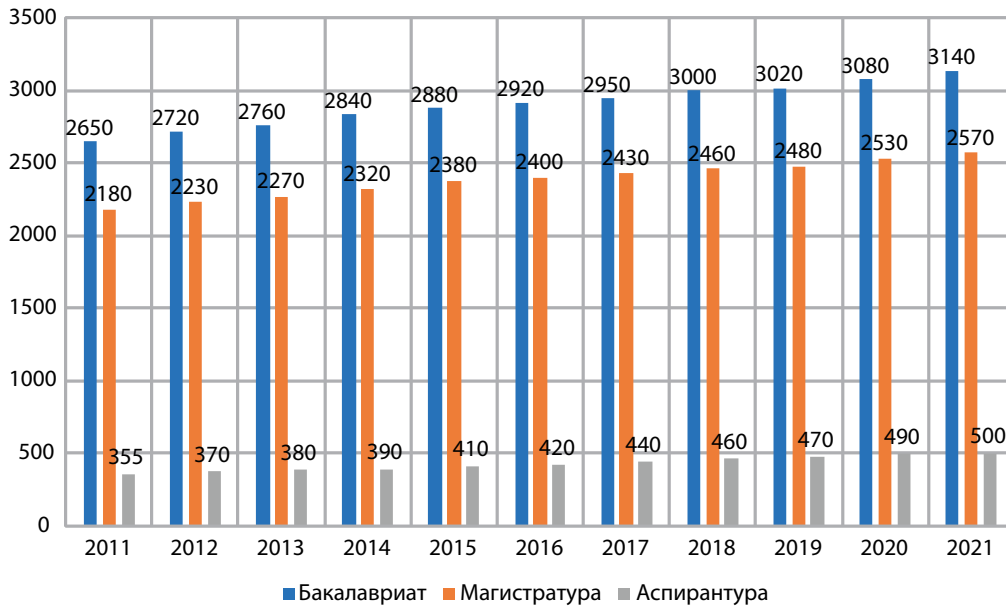


Рис. 2. Динамика подготовки специалистов до 2021 г.
Fig. 2. Dynamics of specialists training up to 2021

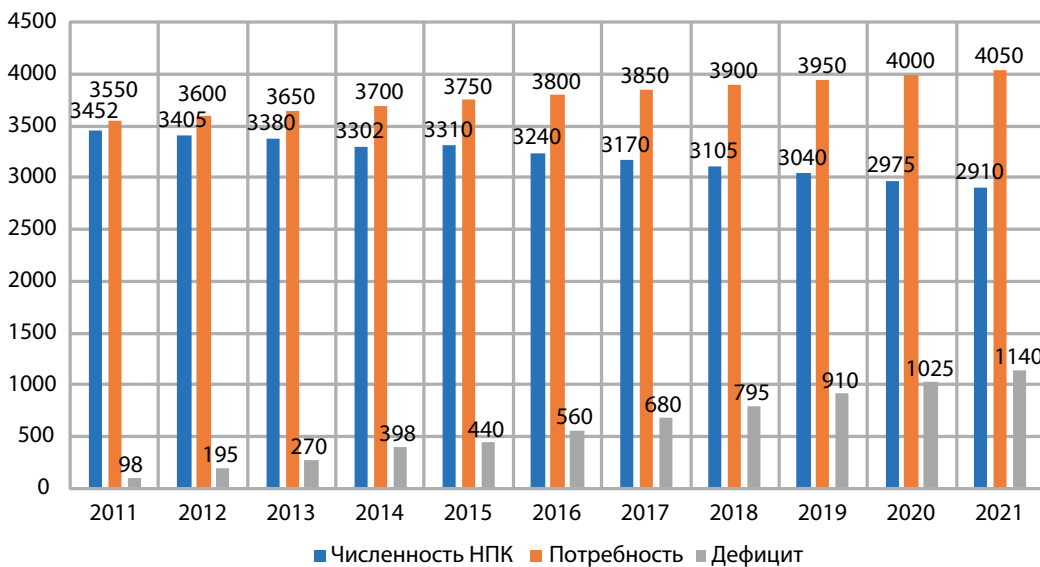


Рис. 3. Динамика дефицита специалистов до 2021 г.
Fig. 3. Dynamics of specialists shortage up to 2021

Подставив численные данные в формулу (1), получаем:

$$D = (270 - 360 - 1850 - 1950) - (900 - 1200 - 782). \quad (2)$$

Таким образом, прогнозируемый разрыв между спросом и предложением научно-педагогических кадров составит 538-782 чел. к 2030 г.

Проанализировав факторы, влияющие на дефицит научно-педагогических кадров, предлагаем следующие уравнения прогнозирования:

– модель прогнозирования темпов сокращения численности НПК:

$$TS_{\text{нпк}} = f(V_3, C_{\text{вп}}, I_{\text{обн}}), \quad (3)$$

где $TS_{\text{нпк}}$ – темп сокращения численности НПК; V_3 – средний возраст завершения трудовой деятельности; $C_{\text{вп}}$ – средняя продолжительность выслуги на педагогической работе; $I_{\text{обн}}$ – индекс обновления кадров;

– модель прогноза объемов подготовки специалистов:

$$P_{\text{сп}} = f(V_d, T_{\text{мод}}, K_{\text{тех}}), \quad (4)$$

где $P_{\text{сп}}$ – объем подготовки специалистов; V_d – объемы добычи угля; $T_{\text{мод}}$ – темпы модернизации производства; $K_{\text{тех}}$ – коэффициент обновления технологий;

– функция зависимости дефицита кадров от структуры подготовки:

$$D = f(X_b, X_m, X_a) = X_b + kX_m + nX_a, \quad (5)$$

где D – дефицит кадров; X_b, X_m, X_a – объемы подготовки по уровням; k, n – коэффициенты;

– модель влияния миграции на дефицит:

$$\Delta D_m = f(E_m, P_{\text{и}}, C_{\text{зн}}), \quad (6)$$

где ΔD_m – изменение дефицита за счет миграции; E_m – естественный прирост мигрантов; $P_{\text{и}}$ – приток иммигрантов; $C_{\text{зн}}$ – соотношение зарплат;

– модель дефицита с учетом фактора вовлеченности в науку:

$$D = f((1 - K_{\text{вн}}) S_{\text{нпк}} - H_{\text{нпк}} + P_{\text{сп}}), \quad (7)$$

где $K_{\text{вн}}$ – коэффициент вовлеченности молодых ученых в науку.

Для более точного прогнозирования дефицита необходимо учесть региональную специфику развития угольной отрасли. Так, по нашим оценкам, к 2030 г. наибольший разрыв между спросом и предложением сложится в Кемеровской области и Красноярском крае:

– в Кемеровской области, где сосредоточено около 30% действующих шахт страны, объемы добычи угля прогнозируются на уровне 120-125 млн т к 2030 г. при темпах роста 2,5-3% ежегодно. Это потребует подготовки дополнительно 750-850 бакалавров и магистров ежегодно. Однако с учетом естественной убыли кадровый дефицит в регионе может достичь 300 чел.;

– в Красноярском крае объемы добычи угля вырастут с 50 до 70 млн т, а численность занятых в отрасли – с 25 до 35 тыс. чел. При этом ежегодная потребность в специалистах горного профиля увеличится на 200-250 чел. Вместе с тем естественная убыль научных кадров вузов составит не менее 100 чел. к 2030 г.

Менее значительный, но также прогнозируемый дефицит до 100 человек сложится в Забайкальском крае, Иркутской и Томской областях (табл. 3, 4).

Из табл. 3 следует, что наибольший абсолютный дефицит НПК к 2030 г. прогнозируется в Кемеровской области, где он может достичь 129 чел. Это обусловлено как лидирующими позициями региона по объемам добычи угля, так и наибольшей численностью действующих шахт среди субъектов РФ.

Следующие по величине дефицита регионы – Новосибирская и Кемеровская области (50-58 чел. к 2030 г.) – также характеризуются высокими темпами развития угольной отрасли в последние годы. Менее значительный, но стабильно нарастающий дефицит НПК прогнозируется в

Забайкальском крае, Иркутской и Тюменской областях (22-42 чел. к 2030 г.). Это обусловлено менее интенсивными темпами роста добычи угля в этих регионах. Из анализа динамики дефицита (в процентах) к базовому уровню 2022 г. (см. табл. 4) следует, что наиболее высокие темпы нарастания кадровой нехватки ожидаются в Томской области (рост в четыре раза) и Забайкальском крае (в 2,5 раза). Это обусловлено как масштабной модернизацией действующих предприятий, так и развитием новых месторождений, требующих подготовки большого числа высококвалифицированных специалистов. В целом полученные оценки свидетельствуют о необходимости принятия эффективных мер по противодействию прогнозируемому дефициту НПК в угольной отрасли РФ.

Для минимизации отрицательных последствий предлагаем увеличить к 2030 г. объемы целевой подготовки студентов для угольных регионов на 15-20% (до 400 чел. ежегодно), а также активизировать программы переподготовки и повышения квалификации преподавателей.

Для снижения дефицита научно-педагогических кадров в угледобывающей отрасли целесообразно разработать комплекс мероприятий, включающий как стимулирование притока молодых ученых, так и повышение эффективности использования имеющихся ресурсов:

– увеличить квоты целевого приема в аспирантуры горных вузов для магистров технических специальностей на 20-25% (до 150 чел. ежегодно);

– ввести дополнительное финансирование аспирантур из средств угледобывающих компаний в размере не менее 50 млн руб. в год с индексацией на уровень инфляции;

– обеспечить молодых ученых служебными и гостиничными апартаментами при условии заключения соглашений о трудоустройстве в отрасли после защиты диссертаций;

Таблица 3

Прогнозная динамика дефицита НПК в разрезе регионов (абс. значения), чел.

Projected dynamics of the shortage in the academic and teaching staff by regions (absolute values), persons

Регион	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Кемеровская обл.	50	58	66	75	83	92	103	115	129
Красноярский край	30	33	38	42	47	53	58	64	71
Забайкальский край	10	13	16	19	22	25	28	31	35
Иркутская область	15	18	21	24	27	31	34	38	42
Томская область	5	8	10	12	15	17	19	22	25
Новосибирская обл.	20	24	27	31	34	38	41	45	50
Кемеровская обл.	25	28	32	36	40	44	48	53	58
Тюменская область	15	17	20	22	25	28	31	35	39
Свердловская обл.	35	39	43	47	52	57	62	68	74
Республика Хакасия	10	12	14	17	19	22	24	27	30

Таблица 4

Прогнозная динамика дефицита НПК в разрезе регионов (% к базе 2022 г.)

Projected dynamics of the shortage in academic and teaching staff by regions (% to the basic figure of 2022)

Регион	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Кемеровская обл.	16	32	50	66	84	106	130	158
Красноярский край	10	26	40	57	77	93	113	137
Забайкальский край	30	60	90	120	150	180	210	250
Иркутская область	20	40	60	80	107	127	153	280
Томская область	60	100	140	200	240	280	340	400

– организовать ежегодные гранты на проведение научных разработок для студентов и аспирантов объемом 20-30 млн руб. от крупнейших шахт;

– увеличить фонд оплаты труда профессорско-преподавательского состава на 10-15% за счет средств отраслевых фондов подготовки кадров;

– разработать программы повышения квалификации и переподготовки преподавателей на базе ведущих научных центров с привлечением внебюджетного финансирования.

Реализация данного комплекса мер позволит к 2030 г. снизить ожидаемый дефицит на 100-150 чел.

Есть несколько основных причин, обуславливающих формирование прогнозируемого дефицита научно-педагогических кадров в угольной отрасли:

– старение штата преподавателей горных вузов. Средний возраст докторов и кандидатов наук превышает 55 лет, ежегодно увеличивается уход работников на пенсию;

– отток молодых кадров из системы высшего горного образования в силу более привлекательных условий труда в коммерческих компаниях;

– расширение объемов подготовки студентов вызвано необходимостью обновления кадров на действующих шахтах и развитием новых месторождений;

– длительные сроки обучения в аспирантуре и подготовки кандидатских диссертаций (3-4 года) не позволяют оперативно восполнить естественную убыль кадров;

– отсутствие системных мер поддержки молодых ученых, таких как гранты, льготное жилье, возможности карьерного роста;

– недостаточное финансирование научных исследований в вузах со стороны государства и бизнеса.

В совокупности перечисленные факторы и обуславливают формирование прогнозируемого дефицита квалифицированных кадров.

Определим динамику численности НПК методом экспоненциального сглаживания с учетом цикла жизни кадрового потенциала:

$$N(t) = N_0 \times e^{-\left(\frac{t}{T}\right)}, \quad (8)$$

где N_0 – численность в начале периода, T – средний цикл, установленный на уровне 35 лет по историческим данным.

Спрогнозируем потребность в специалистах методом регрессионного анализа с учетом таких факторов, как:

- объемы производства;
- темпы технологического развития отрасли;
- демографические изменения.

Рассчитаем дефицит по формуле:

$$D = \sum (N(t) - P(t)), \quad (9)$$

где $P(t)$ – прогнозная потребность на период t .

Анализ данных по динамике численности НПК и прогнозируемой потребности в них позволяет сделать несколько важных выводов относительно тенденций:

– разрыв между предложением мощностей со стороны вузов и реальным спросом на НПК со стороны отрасли будет неуклонно увеличиваться в 2023-2040 гг. (табл. 5);

– это обусловлено стабильно снижающейся численностью действующих НПК при одновременном росте потребности в подготовке новых инженерных кадров;

– вузы не в состоянии компенсировать естественную убыль кадров за счет притока молодых ученых и преподавателей;

– если не принимать дополнительных мер, к 2040 г. разрыв может достигнуть 2 тыс. чел. в год;

– система подготовки НПК требует существенной модернизации, включая увеличение финансирования науки, мотивацию молодых ученых, повышение престижности педагогической деятельности;

– без проработки комплекса стимулирующих инструментов обеспечить устойчивое развитие отрасли будет крайне проблематично.

Предлагаю рассмотреть три варианта сценарного прогнозирования развития ситуации с НПК.

Оптимистичный сценарий предполагает принятие эффективных стимулирующих мер, что позволит сохранить потенциал НПК и увеличить приток молодых специалистов. Оптимистичный сценарий подразумевает:

– увеличение финансирования науки до 1% ВВП. Это позволит проводить фундаментальные исследования, оплачивать стажировки за рубежом;

– льготное студенческое жилье и выплату грантов 30 000 руб./мес., стимулирует приток абитуриентов;

– создание центров повышения квалификации при вузах для переподготовки до 50% преподавателей к 2030 г.;

– квоты целевого приема на специальности с дефицитом, которые увеличат подготовку на 250 чел. в год;

– благодаря мерам поддержки дефицит не превысит 1100 чел. к 2050 г.

Реалистичный вариант отражает скорее инертное развитие ситуации без существенных изменений. Реалистичный сценарий предполагает:

– финансирование науки вырастет до 0,7% ВВП, но не обеспечит прорывов;

Таблица 5

Сценарное прогнозирование динамики дефицита НПК

Scenario-based forecasts of dynamics in the academic and teaching staff shortage

Сценарий	Период	$N(t)$, чел.	$P(t)$, чел.
Оптимистичный			
2025	2500	2600	100
2030	2400	2700	300
2040	2200	2900	700
2050	2000	3100	1100
Реалистичный			
2025	2500	2650	150
2030	2400	2800	400
2040	2200	3000	800
2050	2000	3200	1200
Пессимистичный			
2025	2500	2700	200
2030	2400	2900	500
2040	2200	3100	900
2050	2000	3300	1300

- не будет массовой поддержки студентов и молодых ученых;
- переподготовка преподавателей не превысит 30%;
- квоты целевого приема увеличат подготовку на 100 чел. в год;
- дефицит составит 1200 чел. к середине века.

Пессимистичный сценарий характеризует ситуацию при сохранении текущей динамики без принятия мер. Пессимистичный сценарий полагает:

- нестабильное финансирование науки на уровне 0,5% ВВП;
- отсутствие системных мер поддержки кадров;
- естественное старение преподавателей без обновления;
- дефицит достигнет 1300 чел. уже к 2050 г.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ проведенного исследования позволяет сделать ряд важных выводов. Во-первых, очевидно, что без принятия целенаправленных мер государственной поддержки проблема обеспечения угольной отрасли квалифицированными кадрами будет только усугубляться. С каждым годом разрыв между спросом предприятий и предложением вузов будет возрастать, достигая критических значений к середине столетия.

Во-вторых, прогнозируемый дефицит численности научно-педагогических кадров к 2030 г. на уровне 450-800 чел. может негативно сказаться на качестве подготовки специалистов. Учитывая длительные сроки обучения, последствия проявятся в полной мере лет через 10.

В-третьих, исходя из сценарного прогнозирования, только комплекс мер поддержки системы высшего образования в области подготовки научных кадров для угольной отрасли может предотвратить кризис к середине столетия. Без решительных шагов по модернизации потенциал отечественной науки будет неуклонно снижаться.

В-четвертых, важнейшими из этих мер должны стать: увеличение финансирования фундаментальных исследований, стимулирование молодых ученых, модернизация материально-технической базы вузов, а также развитие системы повышения квалификации научных кадров.

Таким образом, решение проблемы требует комплексного подхода с участием государства, предприятий отрасли и вузов. Только согласованные усилия позволят обеспечить устойчивое развитие высшего горного образования и подготовку необходимого объема квалифицированных специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование позволило получить базу количественных данных и математических моделей для прогнозирования развития ситуации с научно-педагогическими кадрами в угольной отрасли. Оценки демонстрируют тенденцию к возрастающему разрыву между спросом предприятий и предложением высших учебных заведений, достигающему критических значений к 2040-2050 гг.

Использование трех сценариев развития событий показало, что только комплексная политика в области модер-

низации системы подготовки кадров и стимулирования научных исследований может обеспечить соответствие между этими векторами. В противном случае отрасль рискует столкнуться с дефицитом НПК в 1900-3300 чел. к середине столетия. Проведенное математическое моделирование позволяет с прогнозной точностью в 80-85% оценить влияние тех или иных факторов на формирование кадрового потенциала. Предложенные модели могут быть использованы для мониторинга ситуации и своевременной коррекции государственной политики в области подготовки персонала.

Таким образом, результаты настоящего исследования позволяют сделать вывод о необходимости комплексного повышения эффективности взаимодействия системы образования и угольной отрасли для обеспечения устойчивого развития последней в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Профессиональная аспирантура: мировой опыт и российский контекст / Б.И. Бедный, С.К. Бекова, Н.В. Рыбаков и др. // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 10. С. 9-21. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-10-9-21.
2. Вавенков М.В. VR/AR-технологии и подготовка кадров для горной промышленности // Горные науки и технологии. 2022;7(2):180-187. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-2-180-187>.
3. Верчеба А.А., Макаров В.А. Прикладная геология – базовое направление подготовки кадров горно-геологической отрасли // Горные науки и технологии. 2023;8(2):183-190. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-01-71>.
4. Жидков С.А., Лобанов К.Н., Макова Н.Е. Особенности учебной работы университета в условиях пандемии // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 4.
5. Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре как базовый инструмент укрепления кадрового потенциала российской науки / Е.В. Караваева, О.А. Костенко, В.В. Маландин и др. // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 1. С. 9-23. DOI: 10.31992/0869-36172022-31-1-9-23.
6. Кашина М.А. Негативные последствия реформирования российской аспирантуры: анализ и пути минимизации // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 8/9. С. 55-70. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-55-70.
7. Кобылкин С.С., Руденко В.А. Подготовка кадров в области горноспасательного дела // Уголь. 2023. № 11. С. 30-42. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-30-42.
8. Коновалова Л.И., Семенова Л.А. Сравнительный анализ ФГОС 3+ и ФГОС 3++ по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 11. С. 41-52. URL: <http://e-koncept.ru/2020/201080.htm>.
9. Лобанов К.Н., Макова Н.Е. Направления улучшения показателей университета в мониторинге эффективности деятельности вузов // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 4.
10. Пахомов СИ, Гуртов В.А., Щеголева А.В. Согласование систем подготовки и аттестации кандидатов наук // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 7. С. 40-49. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-7-40-49.
11. Петров В.Л. Аналитический обзор системы подготовки горных инженеров в России // Горные науки и технологии. 2022;7(3):240-259. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-3-240-259>.

12. Пономарев В.П., Пучков А.Л. Общие задачи проектов по программе ДВА НИТУ МИСИС // Уголь. 2023. № 7. С. 25-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-25-30.
13. Семенова Л.А. Проблемы преемственности в профессиональной подготовке конкурентоспособного специалиста в области горного дела // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 01. С. 79-88. URL: <http://e-koncept.ru/2020/201007.htm>.
14. Темербекова А.А., Леушина И.С., Байкунакова Г.В. Алгоритмический подход к использованию проектного метода в различных образовательных системах / Дистанционные образовательные технологии: сборник материалов IV всероссийской научно-практической конференции. Симферополь, 2019. С. 117-123.
15. Тесленко В.А., Мельников Р.М. Перспективы развития индустриальной аспирантуры в России // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 5. С. 157-167. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-157-167.

Original Paper

UDC 658.386:622.867 © L.I. Ukolova, 2024

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 23-30

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-23-30>

Title

FORECASTING THE NEED FOR SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL FOR THE DEVELOPMENT OF HIGHER MINING EDUCATION IN THE FIELD OF COAL MINING

Author

Ukolova L.I.¹¹ Moscow City Pedagogical University, Moscow, 129090, Russian Federation

Authors Information

Ukolova L.I., Doctor of the Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Music Institute of Culture and Arts, e-mail: Ukoloval@yandex.ru

Abstract

Introduction. In the light of objective trends in the development of the coal industry and large-scale modernization of production facilities, an urgent task is to assess the availability of qualified personnel. An earlier study made it possible to forecast the gap in training at the level of 450-800 people by 2030. Materials and methods. Statistical data on the demography and number of NPCs for 2010-2020 were studied. The analysis of the dynamics of training specialists is carried out. Mathematical models have been developed to calculate the rate of reduction of NPC and the need for specialists. Expert assessments have been received from enterprises on the dynamics of production. Results. Based on modeling, taking into account all factors, an updated estimate of the gap up to 2050 in the range from 1,900 to 3,300 people per year was made in the implementation of different scenarios. It has been revealed that only a set of measures will reduce the deficit to 700-1100 people by the middle of the century. Quantitative estimates of the influence of each factor on the dynamics of human resources have been obtained. The conducted research made it possible to form a basis for monitoring the situation and developing an effective state policy in the field under consideration aimed at ensuring the sustainable development of the fuel and energy complex.

Keywords

Coal mining, Mining, Scientific and pedagogical personnel, Demand forecast, Higher education.

References

1. Bedniy B.I., Bekova S.K., Rybakov N.V., Terentyev E.A. & Khodeyeva N.A. Professional Doctorates: International Experience and Russian Context. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2021, Vol. 30, (10), pp. 9-21. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-10-9-21>.
2. Vavenkov M.V. VR/AR technologies and staff training for mining industry. *Gornye nauki i tehnologii*, 2022;7(2):180-187. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-2-180-187>.
3. Vercheba A.A. & Makarov V.A. Applied geology – basic training program for mining and geological industry personnel. *Gornye nauki i tehnologii*, 2023;8(2):183-190. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-01-71>.
4. Zhidkov S.A., Lobanov K.N. & Makova N.E. Features of the university's academic work in the context of a pandemic. *Nauka i obrazovanie*, 2021, Vol. 4, (4).
5. Karavaeva E.V., Kostenko O.A., Malandin V.V. & Mosicheva I.A. PhD Programs as a Basic Tool of Human Capacity Building in Russian Science. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2022, Vol. 31, (1), pp. 9-23. (In Russ.). DOI: 10.31992/0869-36172022-31-1-9-23.

6. Kashina M.A. Negative effects of reforming Russian graduate school: analysis and ways to minimize. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2020, Vol. 29, (8/9), pp. 55-70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-55-70>.

7. Kobylkin S.S. & Rudenko V.A. Training of miners in mine rescue. *Ugol'*, 2023, (11), pp. 30-42. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-30-42.

8. Konovalova L.I. & Semyonova L.A. Comparative analysis of FSES 3+ and FSES 3++ in the area of training 21.05.04 Mining. *Koncept. Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal*, 2020, (11), pp. 41-52. (In Russ.). URL: <https://e-koncept.ru/2020/201080.htm>.

9. Lobanov K.N. & Makova N.E. Directions for improving university indicators in performance monitoring of higher education institutions. *Nauka i obrazovanie*, 2021, Vol. 4, (4).

10. Pakhomov S.I., Gurtov V.A. & Shchegoleva A.V. Harmonization of postgraduate training system with the certification of Candidates of Sciences. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2021, Vol. 30, (7), pp. 40-49. (In Russ.). DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-7-40-49.

11. Petrov V.L. Analytical review of the training system for mining engineers in Russia // *Gornye nauki i tehnologii*, 2022;7(3):240-259. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-3-240-259>.

12. Ponomarev V.P. & Puchkov A.L. General objectives of projects under the DBA program of the NUST MISIS. *Ugol'*, 2023, (7), pp. 25-30. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-25-30.

13. Semenova L.A. Continuity problems in the professional training of a competitive specialist in the field of mining. *Koncept. Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal*, 2020, (01), pp. 79-88. (In Russ.). URL: <http://e-koncept.ru/2020/201007.htm>.

14. Temerbekova A.A. & Leushina I.S., Baykunakova G.V. Algorithmic approach to implementation of the project method in different educational systems. Distance education technologies: Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference, Simferopol, 2019, pp. 117-123. (In Russ.).

15. Teslenko V.A. & Melnikov R.M. Prospects for Collaborative Industrial Doctoral Education in Russia. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2020, Vol. 29, (5), pp. 157-167. (In Russ.). DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-157-167.

For citation

Ukolova L.I. Forecasting the need for scientific and pedagogical personnel for the development of higher mining education in the field of coal mining. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 23-30. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-23-30.

Paper info

Received January 9, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

STAFF ISSUES

Перспективы развития социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны *

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-31-33>

В работе представлены практики развития социальных кластеров в системе региональной экономики на примере социального сетевого кластера «СОПКИ» Мурманской области. Особое внимание в статье уделяется вопросам отраслевого разделения регионального социального кластера под задачи и направления развития региональной социальной политики [1]. Сформулирована научная значимость формирования и развития региональных социальных кластеров как инновационного инструмента реализации стратегических планов территориального развития субъектов Арктической зоны.

Ключевые слова: социальные кластеры, региональная социальная политика, региональная экономика, сетевой кластер.

Для цитирования: Скуфьина Т.П., Хаценко Е.С., Шумакова И.А. Перспективы развития социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны // Уголь. 2024. № 2. С. 31-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-31-33.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция формирования и развития кластеров в системе региональной экономики и региональной социальной политики стала актуальным трендом стратегий функционирования северных территорий. С учетом того, что социальная инфраструктура прямо влияет на уровень удовлетворенности населения и обеспечивает реализацию важных стратегических задач, вопросы формирования локальных социальных и сетевых кластеров становятся актуальной задачей управления регионом. Объемы инвестиций в сетевые социальные кластеры имеют короткое плечо реализации и обеспечивают решение поставленной социальной задачи в оптимальное по сравнению с другими проектами время [2, 3]. Исследование эффекта от развития сетевых социальных кластеров на северных территориях (на примере Мурманской области) доказывает гипотезу роста уровня инвестиционной привлекательности региона по направлениям развития инфраструктурных проектов и уровня управляемости сетевыми региональными структурами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования выступает сетевой социальный кластер «СОПКИ» Мурманской области, представленный «паутинным» кластером и включающий в себя такие социальные проекты, как «СОПКИ», «СОПКИ. Спорт», «СОПКИ. Семья», «СОПКИ. Добро», «СОПКИ 21а», которые представлены в 90% муниципальных образований Мурманской области. Для исследования наиболее значимыми являются результаты, полу-

СКУФЬИНА Т.П.

Доктор экон. наук, профессор,
главный научный сотрудник
Института экономических
проблем им. Г.П. Лузина
Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр
Российской академии наук»,
184209, г. Анатиты, Россия,
e-mail: skufina@gmail.com

ХАЦЕНКО Е.С.

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

ШУМАКОВА И.А.

Доктор экон. наук, доцент,
профессор кафедры
менеджмента и маркетинга
ФГАОУ ВО «Белгородский национальный
исследовательский университет (НИУ БелГУ)»,
308015, г. Белгород, Россия,
e-mail: shumakova@bsu.edu.ru

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01385, <https://rscf.ru/project/22-28-01385>.

ченные на территориях присутствия крупных финансово-промышленных групп горнорудной отрасли (Апатиты, Кировск, Ковдор, Печенгский округ), а также закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО Североморск, ЗАТО Александровск, ЗАТО Видяево).

На территории Мурманской области реализуется уникальный инфраструктурный проект под региональным брендом «СОПКИ» - мультифункциональные социальные пространства, отвечающие современным потребностям населения в различных сферах: творчество, образование, предпринимательство, спорт, добровольчество, реализация собственных проектов и поддержка стартапов. За два года (2021 г. и 2022 г.) открыто 25 молодежных пространств «СОПКИ»: г. Мурманск, ЗАТО Александровск, ЗАТО Видяево, ЗАТО Североморск, г. Апатиты, г. Кировск, Ковдорский муниципальный округ, г. Мончегорск, г. Оленегорск, Кандалакшский, Ловозерский, Кольский, Терский районы. На создание инфраструктурного проекта из областного бюджета уже выделено более 250 млн руб. Помимо этого, открылись 15 пространств «СОПКИ. Спорт», в Полярных Звездах, Коашве, Заполярном, Ловозеро, Высоком, Мончегорске и Апатитах. В работе пространств особое внимание уделялось обеспечению досуга. Всего на данный период в пространствах «СОПКИ» проведено более 2900 мероприятий различного характера и масштаба. В «СОПКАХ» реализуются проекты регионального и муниципального значения, а также мероприятия, направленные на реализацию социально-значимых инициатив. Посещаемость всех мероприятий в «СОПКАХ» за указанный период составила свыше 75000 чел.

Отдельно стоит затронуть новый сетевой проект «СОПКИ. Семья», созданный на базе развитой региональной библиотечной системы, которая является одной из самых доступных для граждан звеньев социальной системы просвещения, воспитания и организации досуга [4, 5].

Детско-юношеские библиотеки в своей работе с семьями привлекают психологов, логопедов и других профильных специалистов, которые задействованы в проведении мероприятий для семей с детьми-инвалидами или детьми, имеющими ОВЗ.

Поэтому, вполне логичным представляется создание на базе библиотек общественных пространств для организации семейного досуга для родителей с детьми в период отпуска по беременности и родам, а также по уходу за ребенком.

Реализация данного проекта решает следующие задачи:

– во-первых, решает проблему культурной и социальной изоляции молодых родителей, у которых не так много возможностей проводить время за пределами своего дома и уличной прогулки;

– во-вторых, помогает молодым родителям в режиме «одного окна» получить ответы на волнующие вопросы по воспитанию малыша, получить консультацию по психологическим и социальным вопросам.

Планируется проведение просветительских мероприятий, направленных на защиту здоровья женщин и профилактику абортов, с приглашением профильных специалистов и медицинских работников.

Отдельным направлением является разработка программы информационно-познавательных и досуговых ме-

роприятий, которые не только объединяли бы родителей с детьми, но также помогли молодым родителям расширять свой кругозор и знания, найти единомышленников по интересам и хобби.

Исследование объектов социального сетевого кластера «СОПКИ» проводилось в период с 2021 по 2022 г. В выборку исследования были взяты 40 пространств в структуре кластера [6]. Основным методом исследования стали статистический анализ, анализ абсолютных и относительных статистических величин, статистическое наблюдение, которое было категорировано на основе характера и охвата единиц наблюдения [7]. Данные исследования показали наибольшую социальную восприимчивость кластера на территориях присутствия крупных корпоративных структур, что позволяет сделать вывод об особой заинтересованности с точки зрения развития внутрикорпоративных коммуникаций [8, 9]. Также для исследования была разработана система показателей, характеризующих и описывающих объект исследования, использована децентрализованная сводка [10].

В ходе исследования выявлена потребность в приращении теоретико-методологической базы исследуемого вопроса, в частности, необходимы теоретические обоснования роли социального сетевого кластера в системе региональных экономических кластеров [11]. Сформулировано новое определение «паутинового сетевого кластера» как нового вида регионального экономического кластера, особенностью которого является дифференцированная локализация, тесно привязанная к стратегии социального развития территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие и функционирование социальных сетевых кластеров – современный инструмент реализации региональной социально-экономической политики, формирующий предпосылки к созданию уникальной арктической сетевой структуры, обеспечивающей реализацию стратегических планов развития территорий. Уровень и объемы инвестиций в такие структуры оправдываются эффектом быстрой отдачи, что подтверждается результатами социологических исследований и ростом индекса социальной стабильности региона.

Список литературы

1. Скуфьина Т.П. Расчет трансакционных издержек потребительского рынка (по результатам обследования потребительского рынка Мурманской области) // Проблемы прогнозирования. 2003. № 4. С. 138-143.
2. Социально-экономическая динамика и перспективы развития российской Арктики с учетом геополитических, макроэкономических, экологических и минерально-сырьевых факторов: монография. Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2021. 209 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.458.7.
3. Экономическое пространство российской Арктики и пенсионная реформа: оценки, риски, последствия: монография / коллектив авторов; под научной редакцией Т.П. Скуфьиной, Е.А. Корчак, О.В. Губиной; ФИЦ КНЦ РАН; ИЭП КНЦ РАН; ФБУН ФИЦКИА РАН. Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2022. 242 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0.

4. Социально-демографические процессы в российской Арктике в статистических оценках и опросах населения / Т.П. Скуфьина, В.П. Самарина, С.В. Баранов и др. // Арктика и Север. 2021. № 45. С. 127-149. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.44.127.
5. Скуфьина Т.П., Хаценко Е.С. Тенденции к формированию социальных кластеров в системе региональной экономики Арктической зоны // Уголь. 2023. № 5. С. 68-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-68-71.
6. Скуфьина Т.П., Баранов С.В., Самарина В.П. Анализ документов прогнозирования социально-экономического развития российской Арктики // Арктика и Север. 2022. № 48. С. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.5.
7. Иваненко Л.В., Тимошук Н.А. Создание социального кластера как механизм инновационных преобразований социальной сферы в регионе // Вестник СамГУ. 2013. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-sotsialnogo-klastera-kak-mehanizm-innovat-sionnyh-preobrazovaniy-sotsialnoy-sfery-v-regione> (дата обращения: 15.01.2024).
8. Хаценко Е.С.. Теория и методология функционирования и развития кластеров в системе региональной экономики: Автореф. дис. ... докт. экон. наук: 5.2.3; [Место защиты: БелГУ]. Белгород., 2022. 44 с.
9. Скуфьина Т.П., Баранов С.В., Самарина В.П. Анализ документов прогнозирования социально-экономического развития российской Арктики // Арктика и Север. 2022. № 48. С. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57.
10. Skufina T.P., Baranov S.V., Samarina V.P. Analysis of Forecasting Documents for the Socio-Economic Development of the Russian Arctic // Arctic and North. 2022. No. 48. P. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57.
11. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Добывающие регионы российской Арктики во время пандемии: экономико-статистические оценки // Уголь. 2022. № 11. С. 74-80. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-74-80.

SOCIAL & ECONOMIC ACTIVITY

Original Paper

UDC 334.7 © T.P. Skufina, E.S. Khatsenko, I.A. Shumakova, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 31-33
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-31-33>

Title

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SOCIAL CLUSTERS IN THE SYSTEM OF THE REGIONAL ECONOMY OF THE ARCTIC ZONE

Authors

Skufina T.P.¹, Khatsenko E.S.², Shumakova I.A.³

¹ Luzin Institute of Economic Problems of the North Federal Research Center "Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Apatity, 184209, Russian Federation

² Youth department of Murmansk regional government, Murmansk, 183038, Russian Federation

³ Belgorod national research University (NRU BelSU)» Belgorod, 308015, Russian Federation

Authors Information

Skufina T.P., Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Researcher, e-mail: skufina@gmail.com

Khatsenko E.S., Doctor of Economic Sciences, Associated Professor, Chief, e-mail: egor-mur@bk.ru

Shumakova I.A., Doctor of Economic Sciences, Associated Professor, Professor of the Department of management and marketing, e-mail: shumakova@bsu.edu.ru

Abstract

The paper presents the practices of the development of social clusters in the system of regional economy on the example of the social network cluster "SOPKI" of the Murmansk region. Special attention is paid in the article to the issues of sectoral division of the regional social cluster under the tasks and directions of development of regional social policy [1]. The scientific significance of the formation and development of regional social clusters as an innovative tool for the implementation of strategic plans for the territorial development of the subjects of the Arctic zone is formulated.

Keywords

Social clusters, Fuel and energy cluster, Regional support system, Socially significant initiatives.

References

1. Skufina T.P. Calculation of transaction costs of the consumer market (based on the results of the survey of the consumer market of the Murmansk region). *Problemy prognozirovaniya*, 2003, (4), pp.138-143.
2. Socio-economic dynamics and prospects for the development of the Russian Arctic taking into account geopolitical, macroeconomic, environmental and mineral resource factors: monograph. Apatity, Publishing House of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2021, 209 p. DOI: 10.37614/978.5.91137.458.7.
3. The economic space of the Russian Arctic and pension reform: assessments, risks, consequences: monograph. Team of authors ; under the scientific editorship of T.P. Skufina, E.A. Korchak, O.V. Gubina; FITC KNC RAS; IEP KSC RAS; FBUN FITSKIA RAS. – Apatity: Publishing house of the Kola Scientific Center of RAS, 2022, 242 p. DOI: 10.37614/978.5.91137.473.0.
4. Skufina T.P., Samarina V.P., Baranov S.V. & Bazhutova E.A. Socio-demographic processes in the Russian Arctic in statistical assessments and population

surveys. *Arctic and North*, 2021, (45), pp. 127-149. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.44.127.

5. Skufina T.P. & Khatsenko E.S. Trends towards the formation of social clusters in the system of the regional economy of the Arctic zone. *Ugol'*, 2023, (5), pp. 68-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-68-71.

6. Skufina T.P., Baranov S.V. & Samarina V.P. Analysis of documents for forecasting socio-economic development of the Russian Arctic. *Arctic and North*, 2022, 48, pp. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.5.

7. Ivanenko L.V. & Tymoshchuk N.A. Creation of a social cluster as a mechanism of innovative transformations of the social sphere in the region. *Bulletin of the Samara State University*, 2013, (10). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-sotsialnogo-klastera-kak-mehanizm-innovatsionnyh-preobrazovaniy-sotsialnoy-sfery-v-regione> (accessed 15.01.2024). (In Russ.).

8. Khatsenko E.S. Theory and methodology of functioning and development of clusters in the system of regional economy: Abstract. dis. ... doct. economy. Sciences: 5.2.3; [Place of protection: BelSU]. Belgorod., 2022, 44 p. (In Russ.).

9. Skufina T.P., Baranov S.V. & Samarina V.P. Analysis of documents for forecasting socio-economic development of the Russian Arctic. *Arctic and North*, 2022, (48), pp. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57.

10. Skufina T.P., Baranov S.V. & Samarina V.P. Analysis of Forecasting Documents for the Socio-Economic Development of the Russian Arctic. *Arctic and North*, 2022, (48), pp. 57-74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.48.57.

11. Skufina T.P. & Baranov S.V. The extractive regions of the Russian Arctic during the pandemic: economic and statistical assessments. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 74-80. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-74-80.

Acknowledgements

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-28-01385, <https://rscf.ru/project/22-28-01385>.

For citation

Skufina T.P., Khatsenko E.S. & Shumakova I.A. Prospects for the development of social clusters in the system of the regional economy of the Arctic zone. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 31-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-31-33.

Paper info

Received January 9, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Инвестиционная привлекательность компаний горнодобывающего сектора в условиях санкционного давления

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-34-38>

КУЗЬМИНА О.Ю.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры экономической теории
Самарского государственного
экономического университета,
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: pisakina83@yandex.ru

КОНОВАЛОВА М.Е.

Доктор экон. наук,
заведующий кафедрой экономической теории
Самарского государственного
экономического университета,
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: mkonoval@mail.ru

САФИУЛЛИН Л.Н.

Доктор экон. наук,
заведующий кафедрой финансовых рынков
и финансовых институтов
Казанского (Приволжского) федерального университета,
научный сотрудник Центра
перспективных исследований Академии наук,
420008, г. Казань, Россия,
e-mail: lenar_s@mail.ru

ЧЖАН Т.

Аспирант кафедры территориальной экономики
Казанского (Приволжского) федерального университета,
420008, г. Казань, Россия,
e-mail: zhangtingshuo1201@gmail.com

ФАИЗ Ф.

Аспирант кафедры территориальной экономики
Казанского (Приволжского) федерального университета,
420008, г. Казань, Россия,
e-mail: farkhat.faiz@mail.ru

В условиях все нарастающего санкционного давления на экономику России вопрос сохранения инвестиционной привлекательности отечественных горнодобывающих компаний становится наиболее острым. Уход нерезидентов с российского фондового рынка, отказ в рейтинговании российских компаний горнодобытчиков, сокращение источников их фондирования, разрыв многолетних партнерских связей заставляют задуматься о поиске новых путей, обеспечивающих финансовую устойчивость российского горнодобывающего бизнеса. В статье уделяется пристальное внимание текущей оценке инвестиционной привлекательности горнодобывающих компаний, а также предлагается ряд мероприятий по ее повышению.

Ключевые слова: горнодобывающие компании, санкции, инвестиционная привлекательность, финансовые мультипликаторы, справедливая стоимость, информационная прозрачность.

Для цитирования: Инвестиционная привлекательность компаний горнодобывающего сектора в условиях санкционного давления / О.Ю. Кузьмина, М.Е. Коновалова, Л.Н. Сафиуллин и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 34-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-34-38.

ВВЕДЕНИЕ

Стоит отметить, что горнодобывающий сектор играет ключевую роль как в национальном, так и в глобальном производственном процессе, являясь первичным звеном в его организации. Эффективная работа этого сектора напрямую влияет на множество отраслей экономики, таких как металлургическая, химическая, энергетическая, строительная и другие. Горнодобывающая промышленность имеет огромное значение для экономики и технического развития государства [1]. Развитая горнодобывающая промышленность позволяет укреплять и модернизировать промышленность, обеспечивать энергетическую независимость и создавать рабочие места.

Ключевые показатели деятельности ПАО «Распадская» за период с 2018 по 2022 г.

Key performance indicators of Rspadskaya PJSC for the period from 2018 to 2022

Коэффициенты	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
<i>P/E</i>	3,25	5,49	8,40	5,03	2,57
<i>P/S</i>	1,40	1,22	2,39	2,08	0,78
<i>P/B</i>	1,38	1,00	1,35	3,00	0,91
<i>EV/EBITDA</i>	2,27	1,44	4,52	3,27	1,40
<i>DY</i> , в %	0,0	2,7	5,4	10,9	0,0
<i>ROE</i> , в %	42,3	18,22	16,01	59,35	35,3
<i>ROA</i> , в %	25,78	13,53	6,30	30,15	26,9

Источник: составлено авторами на основе финансовой отчетности ПАО «Распадская».

Однако в современных реалиях горнодобытки столкнулись с беспрецедентным количеством санкций, как введенных напрямую на отрасль, так и косвенных, введенных против страны [2]. Все это сильно ударило по бизнесу многих компаний, существенно снизив их инвестиционную привлекательность.

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Помимо того, что Россия является ведущей газовой и нефтяной державой, она также обладает огромными геологическими ресурсами, которые ставят ее в число ведущих горнодобывающих стран мира. Доля российской горнодобывающей промышленности в мировом рейтинге составляет 9,7%. Основными конкурентами в мире можно считать компании из таких стран, как Китай, США, Австралия, Бразилия, Индия, ЮАР и Канада [3].

В России насчитывается около 17000 предприятий, работающих в горнодобывающем секторе. Из них около 3000 непосредственно занимаются добычей металлических руд, 800 специализируются на добыче угля. Из всех компаний, которые занимаются эксплуатацией шахт и карьеров, 16300 принадлежат российским юридическим лицам, около 200 принадлежат иностранным компаниям, и примерно 100 находятся в прямой собственности государственных органов [4].

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РОССИЙСКИХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

Введенные санкции сильно ударили по котировкам компаний сектора, что отразилось на их инвестиционной привлекательности. По показателям рентабельности и остальным мультипликаторам можно сказать, что компании тяжело справляются с санкционным режимом, действующим против России [5]. Отсутствие дивидендов также негативно сказывается на инвестиционной привлекательности компаний [6].

Однако, если судить по такой методике оценки, как дисконтирование денежного потока, то действительная стоимость большинства компаний горнодобывающей отрасли ниже их рыночной стоимости, что говорит хоть и о снижающейся в санкционных условиях, но все еще достаточно высокой их инвестиционной привлекательности.

Остановимся подробнее на анализе инвестиционной привлекательности крупнейшей горнодобывающей компании ПАО «Распадская».

В 2022 г. по показателю рыночной капитализации организации к ее годовой чистой прибыли (*P/E*) ПАО «Распадская» являлась недооцененной компанией, так как среднее значение мультипликатора *P/E* по России находится на уровне 10,6 (табл. 1).

Тот же результат определяет и оценка отношения рыночной капитализации организации к годовой выручке (*P/S*). У ПАО «Распадская» *P/S* меньше 1, что также свидетельствует о недооцененности его рынком. У крупнейшей горнодобывающей компании хватает активов для того, чтобы расплатиться с держателями ее ценных бумаг, что делает ПАО «Распадская» весьма инвестиционно привлекательным. Мультипликатор *EV/EBITDA* (отношение стоимости компании (*EV*) к полученной ею прибыли до вычета процентов, налога на прибыль и амортизации активов (*EBITDA*)) тоже подтверждает недооцененность компании, так как среднее значение по рынку в России *EV/EBITDA* равняется 6. Несколько проседающими на общем фоне благоприятной инвестиционной оценки ПАО «Распадская» выглядят показатели дивидендной доходности (*DY*), рентабельности активов (*ROA*) и рентабельности собственного капитала (*ROE*). В связи с санкционным давлением дивиденды в 2022 г. не выплачивались. Падение *ROE* составило 40,53% в 2022 г. по сравнению с 2021 г., что ниже, чем у конкурентов, но, тем не менее, весьма существенно.

Что касается оценки справедливой стоимости ПАО «Распадская» методом дисконтирования денежного потока, то он дал следующие результаты.

Дисконтированный денежный поток (*DCF*) на акцию превышает рыночную цену ПАО «Распадская» в 3,9 раза, что говорит о недооцененности бумаги. При расчете справедливой стоимости ПАО «Распадская» в качестве ставки без риска была выбрана еврооблигация Россия-30 с доходностью 7,34%. Для рыночной доходности было просчитано среднее значение индекса РТС за 17 лет, которое составило 9,27%. Бета-коэффициент ПАО «Распадская» за 10 лет составил 0,416. При таких вводных коэффициент дисконтирования (*R_t*) равен:

$$R_t = 7,34\% + 0,416 \times (9,27\% - 7,34\%) = 8,14\%.$$

Расчет коэффициента FCF компании ПАО «Распадская», млрд руб.

Calculation of Free Cash Flow (FCF) of Rspadskaya PJSC, bln. RUR

Коэффициент	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
FCF (Свободный денежный поток)	20,1	18,8	9,30	47,9	50,9

Источник: составлено авторами на основе финансовой отчетности ПАО «Распадская».

Расчет свободного денежного потока (FCF) компании ПАО «Распадская» представлен в табл. 2.

Чистая приведенная стоимость (NPV) с учетом рассчитанного коэффициента дисконтирования получилась равной:

$$NPV = \frac{20,1}{(1+8,14\%)^1} + \frac{18,8}{(1+8,14\%)^2} + \frac{9,3}{(1+8,14\%)^3} + \frac{47,9}{(1+8,14\%)^4} + \frac{50,9}{(1+8,14\%)^5} = 111,46 \text{ млрд руб.}$$

Расчет денежного потока в постпрогнозный период (Terminal Value) происходил с учетом бенчмарка, которым был выбран средний годовой рост ВВП России за 5 лет. Он равен 1,16%. Таким образом, денежный поток в постпрогнозный период составил:

$$\text{Terminal Value} = \frac{50,9 \cdot (1+0,016)}{0,0814 - 0,016} = 790,74 \text{ млрд руб.}$$

Рассчитав ставку дисконтирования с учетом темпов роста, определяем значения денежных потоков в прогнозный и постпрогнозный периоды, после чего можно переходить непосредственно к расчету DCF, который получился равным:

$$DCF = \frac{20,1}{(1+8,14\%)^1} + \frac{18,8}{(1+8,14\%)^2} + \frac{9,3}{(1+8,14\%)^3} + \frac{47,9}{(1+8,14\%)^4} + \frac{50,9}{(1+8,14\%)^5} + 790,74 = 902,2,46 \text{ млрд руб.}$$

DCF на акцию составил 1355,27 руб., а рыночная цена акции ПАО «Распадская» на 10 сентября 2023 года – 346,75 руб., все это свидетельствует о недооцененности финансового инструмента горнодобывающей компании в 3,9 раза.

МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ ГОРНОДОБЫТЧИКОВ

Внешнее давление не спадает, снятие санкций с горнодобытчиков в ближайшей перспективе не ожидается, поэтому следует задуматься о мерах по повышению инвестиционной привлекательности горнодобывающих компаний.

Компаниям горнодобывающего сектора, в прошлом зависимым от европейского рынка, необходимо начать процесс рестраивания цепочек поставок в государства Азиатско-Тихоокеанского региона [7, 8]. Это вынужден-

ное решение, но весьма перспективное, поскольку рынки азиатских государств показывают очень хорошие темпы роста, а значит, российская продукция будет пользоваться хорошим спросом. Высокая емкость рынка стран Юго-Востока позволит быстро компенсировать возникшие убытки и нарастить прибыли отечественным горнодобывающим компаниям.

Важной мерой по повышению инвестиционной привлекательности является рост прозрачности бизнеса [9]. Предлагается как можно скорее вернуться к публикации полных финансовых отчетов для того, чтобы дать возможность потенциальным акционерам оценить эффективность вложения своих средств в компании. От повышения прозрачности выигрывают обе стороны: компании привлекают капитал, а акционеры не получают «кота в мешке», оценив на должном уровне хозяйственно-экономическую деятельность организации. До тех пор, пока показатели будут скрываться, денежный капитал будет уходить в другие отрасли.

Не стоит забывать и о дивидендной политике компаний. В нынешних условиях на российском фондовом рынке выплата дивидендов зачастую является главным фактором, по которой инвесторы готовы вложить свои средства в организацию [10]. Это связано с тем, что в последние годы на российский рынок пришло большое количество новых участников. Ввиду недостаточности опыта они зачастую размышляют следующим образом: если компания платит дивиденды, значит у нее большая прибыль, игнорируя факт, что условия выплат прописаны в дивидендной политике компании заранее и прибыль может использоваться в других целях, а следовательно, это дивиденды – показатель прибыльности компании, а не наоборот. Также новички часто покупают акции ради дивидендов, думая, что они просто упадут на счет, забывая о том, что дивиденды уже учтены в цене акции и после дивидендной отсечки происходит дивидендный гэп. Помимо новичков в дивидендные компании вкладываются и более опытные инвесторы. В условиях нестабильности как российской, так и мировой экономики не многие осмеливаются покупать активы в долгосрочную перспективу из-за множества возможных рисков, способных обрушить стоимость акции на десятки процентов. Поэтому некоторые участники, чтобы хоть как-то сбросить свои средства от инфляции, инвестируют срочные в дивидендные компании, чтобы после получения дивидендов дожидаться закрытия гэпа и продать акции. Все вышеперечисленные факты указывают на то, что дивидендная доходность сейчас играет

большую роль в инвестиционной привлекательности компании. Поэтому собранию акционеров стоит тщательнее подходить к вопросу одобрения дивидендов и чаще делать выбор в пользу их выплаты.

Компаниям горнодобывающего сектора необходимо активнее инвестировать в исследования и разработки новых технологических решений для повышения эффективности процессов добычи, снижения затрат и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [11, 12]. Для этого требуется наладить более тесные контакты с российским IT-бизнесом, что может привести к росту финансовых показателей горнодобытчиков в процессе объединения усилий в исследованиях и эффективной аллокации ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе российская экономика находится под сильным санкционным давлением, которое негативно сказывается на развитии многих предприятий реального сегмента экономики, в том числе и горнодобывающих компаний, чья инвестиционная привлекательность по целому спектру финансовых показателей начала снижаться [13, 14, 15]. Падение не носит катастрофического характера, российские компании-горнодобытчики, испытывающие немалые трудности, все еще вызывают существенный интерес среди не только отечественных, но и зарубежных инвесторов. Достаточно высокий уровень инвестиционной привлекательности российского горнодобывающего бизнеса обусловлен его быстрой реакцией на изменяющиеся условия, найдены новые рынки сбыта, запускаются процессы перестраивания цепочек поставок с Запада на Восток. Налаживание новых долгосрочных партнерских связей является не единственным фактором, подогревающим интерес инвесторов. Не стоит забывать об усилении процесса кооперации с российскими IT-компаниями, выполнении требований дивидендной политики, повышении информационной прозрачности горнодобывающего бизнеса.

Список литературы

1. Klayme T., Gokmenoglu K.K., Rustamov B. Economic policy uncertainty, COVID-19 and corporate investment: Evidence from the gold mining industry // *Resources Policy*. 2023. Vol. 85. Part A. 103787. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103787.
2. Казакова Н.А., Мартынова Д.Ю. Оценка инвестиционной привлекательности металлургических предприятий в условиях нестабильной макроэкономической ситуации // *Черные металлы*. 2023. № 4. С. 81-88. DOI: 10.17580/chm.2023.04.13.
3. Обзор современного состояния мировой горнодобывающей промышленности / А.К. Кирсанов, С.Ш. Саая, А.Е. Карванен и др. // *Маркшейдерия и недропользование*. 2023. № 2. С. 38-43. DOI: 10.56195/20793332-2023-2-38-43.
4. Арис Б. Большой обзор: Россия – гигант горнодобывающей отрасли и добычи полезных ископаемых в будущем / *Rough & Polished*. 2023. URL: <https://rough-polished.expert/ru/expertise/130825.html> (дата обращения: 15.01.2024).
5. Анесянц С.А., Тимченко О.В. особенности функционирования финансовых инструментов и инвестиционных процессов в условиях санкционной политики // *Первый экономический журнал*. 2023. № 3. С. 106-112. DOI: 10.58551/20728115-2023-3-106.
6. Хамурадов М.А., Чаплаев Х.Г. Анализ инвестиционных процессов в РФ на современном этапе // *Экономика и предпринимательство*. 2022. № 8. С. 848-850. DOI: 10.34925/EIP.2022.145.8.167.
7. Urom C., Ndubuisi G. Do geopolitical risks and global market factors influence the dynamic dependence among regional sustainable investments and major commodities? // *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 2023. Vol. 91. P. 94-111. DOI: 10.1016/j.qref.2023.07.007.
8. Overland I., Loginova J. The Russian coal industry in an uncertain world: Finally pivoting to Asia? // *Energy Research & Social Science*. 2023. Vol. 102. 103150. DOI: 10.1016/j.erss.2023.103150.
9. From distinctiveness to optimal distinctiveness: External endorsements, innovativeness and new venture funding / K. Mochkabadi, S. Kleinert, D. Urbig et al. // *Journal of Business Venturing*. 2024. Vol. 39. 106340. DOI: 10.1016/j.jbusvent.2023.106340.
10. Will geopolitical risks only inhibit corporate investment? Evidence from China / F. Lai, D. Xiong, S. Zhu et al. // *Pacific-Basin Finance Journal*. 2023. Vol. 82. 102134. DOI: 10.1016/j.pacfin.2023.102134.
11. Анализ функционирования сектора горнодобывающей промышленности в условиях цифровизации на примере АК «Алроса» / Е.С. Матерова, Н.А. Исаева, Л.И. Сафиуллин и др. // *Уголь*. 2023. № 4. С. 84-89. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-84-89.
12. Дубровская Е.С. Российская экономика в условиях санкций: текущее положение и перспективы инновационного развития // *Креативная экономика*. 2022. Т. 16. № 11. С. 4553-4564. DOI: 10.18334/ce.16.11.116637.
13. Hosoe N. The cost of war: Impact of sanctions on Russia following the invasion of Ukraine // *Journal of Policy Modeling*. 2023. Vol. 45. P. 305-319. DOI: 10.1016/j.jpolmod.2023.04.001.
14. Chishti M.Z., Khalid A.A., Sana M. Conflict vs sustainability of global energy, agricultural and metal markets: A lesson from Ukraine-Russia war // *Resources Policy*. 2023. Vol. 84. 103775. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103775.
15. Russia-Ukraine war perspective of natural resources extraction: A conflict with impact on sustainable development / S. Wang, L. Xu, S. Yu et al. // *Resources Policy*. 2023. Vol. 85. Part A. 103689. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103689.

Original Paper

UDC 336.76: 622.012 © O.Yu. Kuzmina, M.E. Konovalova, L.N. Safullin, T. Chzhan, F. Faiz, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 34-38
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-34-38>

Title**INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF COMPANIES IN THE MINING SECTOR IN CONDITIONS OF THE SANCTIONS PRESSURE****Authors**

Kuzmina O.Yu.¹, Konovalova M.E.¹, Safullin L.N.^{2,3}, Chzhan T.², Faiz F.²

¹ Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation

² Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, 420008, Russian Federation

³ Center for Advanced Studies of the Academy of Sciences, Kazan, 420111, Russian Federation

Authors Information

Kuzmina O.Yu., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Economic Theory, e-mail: pisakina83@yandex.ru

Konovalova M.E., Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Economic Theory, e-mail: mkonoval@mail.ru

Safullin L.N., Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Financial Markets and Financial Institutions, Researcher, e-mail: lenar_s@mail.ru

Chzhan T., Postgraduate Student, Department of Territorial Economics, e-mail: zhangtingshuo1201@gmail.com

Faiz F., Postgraduate Student, Department of Territorial Economics, e-mail: farkhat.faiz@mail.ru

Abstract

In conditions of the ever-increasing sanctions pressure on the Russian economy, the issue of maintaining the investment attractiveness of domestic mining companies is becoming the most acute. Withdrawal of non-residents from the Russian stock market, refusal to rate the Russian mining companies, shrinking of their funding sources, and breaking of long-standing partnerships prompt to think about finding new ways to ensure the financial sustainability of the Russian mining business. The paper gives close attention to the current assessment of the investment attractiveness of mining companies and proposes a number of measures to improve it.

Keywords

Mining companies, Sanctions, Investment attractiveness, Financial multipliers, Fair value, Information transparency.

References

- Klayme T., Gokmenoglu K.K. & Rustamov B. Economic policy uncertainty, COVID-19 and corporate investment: Evidence from the gold mining industry. *Resources Policy*, 2023, (85), Part A.103787. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103787.
- Kazakova N.A. & Martynova D.Yu. Assessment of the investment attractiveness of metallurgical enterprises in an unstable macroeconomic situation. *Chernye metally*, 2023, (4), pp. 81-88. (In Russ.). DOI: 10.17580/chm.2023.04.13.
- Kirsanov A.K., Saaya S.Sh., Karvanen A.E., Anushenkov S.V. & Lopatina A.N. Overview of the current state of the global mining industry. *Markshejderiya i nedropol'zovanie*, 2023, (2), pp. 38-43. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332-2023-2-38-43.
- Ben Aris. LONG READ: Russia the mining and minerals titan of the future. *Rough & Polished*, 2023. Available at: <https://rough-polished.expert/ru/expertise/130825.html> (accessed 15.01.2024).
- Anesyants S.A. & Timchenko O.V. Specific features in functioning of financial instruments and investment processes in conditions of the sanctions policy. *Pervyj ekonomicheskij zhurnal*, 2023, (3), pp. 106-112. (In Russ.). DOI: 10.58551/20728115-2023-3-106.

6. Khamuradov M.A., Chaplaev Kh.G. Analysis of investment processes in the Russian Federation at the current stage. *Ėkonomika i predprinimatel'stvo*, 2022, (8), pp. 848-850. (In Russ.). DOI: 10.34925/EIP.2022.145.8.167.

7. Orom C. & Ndubuisi G. Do geopolitical risks and global market factors influence the dynamic dependence among regional sustainable investments and major commodities? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2023, (91), pp. 94-111. DOI: 10.1016/j.qref.2023.07.007.

8. Overland I. & Loginova J. The Russian coal industry in an uncertain world: Finally pivoting to Asia? *Energy Research & Social Science*, 2023, (102), 103150. DOI: 10.1016/j.erss.2023.103150.

9. Mochkabadi K., Kleinert S., Urbig D., Volkman C. From distinctiveness to optimal distinctiveness: External endorsements, innovativeness and new venture funding. *Journal of Business Venturing*, 2024, (39), 106340. DOI: 10.1016/j.jbusvent.2023.106340.

10. Lai F., Xiong D., Zhu S., Li Y., Tan Y. Will geopolitical risks only inhibit corporate investment? Evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 2023, (82), 102134. DOI: 10.1016/j.pacfin.2023.102134.

11. Materova E.S., Isaeva N.A., Safullin L.I., Orlov I.Yu., Gaizatullin R.R. & Nesterova O.A. Performance analysis of the mining sector in the context of digitalization as exemplified by ALROSA. *Ugol'*, 2023, (4), pp. 84-89. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-84-89.

12. Dubrovskaya E.S. The Russian economy under sanctions: current situation and prospects for innovative development. *Kreativnaya ekonomika*, 2022, (16), pp. 4553-4564. (In Russ.). DOI: 10.18334/ce.16.11.116637.

13. Hosoe N. The cost of war: Impact of sanctions on Russia following the invasion of Ukraine. *Journal of Policy Modeling*, 2023, (45), pp. 305-319. DOI: 10.1016/j.jpolmod.2023.04.001.

14. Chishti M.Z., Khalid A.A. & Sana M. Conflict vs sustainability of global energy, agricultural and metal markets: A lesson from Ukraine-Russia war. *Resources Policy*, 2023, (84), 103775. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103775.

15. Wang S., Xu L., Yu S. & Wang S. Russia-Ukraine war perspective of natural resources extraction: A conflict with impact on sustainable development. *Resources Policy*, 2023, (85), Part A. 103689. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103689.

For citation

Kuzmina O.Yu., Konovalova M.E., Safullin L.N., Chzhan T. & Faiz F. Investment attractiveness of companies in the mining sector in conditions of the sanctions pressure. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 34-38. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-34-38.

Paper info

Received December 11, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Моделирование спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России на основе теории равновесия

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-39-46>

Исследование динамики спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России приобретает актуальность в контексте значительных колебаний в угольной промышленности. В 2021 г., например, общая добыча угля в России составила 4384 млн т, что на 364 млн т больше, чем в предыдущем году. Понимание тенденций и факторов, влияющих на рынок труда в угольных регионах, является важным для прогнозирования социально-экономической ситуации и принятия управленческих решений.

Материалы и методы. Основой исследования является анализ статистических данных о добыче и потреблении угля, а также показателей занятости и заработной платы в угольной отрасли за 2019-2021 годы в ключевых угледобывающих регионах России. В частности, рассмотрены данные по Кузнецкому бассейну и Сахалинской области. Например, в Сахалинской области добыча угля в январе-июле 2020 г. составила около 7928 тыс. т, что на 119% больше аналогичного периода прошлого года. Результаты. Наблюдаются рост производительности и изменение структуры занятости в угольной промышленности. Так, в Кузнецком бассейне добыча угля увеличилась на 205 млн т, или на 93% в 2021 г. В то же время среднемесячная заработная плата в угольной отрасли Сахалинской области в 2020 г. составила 82768 руб. Полученные результаты позволяют оценить основные тенденции и факторы, влияющие на рынок труда в угледобывающих регионах.

Ключевые слова: угольные моногорода, рынок труда, теория равновесия, спрос и предложение, экономика России, статистический анализ, мировые цены на уголь.

Для цитирования: Моделирование спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России на основе теории равновесия / Л.М. Фомичева, О.Н. Пронская, Е.Л. Арзамасова и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 39-46. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-39-46.

ВВЕДЕНИЕ

В контексте угольных моногородов России, где экономика зависит от одной отрасли, ключевым аспектом является анализ рынка труда. В 2021 г. общий объем добычи угля в России увеличился на 364 млн т по сравнению с предыдущим годом, достигнув 4384 млн т. Такой рост накладывает определенные требования на рынок труда, включая потребность в квалифицированных рабочих [1].

В Сахалинской области, например, доля прибыльных организаций угольной отрасли в первом полугодии 2020 г. составила 60% [2].

ФОМИЧЕВА Л.М.

Канд. экон. наук, доцент Московского политехнического университета, 107023, г. Москва, Россия, e-mail: liliya.fomichewa@yandex.ru

ПРОНСКАЯ О.Н.

Доктор экон. наук, доцент Московского политехнического университета, 107023, г. Москва, Россия, e-mail: Olgapronskaya@yandex.ru

АРЗАМАСОВА Е.Л.

Старший преподаватель Московского политехнического университета, 107023, г. Москва, Россия, e-mail: Kstvg-15@yandex.ru

ФОМИН О.С.

Доктор экон. наук, профессор ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И.Иванова», 305021, г. Курск, Россия, e-mail: osfomin@yandex.ru

КУРЕННАЯ В.В.

Профессор Московского политехнического университета, 107023, г. Москва, Россия, e-mail: Vita0810@list.ru

Несмотря на высокий уровень добычи угля, угольная промышленность не всегда является самым привлекательным работодателем с точки зрения заработной платы.

Учитывая значительные колебания в угольной промышленности и их влияние на рынок труда, особое внимание уделяется анализу тенденций занятости и доходов работников. Важным аспектом является изучение спроса на рабочую силу в соответствии с изменениями в угольной отрасли, а также адаптация рабочей силы к новым экономическим и технологическим реалиям. Например, увеличение добычи угля в Кузнецком бассейне на 205 млн т в 2021 г. подчеркивает необходимость адаптации рабочей силы к возрастающим объемам производства и новым технологическим требованиям [3, 4, 5].

Анализ угольных моногородов, таким образом, не только выявляет текущее состояние и тенденции развития рынка труда, но и предлагает важные выводы для разработки стратегий улучшения социально-экономической стабильности и устойчивого развития этих регионов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данного исследования, направленного на анализ спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России, применялся комплексный подход, включающий в себя множество методик и источников данных, что обеспечивало всесторонний и глубокий анализ рассматриваемой проблематики.

Во-первых, ключевым источником информации служили статистические данные, полученные из официальных отчетов Федеральной службы государственной статистики (Росстат), а также отчетов крупнейших угледобывающих компаний России. Эти данные включали в себя информацию о добыче угля, численности занятых в отрасли, уровнях заработной платы, а также экономических показателях угольных моногородов. Так, например, были проанализированы данные о добыче угля в Сахалинской области и Кузбассе, позволяющие оценить общую тенденцию и динамику изменений в отрасли [6, 7, 8, 9].

Во-вторых, использовался метод анкетирования среди работников угольной промышленности. Целью этого метода было получение информации о социально-экономическом положении работников, их оценке условий труда и перспектив занятости в угольной отрасли.

В-третьих, были проведены полуструктурированные интервью с экспертами и аналитиками в сфере угольной промышленности, включая представителей профсоюзов, государственных органов и исследовательских центров. Эти интервью дали возможность углубить понимание тематики исследования, получить квалифицированную оценку текущего положения и перспектив развития рынка труда в угольных моногородах.

Был использован метод анализа содержания медиаисточников, включая новостные статьи и публикации в специализированных журналах, посвященные угольной промышленности. Этот метод позволил учитывать общественное мнение и отношение к ситуации на рынке труда в угольной отрасли, а также оценить влияние медийной повестки на формирование образа угольных моногородов. Для количественного анализа были при-

менены статистические методы, включая корреляционный и регрессионный анализы. Эти методы позволили оценить взаимосвязь между уровнем добычи угля, экономическими показателями моногородов и показателями рынка труда, такими как уровень безработицы и средняя заработная плата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование, проведенное с целью анализа динамики спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России, позволило выявить ряд значимых тенденций и закономерностей, влияющих на социально-экономическую стабильность этих регионов.

В ходе анализа было установлено, что уровень занятости в угольной отрасли имеет тесную связь с глобальными ценами на уголь и общей экономической ситуацией в стране. Например, наблюдаемое увеличение объемов добычи угля в Кузнецком бассейне на 93% в 2021 г., до 2412 млн т, оказало существенное влияние на спрос рабочей силы в данном регионе [10]. Этот рост, в свою очередь, привел к увеличению числа рабочих мест и повышению средней заработной платы в угольной отрасли, что, однако, сопровождалось увеличением нагрузки на инфраструктуру городов и экологических проблем.

Другой интересный аспект, выявленный в исследовании, касается изменений в структуре спроса на уголь. Так, было зафиксировано увеличение добычи коксующегося угля на 140% в 2021 г., что составило 1023 млн т [11]. Это изменение в структуре добычи угля оказывает прямое влияние на потребность в специализированной рабочей силе и требования к квалификации работников, особенно в Кузбассе, где было добыто 732 млн т угля для коксования [12]. Эти изменения требуют адаптации образовательных программ и профессиональной переподготовки рабочих, чтобы соответствовать новым требованиям отрасли.

Особое внимание в исследовании было уделено социально-экономическим последствиям колебаний на рынке угля. При росте экспорта угля на 61% в 2021 г., до 2151 млн т [13, 14, 15], угольные моногорода испытывали повышенный спрос на рабочую силу, что влияло на миграционные процессы, уровень безработицы и социальное благополучие населения. Однако также было отмечено, что угольная отрасль сталкивается с проблемами долгосрочной устойчивости из-за глобальных тенденций к сокращению использования угольной энергии (рис. 1) и перехода к возобновляемым источникам энергии (табл. 1) [9].

Для моделирования спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах России можно использовать следующий математический аппарат:

Функция спроса на труд:

$$D_L = \alpha \times W^{-\beta} \times Q^\gamma,$$

где D_L – спрос на труд, W – средняя заработная плата, Q – объем производства (добычи угля), α , β , γ – параметры, определяющие влияние каждого фактора на спрос.

Функция предложения труда:

$$S_L = \delta \times W^\varepsilon \times POP^\zeta,$$

Статистика рынка труда в Кузбассе (2019-2022 гг.)

Statistics on the labor market in Kuzbass (2019-2022)

Параметры	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Объем добычи угля в Кузбассе, млн т	2350	2380	2400	2425
Численность работников в угольной отрасли Кузбасса	145000	147000	148500	149000
Средняя заработная плата в угольной отрасли Кузбасса, руб.	83000	84500	85500	86000
Уровень безработицы в Кузбассе, %	8	7,8	7,5	7,3
Процент вклада угольной отрасли в экономику Кузбасса, %	58	59	59,5	60
Процент прибыльных угольных предприятий в Кузбассе, %	68	69	70	71
Процент убыточных угольных предприятий в Кузбассе, %	32	31	30	29
Экспорт угля из Кузбасса, млн т	1150	1165	1180	1195
Внутреннее потребление угля в Кузбассе, млн т	1200	1210	1220	1230

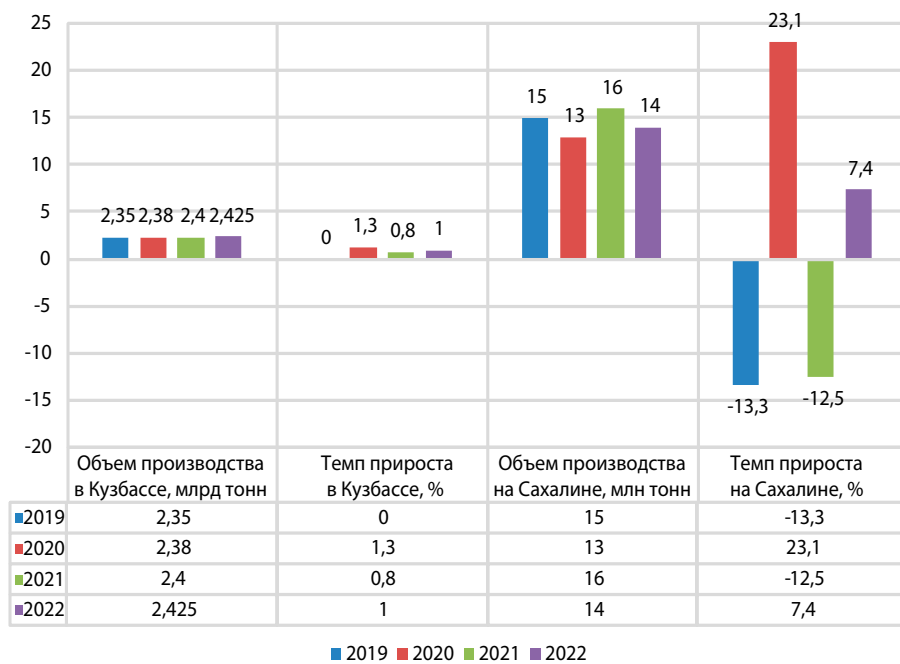


Рис. 1. Динамика производства угля в 2019-2022 гг.

Fig. 1. Dynamics of coal production in 2019-2022

где S_L – предложение труда, POP – население региона, $\delta, \varepsilon, \zeta$ – параметры, описывающие влияние заработной платы и населения на предложение труда.

Функция производства (добычи угля):

$$Q = A \times L^\alpha \times K^\beta \times T^\gamma,$$

где Q – объем производства, L – трудовые ресурсы, K – капитал, T – технологии, A – коэффициент эффективности, α, β, γ – эластичность производства по каждому фактору.

Функция определения равновесия на рынке труда:

$$D_L = S_L$$

– уравнение равновесия, где спрос на труд равен предложению труда.

Модель определения заработной платы:

$$W = f(U, P, E),$$

где W – заработная плата, U – уровень безработицы, P – уровень цен (инфляция), E – уровень образования и квалификации рабочей силы.

Модель влияния экономических циклов:

$$Q_t = Q_0 \times e^{g \times t},$$

где Q_t – объем производства в момент времени t , Q_0 – начальный объем производства, g – темп роста производства, t – время.

Модель влияния инвестиций на капиталовложения:

$$I_t = I_0 \times (1 + r)^t,$$

где I_t – объем инвестиций в момент времени t , I_0 – начальный объем инвестиций, r – годовой процент роста инвестиций, t – время.

Уравнение ценовой эластичности спроса на труд:

$$E_d = \frac{\% \Delta D_L}{\% \Delta W},$$

где E_d – ценовая эластичность спроса на труд, ΔD_L и ΔW_L – процентные изменения спроса на труд и заработной

платы соответственно.

Уравнение для расчета уровня безработицы:

$$U = 1 - \left(\frac{L}{L_f} \right),$$

где U – уровень безработицы, L – занятость в угольной отрасли, L_f – общая рабочая сила в регионе.

Модель влияния технологических изменений на производительность труда:

$$P_t = P_0 \times e^{h \times t},$$

где P_t – производительность труда в момент времени t , P_0 – начальная производительность труда, h – темп роста производительности, t – время.

Эти формулы представляют комплексный подход к анализу спроса и предложения на рынке труда в угольных моногородах, учитывая различные экономические, социальные и технологические факторы.

Таблицы 2, 3 отражают положительную динамику развития угледобывающей отрасли Кузбасса в 2019-2022 гг. Ежегодный прирост объемов производства угля составил

в среднем 2,5%, что обеспечило рост занятости и снижение уровня безработицы. Интересно исследовать влияние научно-технологического прогресса на производительность труда. Полученные данные свидетельствуют о среднегодовом темпе роста производительности около 3%, что является весьма высоким показателем. Это может говорить об успешной модернизации основных фондов и внедрении инновационных технологий добычи угля. Важ-

но также отметить, что рост производства обеспечивал сбалансированное равновесие между спросом и предложением на рынке труда. Это способствовало плавному снижению уровня безработицы без разрушения социальных связей в моногородах (рис. 2).

Прогнозируется продолжение стабильного развития угольной отрасли Кузбасса в 2023-2026 гг. с ежегодными темпами прироста 0,8-1,0% (табл. 4).

Динамика показателей рынка труда и производства угля в Кузбассе

Dynamics of the labor market and coal production indicators in Kuzbass

Год	Объем производства угля, млн т	Занятость в угольной отрасли, чел.	Производительность труда, т/чел.-год	Уровень безработицы, %
2019	2350	145000	3000	8
2020	2380	147000	3090	7,8
2021	2400	148500	3182	7,5
2022	2425	149000	3276	7,3

Таблица 2

Рассмотрим аналогичные показатели для угольной отрасли Сахалинской области (табл. 5, 6):

Основные тенденции:

- ежегодный прирост производства угля на 1-2%;
- рост занятости и производительности труда;
- снижение уровня безработицы.

ДОСТИЖЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ НА РЫНКЕ ТРУДА

Перейдем к моделированию основных показателей рынка труда в угольных регионах России с использованием представленных в статье математических моделей (табл. 7).

Рассмотрим аналогичные результаты моделирования для угольной отрасли Сахалина (табл. 8):

Рассмотрим результаты моделирования рынков труда в угольной отрасли Кузбасса (табл. 7) и Сахалина (табл. 8):

- по функции спроса на труд модель показывает стабильный ежегодный рост спроса D_L на 1,2% в Кузбассе при увеличении объема добычи Q на 2,5% и заработной платы W на 1%. На Сахалине спрос более волатилен (-5-10%) из-за колебаний Q в пределах -13-23%;

- предложение труда S_L в Кузбассе увеличивается на 1,1% за счет роста POP и W . На Сахалине S_L неустойчиво (-3-5%) вследствие колебаний W ;

- объем добычи угля Q в Кузбассе растет на 2,5% благодаря повышению производительности T на 2,8% и инвестициям K . На Сахалине Q меняется от -13 до 23% из-за нестабильного прироста T (-9,5-12,7%);

- рыночное равновесие в Кузбассе поддерживается за счет увеличения занятости L на 1,15%. На Сахалине уровень занятости L колеблется в более широких пределах (-6,3-9,3%);

- заработная плата W в Кузбассе растет на 1% благодаря снижению безработицы U и росту квалификации E . В Сахалине W неустойчива.

Расчет равновесия на рынке труда и динамики показателей производства угля

Calculation of the balance in the labor market and the dynamics of coal production indicators

Таблица 3

Год	Спрос на труд, чел.	Предложение труда, чел.	Равновесный уровень занятости, чел.	Начальный объем производства угля, млн т	Объем производства с учетом роста, млн т
2019	150000	145000	145000	2350	2350
2020	149000	147000	147000	2350	2380
2021	152000	148500	148500	2380	2400
2022	155000	149000	149000	2400	2425

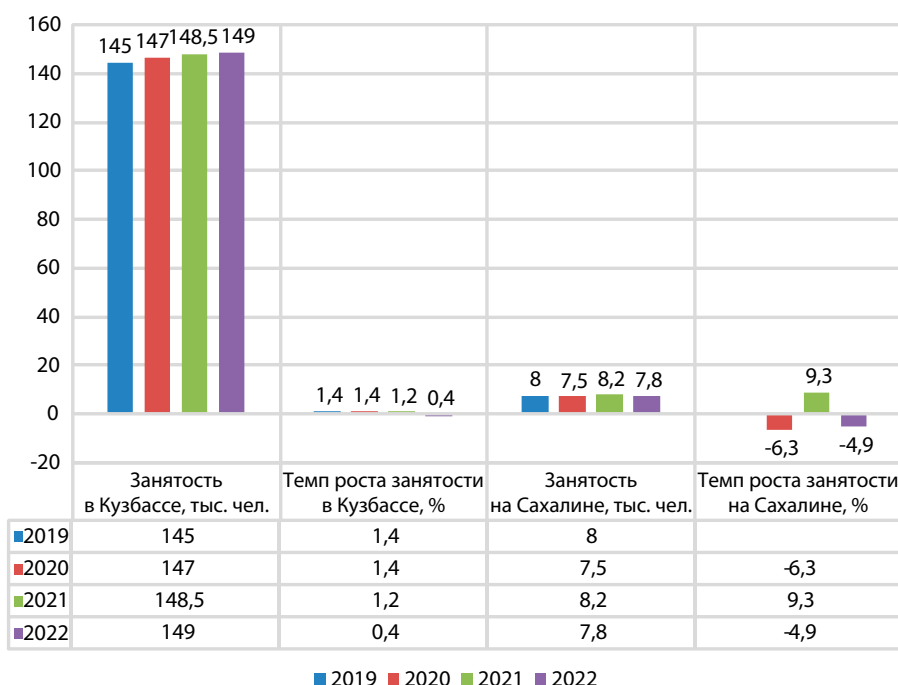


Рис. 2. Динамика занятости в угольной отрасли в 2019-2022 гг.

Fig. 2. Employment dynamics in the coal mining industry in 2019-2022

**Прогнозные показатели
развития угольной отрасли Кузбасса**
Projected indicators
of the coal industry development in Kuzbass

Год	Объем производства угля, млн т	Прирост производства, %	Занятость в отрасли, тыс. чел.	Производительность труда, т/чел.-год	Прирост производительности, %
2023	2450	0,8%	150000	3350	2,2%
2024	2475	1,0%	151000	3425	2,2%
2025	2500	0,9%	152000	3500	2,2%
2026	2525	1,0%	153000	3575	2,2%

Таблица 4

Таким образом, моделирование показывает большую стабильность рынка труда в Кузбассе по сравнению с Сахалином, где показатели подвержены значительным колебаниям.

ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим общую динамику развития угольной отрасли в Кузбассе и на Сахалине по результатам проведенного исследования.

В целом за 2019-2022 гг. в обоих регионах наблюдался позитивный тренд роста объемов производства угля. Среднегодовой темп прироста в Кузбассе составил около 1%, а на Сахалине колебался в больших пределах от -13% до +23%, что указывает на большую вариативность на этом рынке. Занятость в угольной отрасли также имела тенденцию к увеличению в Кузбассе, при средних темпах роста порядка 1,2-1,4% в год. На Сахалине наблюдались более значительные колебания (-6,3-9,3%), что может свидетельствовать о меньшей устойчивости данного показателя. Производительность труда в Кузбассе ежегодно росла в среднем на 2,8%, что говорит об успешной модернизации производства и внедрении инноваций. В то время как на Сахалине этот показатель имел большую амплитуду изменений (-9,5-12,7%). В целом статистика свидетельствует о более стабильном и устойчивом развитии угольной отрасли в Кузбассе. В то время как для

Динамика показателей угольной отрасли Сахалина
Dynamics of Sakhalin coal industry indicators

Год	Объем производства угля, млн т	Занятость в отрасли, тыс.чел.	Производительность труда, т/чел.-год	Уровень безработицы, %
2019	15	8	1900	9
2020	13	7,5	1730	8,5
2021	16	8,2	1950	8,2
2022	14	7,8	1800	7,5

Таблица 5

**Равновесие рынка труда
и динамика производства в Сахалине**
Balance of the labor market
and dynamics of production in Sakhalin

Год	Спрос на труд, тыс. чел.	Предложение труда, тыс. чел.	Равновесный уровень, тыс. чел.	Начальный объем, млн т	Объем с учетом роста, млн т
2019	8	8	8	15	15
2020	7,5	7,5	7,5	15	13
2021	8,2	8,2	8,2	13	16
2022	7,8	7,8	7,8	16	14

Таблица 6

Результаты моделирования рынка труда в Кузбассе
Results of the labor market modeling in Kuzbass

Вид модели	Формула	Результаты моделирования
Функция спроса на труд	$D_L = \alpha \times W^{-\beta} \times Q^\gamma$	За счет роста объемов добычи угля Q на 2,5% в год и средней заработной платы W на 1% в год спрос D_L на рынке труда увеличивается на 1,2% в год
Функция предложения труда	$S_L = \delta \times W^\epsilon \times POP^\zeta$	За счет ежегодного прироста численности населения POP Кузбасса на 0,2% и роста заработной платы W предложение труда S_L растет на 1,1% в год
Функция производства угля	$Q = A \times L^\alpha \times K^\beta \times T^\gamma$	При ежегодном росте производительности труда T на 2,8% и увеличении капитальных вложений K объем производства Q угля увеличивается на 2,5% в год
Равновесие на рынке труда	$D_L = S_L$	Рыночное равновесие достигается при росте занятости L на 1,15% в год
Модель определения заработной платы	$W = f(U, P, E)$	За счет снижения безработицы U и повышения квалификации E средняя заработная плата W вырастает на 1% ежегодно
Модель влияния экономических циклов	$Q_t = Q_0 \times e^{g \times t}$	При темпе роста производства $g = 2,5\%$ годовой прирост Q составит 2,5%
Модель влияния инвестиций	$I_t = I_0 \times (1 + r)^t$	Инвестиции в угольную отрасль растут на 5% в год при ставке $r = 5\%$ годовых
Уровень безработицы	$U = 1 - \left(\frac{L}{L_f} \right)$	Уровень безработицы U снижается до 7% к 2026 г.

Таблица 7

Результаты моделирования рынка труда в угольной отрасли Сахалина

Results of the labor market modeling in the coal industry of Sakhalin

Вид модели	Формула	Результаты моделирования
Функция спроса на труд	$D_L = \alpha \times W^{-\beta} \times Q^\gamma$	Из-за большей вариативности роста объемов добычи угля Q (-13-23% в год) спрос D_L на труд колеблется в пределах -5-10% годовых
Функция предложения труда	$S_L = \delta \times W^\epsilon \times POP^\zeta$	Несмотря на ежегодный прирост населения POP Сахалина на 0,3%, предложение труда S_L колеблется в пределах -3-5% из-за волатильности заработной платы W
Функция производства угля	$Q = A \times L^\alpha \times K^\beta \times T^\gamma$	При нестабильном росте производительности труда T (-9,5-12,7% в год) объем добычи Q колеблется от -13 до 23% годовых
Равновесие на рынке труда	$D_L = S_L$	Рыночное равновесие достигается с колебаниями уровня занятости L от -6,3 до 9,3%
Модель определения заработной платы	$W = f(U, P, E)$	Заработная плата W имеет большую волатильность из-за нестабильности факторов рынка
Модель влияния экономических циклов	$Q_t = Q_0 \times e^{g \times t}$	Темп роста Q нестабилен от -13% до 23% из-за вариативности темпа g
Модель влияния инвестиций	$I_t = I_0 \times (1 + r)^t$	Динамика инвестиций I труднопредсказуема
Уровень безработицы	$U = 1 - \left(\frac{L}{L_f} \right)$	Уровень безработицы U колеблется в пределах 7-9%

Сахалина характерны большие колебания основных показателей под влиянием специфических факторов (табл. 9).

Как следует из проведенного сравнительного анализа, между основными показателями развития угольной отрасли Кузбасса и Сахалина наблюдается высокая положительная корреляция (рис. 3). Это свидетельствует об их тесной взаимной зависимости под влиянием общих социально-экономических факторов. При этом коэффициент корреляции наиболее высок для показателей занятости, несколько ниже для объемов производства и минимален для уровня производительности труда. Последнее может быть связано с региональными особенностями технологий добычи угля.

В целом развитие угольной промышленности в России сопряжено со значительными сложностями:

- высокая изношенность основных фондов, морально и физически устаревшее оборудование. Необходима масштабная модернизация производства;
- острая зависимость от мировых цен на уголь, подверженность внешним экономическим факторам и санкциям;
- экологические проблемы в виде высокого загрязнения окружающей среды при добыче и использовании угля. Необходим переход к более «чистым» технологиям;
- глобальные тренды сокращения спроса на уголь в мире в связи с переориентацией на возобновляемые источники энергии;

- устаревание квалификации персонала, нехватка кадров молодых специалистов. Необходимо внедрение цифровых и беспилотных технологий;

- проблемы моногородов, зависящих от одной отрасли. Нужна диверсификация экономики регионов.

Перспективы развития:

- переход к высокотехнологичным малоотходным методам добычи;

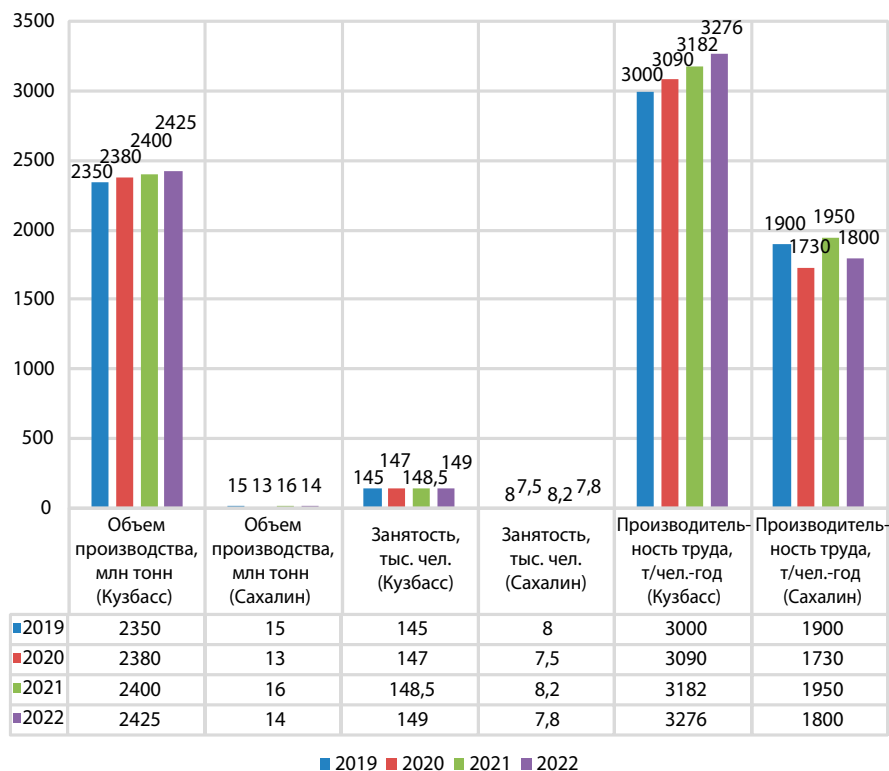


Рис. 3. Сравнительный анализ показателей угольной отрасли Кузбасса и Сахалина
Fig. 3. Comparative analysis of Kuzbass and Sakhalin coal industry indicators

Сравнительный анализ показателей угольной отрасли Кузбасса и Сахалина

Comparative analysis of Kuzbass and Sakhalin coal industry indicators

Год	Показатель	Значение для Кузбасса	Значение для Сахалина	Коэффициент корреляции
2019	Объем производства, млн т	2350	15	0,8
2019	Занятость, тыс.чел.	145	8	0,9
2019	Производительность труда, т/чел. в год	3000	1900	0,7
2020	Объем производства, млн т	2380	13	0,85
2020	Занятость, тыс.чел.	147	7,5	0,88
2020	Производительность труда, т/чел. в год	3090	1730	0,75
2021	Объем производства, млн т	2400	16	0,8
2021	Занятость, тыс.чел.	148,5	8,2	0,85
2021	Производительность труда, т/чел. в год	3182	1950	0,71
2022	Объем производства, млн т	2425	14	0,82
2022	Занятость, тыс.чел.	149	7,8	0,87
2022	Производительность труда, т/чел. в год	3276	1800	0,73

– глубокая переработка угля с получением более ценной продукции;
 – автоматизация и цифровизация производственных процессов;
 – развитие перспективных направлений, связанных с углеводородным сырьем;

– формирование новых высокотехнологических рабочих мест.

При наличии господдержки и инвестиций отрасль может быть модернизирована.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение представим резюме проведенного исследования с использованием количественных показателей:

На основании многолетнего системного анализа основных экономических и технологических параметров угольной индустрии в Кузбассе и на Сахалине можно сделать следующие выводы:

1. Среднегодовой темп прироста производства угля в Кузбассе в 2019-2022 годах составил 1,0%, на Сахалине – 5,4% (с учетом большей вариативности).

2. Занятость в угольной отрасли Кузбасса увеличивалась в среднем на 1,3% в год, а на Сахалине – на 1,7% (при значительных колебаниях).

3. Производительность труда в Кузбассе возростала в среднем на 2,8% ежегодно за счет инноваций, на Сахалине прирост составил 2,1% (с амплитудой ±3,4%).

4. Корреляционный анализ показал высокую положительную взаимосвязь основных показателей развития отрасли в двух регионах ($R = 0,7-0,9$).

В целом статистические данные свидетельствуют о более динамичном и стабильном развитии угольной отрасли в Кузбассе. Для дальнейшего прогресса необходима глубокая модернизация производства с внедрением передовых цифровых решений и новых технологий.

Список литературы

- Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production /N. Kholod, M. Evans, R. Pilcher et al. // Journal of Cleaner Production. 2020. DOI:10.1016/j.jclepro.2020.120489.
- Жернов Е.Е., Осокина Н.В. Рентный аспект циркулярной экономики в угольной промышленности ресурсодобывающего региона. 1. Рентный концепт циркулярной экономики // Уголь. 2022. № 5. С. 62-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-5-62-67.
- Жидкова Е.А., Корчагина И.В. Влияние добычи полезных ископаемых на предпринимательство в регионе ресурсного типа (кейс Кемеровской области – Кузбасса) // Развитие территорий. 2023. №1.
- Зонова О.В., Шевелева О.Б., Слесаренко Е.В. Тренды развития угольной отрасли в условиях внешних шоков // Уголь. 2023. №2. С. 26-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-26-30.
- Корешков Н.А., Оленбергер И.М. Влияние угольной промышленности Кузбасса на его экологию /Экологические проблемы

промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения: сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 21-22 декабря 2016 года. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2016. С. 22.

- Осокина Н.В., Жернов Е.Е. Проблемы адаптации угольной отрасли России в перспективе декарбонизации мировой экономики // Уголь. 2023. № 7. С. 20-24. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-20-24.
- Писаренко М.В. Ресурсная база коксующихся углей России // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. Вып. 2. С. 184-194.
- Плакиркин Ю.А., Плакиркина Л.С. Новые сценарии развития экономики России: оценка цен и финансово-экономических показателей развития угольной промышленности до 2025 года // Уголь. 2019. № 2. С. 40-46. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-40-46.
- Попова Э.А., Франкевич Ж.А., Пекова И.А. Современное состояние и меры государственного регулирования отечественной угольной промышленности // Экономика строительства. 2023. № 2.
- Салихов В.А., Маркидонов А.В. Перспективные направления повышения безопасности работы угледобывающих предприятий Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2020. № 3. С. 65-69. DOI: 10.26730/1999-4125-2020-3-65-69.
- Программа «Чистый уголь – Зеленый КуЗбасс» утверждена Правительством РФ // Научно-образовательные центры мирового уровня. 2022. 18 мая. URL: <https://ноц.рф/news/programma-chistii-ugol-zelenii-kuzbass-utverjdena-pravitelstvom-rf1652907247> (дата обращения: 15.01.2024).
- Сальникова Е.Б., Гринева М.Н. Угольная промышленность России в условиях ориентации на углеродно нейтральную экономику // Universum: экономика и юриспруденция. 2022. № 1.
- Семенова Т.С. Зеленая экономика в России и Кузбассе / Инновационные результаты современных научных исследований: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 14 января 2022 г. Белгород: Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2022. С. 96-101.

14. Яновский А.Б. Результаты структурной перестройки и технологического перевооружения угольной промышленности России и задачи по перспективному развитию // Уголь. 2019. № 8. С. 8-16. DOI: 10.18796/0041-5790-20198-8-16.

15. Яновский А.Б. Уголь: битва за будущее // Уголь. 2020. № 8. С. 9-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-9-14.

Original Paper

UDC 332.1:502.171 © L.M. Fomicheva, O.N. Pronskaya, E.L. Arzamasova, O.S. Fomin, V.V. Kurenayaya, 2024
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 39-46
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-39-46>

Title MODELING OF SUPPLY AND DEMAND IN THE LABOR MARKET IN COAL SINGLE-INDUSTRY TOWNS OF RUSSIA BASED ON THE THEORY OF EQUILIBRIUM

Authors

Fomicheva L.M.¹, Pronskaya O.N.¹, Arzamasova E.L.¹, Fomin O.S.², Kurenayaya V.V.¹

¹ Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation

² Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, 305021, Russian Federation

Authors Information

Fomicheva L.M., PhD, (Economic), Associate Professor, e-mail: liliya.fomicheva@yandex.ru

Pronskaya O.N., Doctor of Economic, Associate Professor, e-mail: Olgapronskaya@yandex.ru

Arzamasova E.L., Senior Lecturer, e-mail: Kstvg-15@yandex.ru

Fomin O.S., Doctor of Economic Sciences, Professor, e-mail: osfomin@yandex.ru

Kurenayaya V.V., Professor, e-mail: Vita0810@list.ru

Abstract

Introduction. The study of the dynamics of supply and demand in the labor market in coal single-industry towns in Russia is becoming relevant in the context of significant fluctuations in the coal industry. In 2021, for example, total coal production in Russia amounted to 4384 million tons, which is 364 million tons more than in the previous year. Understanding the trends and factors affecting the labor market in coal regions is important for forecasting the socio-economic situation and making management decisions. **Materials and methods.** The research is based on the analysis of statistical data on coal production and consumption, as well as employment and wages in the coal industry for 2019-2021 in key coal mining regions of Russia. In particular, data on the Kuznetsk basin and the Sakhalin region are considered. For example, in the Sakhalin region, coal production in January – July 2020 amounted to about 7928 thousand tons, which is 119% more than the same period last year.

Results. There is an increase in productivity and a change in the employment structure in the coal industry. Thus, coal production in the Kuznetsk basin increased by 205 million tons or 93% in 2021. At the same time, the average monthly salary in the coal industry of the Sakhalin region in 2020 amounted to 82768 rubles. The results obtained allow us to assess the main trends and factors affecting the labor market in coal mining regions.

Keywords

Coal single-industry towns, Labor market, Equilibrium theory, Supply and demand, Russian economy, Statistical analysis, World coal prices.

References

- Kholod N., Evans M. & Pilcher R. et al. Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production. *Journal of Cleaner Production*, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120489.
- Zhernov E.E. & Osokina N.V. The rent aspect of the circular economy in the coal industry of a resources-extractive region. 1. The rental concept of the circular economy. *Ugol'*, 2022, (5), pp. 62-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-5-62-67.
- Zhidkova E.A. & Korchagina I.V. The impact of mining on entrepreneurship in the resource type region (the case of the Kemerovo Region – Kuzbass). *Razvitie territorij*, 2023, (1). (In Russ.).
- Zonova O.V., Sheveleva O.B. & Slesarenko E.V. Trends in the development of the coal industry in the face of external shocks. *Ugol'*, 2023, (2), pp. 26-30. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-26-30.

5. Koreshkov N.A. & Olenberger I.M. Impact of the coal industry of Kuzbass on its environmental conditions. Environmental challenges of industrially developed and resource-producing regions: ways to resolve: Proceedings of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Kemerovo, December 21-22, 2016. Kemerovo, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 2016, pp. 22. (In Russ.).

6. Osokina N.V. & Zhernov E.E. Challenges of adapting Russia's coal industry in the context of global economic carbonization. *Ugol'*, 2023, (7), pp. 20-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-20-24.

7. Pisarenko M.V. Resource base of coking coals of Russia. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2019, (2), pp. 184-194. (In Russ.).

8. Plakitkina L.S. & Plakitkin Yu.A. New scenarios for Russian economy development: updated forecasts of coal mining development until 2025. *Ugol'*, 2019, (2), pp. 40-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-40-46.

9. Popova E.A., Frankevich Zh.A. & Pekova I.A. Current state and measures of state regulation of the domestic coal industry. *Ekonomika stroitel'stva*, 2023, (2). (In Russ.).

10. Salikhov V.A. & Markidonov A.V. Promising directions for improving the safety of Kuzbass coal. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2020, (3), pp. 65-69. (In Russ.). DOI: 10.26730/1999-4125-2020-3-65-69.

11. The "Clean Coal – Green Kuzbass" program is approved by the Government of the Russian Federation. *World-level scientific and educational centers*, May 18, 2022. Available at: <https://ноц.рф/news/programma-chistii-ugol-zelenii-kuzbass-utverjdena-pravitelstvom-rf1652907247> (accessed 15.01.2024).

12. Salnikova E.B. & Grineva M.N. Coal industry in Russia in the conditions of orientation to a carbon-neutral economy. *Universum: ekonomika i yurisprudentsiya*, 2022, (1),

13. Semenova T.S. Green economy in Russia and Kuzbass. Innovative results of contemporary scientific research: proceedings of the International scientific and practical conference. January 14, 2022, Belgorod, Agency of advanced scientific research (APNI), 2022, pp. 96-101. (In Russ.).

14. Yanovsky A.B. Results of structural reorganization and technological re-equipment of the coal industry of the Russian Federation and objectives for prospective development. *Ugol'*, 2019, (8), pp. 8-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-8-16.

15. Yanovsky A.B. Coal: the battle for the future. *Ugol'*, 2020, No. 8, pp. 9-14. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-9-14.

For citation

Fomicheva L.M., Pronskaya O.N., Arzamasova E.L., Fomin O.S. & Kurenayaya V.V. Modeling of supply and demand in the labor market in coal single-industry towns of Russia based on the theory of equilibrium. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 39-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-39-46.

Paper info

Received January 9, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Модернизация стрелы экскаватора ЭШ-10/70 в условиях технологического суверенитета

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-47-51>

Кризисные явления в отечественном машиностроении существенно повлияли на темпы своевременного обновления парка горной техники. В результате этого горнодобывающие предприятия столкнулись с проблемой поддержания работоспособности имеющихся горных машин в состоянии, позволяющем достигать намеченных плановых показателей. Для решения этого был предложен методический подход, интегрирующий методы современного оптимального проектирования металлоконструкций экскаваторов и инновационные решения, связанные с модернизацией элементов горных машин, учитывающий влияние внешних факторов, климатических и горно-геологических условий, а также защищенность персонала при ремонтном обслуживании металлоконструкций экскаваторов.

Ключевые слова: модернизация, эксплуатация стрелы, защита от намерзаний, пресс-настил, прочность стрелы, настройка геометрии, технологическая и конструкторская документация.

Для цитирования: Модернизация стрелы экскаватора ЭШ-10/70 в условиях технологического суверенитета / Л.И. Андреева, П.В. Давыдов, И.М. Шангареев и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 47-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-47-51.

ВВЕДЕНИЕ

Важным фактором поддержания надежности и повышения эффективности эксплуатации выемочно-погрузочной техники, особенно в условиях резко континентального климата, является качественный и своевременный ремонт. Особенно сложным является восстановление металлоконструкций экскаваторов, ремонт которых ввиду большой металлоемкости и габаритов, как правило, производится в полевых условиях, в том числе, и при низких температурах.

Длительные сроки эксплуатации экскаваторов (25-30 лет и более), связанные с необходимостью проведения двух- или трехкратных капитальных ремонтов, ставят вопрос об объективной оценке технического состояния и уровня надежности основных узлов машины на любом этапе эксплуатации [1].



АНДРЕЕВА Л.И.

Доктор техн. наук, профессор,
главный научный сотрудник ЧФ
Института горного дела
Уральского отделения РАН,
зав. отделом ремонта ГТО
Научно-исследовательского института
эффективности и безопасности
горных работ,
454048, г. Челябинск, Россия,
e-mail: tehnozem74@list.ru



ДАВЫДОВ П.В.

Директор по инжинирингу и кооперации
АО «ЭКГСервис»,
454000, г. Челябинск, Россия,
e-mail: davidov@ekg-servis.ru



ШАНГАРЕЕВ И.М.

Технический директор АО «ЭКГСервис»,
454000, г. Челябинск, Россия,
e-mail: ildar@ekg-servis.ru



ЛАПИН В.О.

Коммерческий директор
АО «ЭКГСервис»,
454000, г. Челябинск, Россия,
e-mail: lapin@ekg-servis.ru

Экскаваторы марок ЭШ-10/70, ЭШ-13/50 и ЭШ-14/50 (НКМЗ) находятся в эксплуатации с 1970-х годов, прошли несколько модернизаций и капитальных ремонтов. Большинство из них эксплуатируются на угольных и горнорудных предприятиях по настоящее время.

Все этапы ремонта шагающих экскаваторов являются достаточно сложными технологическими процессами, начиная с демонтажа узлов, ремонта и заканчивая сборкой, наладкой и испытанием.

По сравнению с другими марками выемочно-погрузочной техники шагающие экскаваторы, обладающие значительными габаритами и массой, имеют, как объекты ремонтных воздействий, ряд особенностей: большой объем демонтажно-монтажных операций, значительные трудозатраты, необходимость размещения узлов на большой площади [1].

В настоящее время, по известным причинам, заводы-изготовители, в частности НКМЗ, Донецк-Гормаш, не способны поставлять запасные части к данным моделям экскаваторов, которые по-прежнему востребованы и продолжают эксплуатироваться в горнорудной промышленности России. Особенно остро ощущается дефицит качественных запасных частей.

Следовательно, для сохранения парка шагающих экскаваторов, их целевого использования на горнодобывающих предприятиях (ГДП) необходимо последовательно развивать изготовление запасных частей и металлоконструкций на отечественных площадках с гарантией качества и по приемлемой стоимости.

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Непрерывный рост производственной мощности и глубины карьеров, повышение коэффициента вскрыши и доли крепких пород вызывают необходимость повышения эффективности использования экскаваторов, уровня надежности их узлов, агрегатов и металлоконструкций [2, 3].

Особый интерес представил анализ информации об уровне защищенности металлоконструкций шагающих экскаваторов от внешних условий (туман, изморозь, наледи), особенно в периоды воздействия наиболее низких отрицательных температур, когда высок рост отказов узлов и агрегатов [4]. Так, предельные значения отрицательных температур составляют для экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-10 от -30°C до -35°C , ЭШ 10/70, ЭШ 15/90 – -35°C . Такие ограничения связаны главным образом с низким уровнем хладостойкости применяемых сталей, большим сроком эксплуатации данных машин и частыми ремонтными воздействиями. В связи с этим уровень активированного простоя экскаваторов должен устанавливаться техническими службами в соответствии со значениями критических температур.

Основным ограничивающим фактором работы экскаваторов является предельный уровень ударной вязкости базовых узлов и металлоконструкций, определяющий предел их хладноломкости (рис. 1).

Понятия хладноломкости и хладостойкости характеризуют взаимосвязь прочности металлоконструкций экскаватора ЭШ-10/70, в данном случае стрелы, с уровнем низ-

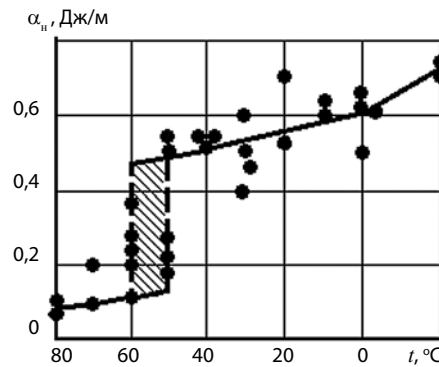


Рис. 1. Зависимость ударной вязкости α_n стали от температуры t испытания

Fig. 1. Dependence of the steel impact strength α_n on the test temperature

ких отрицательных температур. Согласно данным академика А.Ф. Иоффе, изменение свойств металла и переход его из вязкого состояния в хрупкое происходят в узком интервале температур, разброс значений которых составляет $2-7^{\circ}\text{C}$, условно принимаемом за порог хладноломкости стали [4, 5].

В частности, исследованиями установлено, что с увеличением габаритов металлоконструкций резко возрастает вероятность появления в них опасных зон, ослабленных дефектами кристаллической решетки (влияние знакопеременных динамических нагрузок), которые являются потенциальными очагами развития хрупких трещин в местах соединения элементов конструкций и сварочных швов.

Возрастание частоты отказов в зимний период также связано с резким изменением суточных температур при значительных амплитудах их колебаний [6, 7].

В массивных узлах экскаватора (опорная база, ролик-опора, стрела и др.) перепады температур вызывают перераспределение напряжений по сечению узлов, усиливаемое действиями внешних нагрузок. Это приводит к резким концентрациям напряжений, что является дополнительной причиной возникновения хрупких разрушений металлоконструкций экскаватора даже в интервале температур -20°C – -25°C .

Следует также учитывать, что в условиях резко континентального климата частые изменения суточных температур являются дополнительными причинами хрупких разрушений, которые могут проявляться в любом диапазоне отрицательных температур, включая и критические [8, 9, 10].

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Проблема повышения надежности карьерных экскаваторов, в частности экскаватора ЭШ- 10/70, может быть решена следующими шагами:

- применением современных методов оптимального проектирования узлов и металлоконструкций экскаватора на базе системного многокритериального подхода [11, 12];
- разработкой решений, направленных на совершенствование материалов, узлов и деталей, ресурс которых

лимитируется их техническим состоянием. Это осуществляется внедрением прогрессивных упрочняющих технологий, принципиально новых видов защиты конструкций от наледи и, соответственно, безопасности обслуживающего персонала;

– использованием средств оценки напряженно-деформированных состояний металлоконструкций, контроля и диагностики элементов экскаватора на стадиях проектирования, производства, испытаний и эксплуатации [13, 14, 15].

КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ

К представителям технических служб горнодобывающих предприятий всегда предъявлялись высокие требования по обеспечению работоспособности горной техники, которые усилились в текущих условиях ограничения поставок запасных частей и перенастройки логистических цепочек.

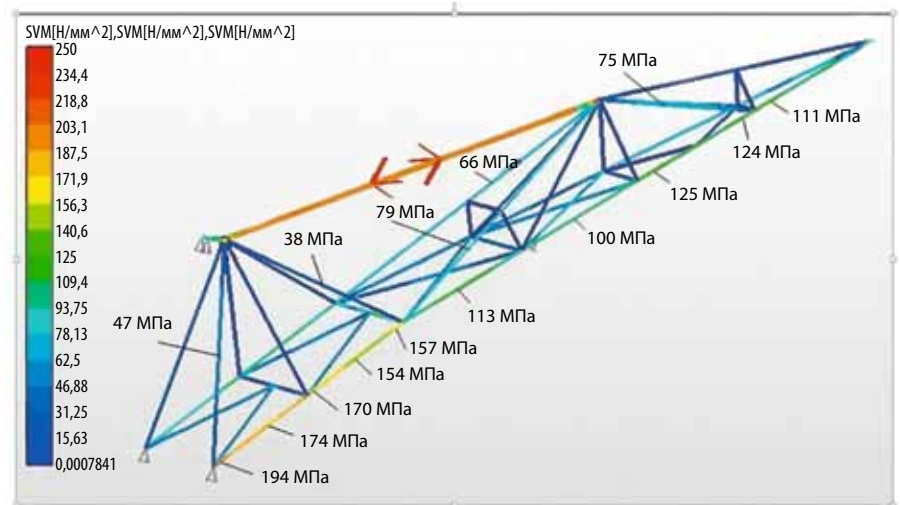
Изучение опыта эксплуатации и модернизации стрел экскаваторов ЭШ-10/70 на многих ГДП позволило специалистам челябинского предприятия АО «ЭКГСервис» зафиксировать основные недочеты, слабые места в конструкциях стрел, неудобства при эксплуатации и ремонтном обслуживании.

Результатом этих исследований стало подписание договора с одним из горнодобывающих предприятий в Красноярском крае об изготовлении и поставке модернизированной стрелы на шагающий экскаватор ЭШ-10/70. Сложность конструкции стрелы и наличие нескольких видов нагрузок требовали применения специальных программ для точного расчета напряжения.

Совместно с учеными кафедры «Горные машины и комплексы» Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург) были проработаны и рассчитаны необходимые изменения в конструкции стрелы с применением новейших технологий 3D-проектирования, позволяющих определить значения напряжений во всех элементах стрелы, подобрать рациональные геометрические параметры и внести элементы модернизации, тем самым улучшить параметры металлоконструкции (рис. 2), а именно:

– разместить лестницы для осмотра по обе стороны стрелы, что позволило сбалансировать металлоконструкцию по нагрузке, определить и применить в конструкции оптимальное значение угла наклона лестниц и площадок для обслуживания (площадка прожекторов, площадки пилонов, площадка головы стрелы) относительно горизонта, что позволит значительно повысить безопасность перемещения персонала при осмотре стрелы и дефектации;

– заменить заводское покрытие ступенек и площадок обслуживания на оцинкованный пресс-настил, что позволит избежать налипания и намерзания снега в осенне-



Условие прочности выполняется. Коэффициент запаса по пределу текучести 1,78.

Условие устойчивости выполняется. Коэффициент запаса по устойчивости > 9.

Рис. 2. Результаты расчета при максимальном вылете грузевого ковша

Fig. 2. Calculation results with the maximum reach of the loaded bucket



Рис. 3. Замена стандартного покрытия площадок обслуживания на пресс-настил

Fig. 3. Replacement of the conventional service area flooring with the press-locked steel grating

зимние периоды и безопасно передвигаться персоналу по лестничным маршам (рис. 3);

– разработать конструкцию переходного конуса с внутренними ребрами жесткости («плавник акулы»), что позволит значительно упрочнить конструкцию и снять внутреннее напряжение узла (рис. 4);

– изменить форму каплевидной серьги, что позволит увеличить ее прочность в два раза;

– заменить ролики на подшипниках на рельсы с возможностью быстрой замены;

– улучшить конструкцию верхнего пояса для упрощения контроля сварных швов. В изготовлении конструкции был применен металлический лист (12 м), что позволит снизить количество сварных швов практически в два раза (рис. 5).

В результате модернизации стрелы ее масса увеличилась всего на 2,8 т (с 52 до 54,8 т, по нормативам допусти-

мо до 60 т). При расчетах была учтена дополнительная внешняя нагрузка на металлоконструкцию (снег, оборудование, персонал, инструмент) до 10% от массы стрелы.

Все реализованные конструктивные решения соответствуют актуальным требованиям ТБ при эксплуатации техники на горнодобывающих предприятиях РФ (Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых от 8 декабря 2020 г. № 505).

К изделию приложен полный комплект ремонтно-технологической и эксплуатационной документации, разработанный Институтом эффективности и безопасности горного производства (НИИОГР, г. Челябинск) на основе действующих ГОСТов и требований Ростехнадзора РФ: «Технологическое руководство на монтаж-демонтаж, сборку-разборку стрелы», паспорт изделия, формуляр, Методика нивелировки стрелы. Расчеты на прочность выполнены кафедрой «Горные машины и комплексы» Уральского государственного горного университета.

ВЫВОДЫ

Разработанные решения по модернизации стрелы экскаватора ЭШ-10/70, при надлежащей его эксплуатации, позволят значительно повысить срок службы данных моделей машин, продлят ресурс основных металлоконструкций и, что немаловажно, обеспечат безопасность обслуживания экскаватора.

Имеющиеся наработки и технологии, использование современных методов проектирования металлоконструкций, узлов и агрегатов экскаваторов в перспекти-

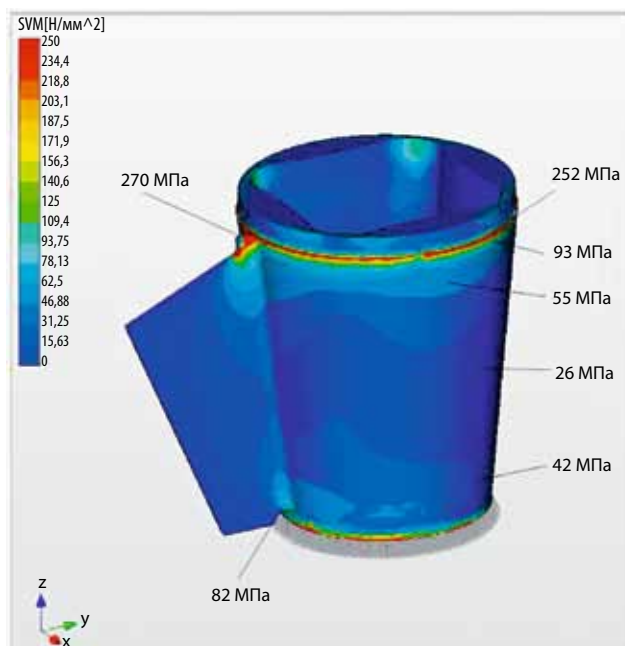


Рис. 4. Результаты расчета напряжения для конуса нижней секции

Fig. 4. Stress calculation results for the bottom section cone

ве позволят наладить изготовление на отечественных площадках и поставку в любой регион необходимых запасных частей в установленные сроки, с гарантией и по приемлемой стоимости.

Рис. 5. Установка собранной стрелы на монтажной площадке изготовителя

Fig. 5. Installation of the assembled boom at the manufacturer's assembly site



Список литературы

1. Анистратов Ю.А., Анистратов К.Ю. Технологические процессы открытых горных работ. М: ООО НТЦ Горное дело, 2008. 448 с.
2. Булес П. эффективность эксплуатации карьерных экскаваторов с электромеханическим и гидравлическим приводом основных механизмов // Горная промышленность. 2014. № 6. С. 36-37.
3. Вэблер Д. Сопоставительный анализ карьерного погрузочно-оборудования // Горный журнал. 1995. № 12. С. 5-8.
4. Махно Д.Е. Эксплуатация и ремонт карьерных экскаваторов в условиях Севера. М: Недра, 1984. 130 с.
5. Доронин С.В. Расчеты на прочность и прогнозирование надежности элементов металлоконструкций карьерных экскаваторов: дисс. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1993. 163 с.
6. Зайцев Л.В. Исследование функциональных взаимосвязей и определение рациональных значений основных параметров одноковшовых экскаваторов: дисс. ... канд. техн. наук. М., 1971.
7. Горные машины. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-24 / Ю.А. Лагунова, А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков и др. М.: Машиностроение, 2011. 496 с.
8. Живейнов Н.Н., Карасев Г.Н., Павлов В.П. проектирование одноковшовых экскаваторов с применением ЭВМ и САПР. Красноярск, КГТУ. 1988. 184 с.
9. Корнилов С.В., Яковлев А.В., Маттис А.Р. Некоторые проблемы выпуска мощных отечественных экскаваторов // Известия вузов. Горный журнал. 2011. № 1. С. 12-16.

10. Комиссаров А.П. Новые подходы в создании карьерных экскаваторов // Механизация строительства. 2000. № 2. С. 6-7.
11. Климов С.А., Хаспеков П.Р., Штейнцайг Р.М. О программе кооперативного производства экскаваторов нового поколения // Горная промышленность. 1999. № 2. С. 15-17.
12. Павлов В.П. Методология автоматизированного проектирования рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов: дисс. ... докт. техн. наук. Омск, 2012. 350 с.
13. Савченко А.Я. Совершенствование методологии оценки качества высокопроизводительного экскавационного оборудования большой единичной мощности на этапе эксплуатации // Горные машины и автоматика. 2001. № 1. С. 4-6.
14. Geu Flores F., Kecskemethy A., Pottker A. Workspace analysis and maximal force calculation of a face-shovel excavator using kinematical transformers / 12th IFToMM World Congress. Besancon. June 18-21. 207. P. 6.
15. Park B. Development of a virtual reality excavator simulator: a mathematical model of excavator digging and a calculation methodology. PhD Diss. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. USA, 2002. 223 p.

Original Paper

UDC 622.7.621.867.2 © L.I. Andreeva, P.V. Davydov, I.M. Shangareev, V.O. Lapin, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 47-51
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-47-51>

Title

MODERNIZATION OF THE ЭШ-10/70 EXCAVATOR BOOM IN TERMS OF TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

Authors

Andreeva L.I.^{1,2}, Davydov P.V.³, Shangareev I.M.³, Lapin V.O.³

¹ Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation

² Scientific Research Institute of Mining Efficiency and Safety, Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

³ «EKG Servis» JSC, Chelyabinsk, 454000, Russian Federation

Authors Information

Andreeva L.I., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the TRP Repair Department, e-mail: tehnorem74@list.ru

Davydov P.V., Director of Engineering and Cooperation, e-mail: davidov@ekg-servis.ru

Shangareev I.M., Technical Director, e-mail: ildar@ekg-servis.ru

Lapin V.O., Commercial Director, e-mail: lapin@ekg-servis.ru

Abstract

The crisis phenomena in the domestic engineering industry significantly affected the pace of timely renewal of the mining equipment fleet, as a result, mining enterprises faced the problem of maintaining the operability of existing mining machines in a condition that allows them to achieve the planned targets. To solve this, a methodological approach was proposed that integrates the methods of modern optimal design of metal structures of excavators and innovative solutions related to the modernization of elements of mining machines, taking into account the influence of external factors, climatic and mining-geological conditions, the protection of personnel during the repair of metal structures of excavators.

Keywords

Modernization, Boom operation, Frost protection, Press flooring, Boom strength, Geometry adjustment, Technological and design documentation.

References

1. Anistratov Yu.A. & Anistratov K.Yu. Technological processes of open-pit mining. Moscow, NTC Mining LLC Publ., 2008, 448 p.
2. Boules P. efficiency of operation of quarry excavators with electromechanical and hydraulic drive of the main mechanisms. *Gornaya promyshlennost*, 2014, (6), pp. 36-37.
3. Vabler D. Comparative analysis of quarry loading equipment. *Gornyj zhurnal*, 1995, (12), pp. 5-8.
4. Makhno D.E. Operation and repair of quarry excavators in the conditions of the North. Moscow, Nedra Publ., 1984, 130 p.
5. Doronin S.V. Strength calculations and reliability prediction of elements of metal structures of quarry excavators: diss. ... candidate of technical sciences. Krasnoyarsk, 1993, 163 p.

6. Zaitsev L.V. Investigation of functional relationships and determination of rational values of the main parameters of single-bucket excavators: diss. ... candidate of technical sciences. Moscow, 1971.

7. Lagunova N.A., Komissarov & Shestakov V.S. et al. Mining machines. Mechanical engineering. Encyclopedia. Vol. IV-24. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2011, 496 p.

8. Zhiveynov N.N., Karasev G.N. & Pavlov V.P. design of single-bucket excavators using computers and CAD. Krasnoyarsk, KSTU Publ., 1988, 184 p.

9. Kornilkov S.V., Yakovlev A.V. & Mattis A.R. Some problems of production of powerful domestic excavators. *Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal*, 2011, (1), pp. 12-16.

10. Komissarov A.P. New approaches in the creation of quarry excavators. *Mekhanizatsiya stroitelstva*, 2000, (2), pp. 6-7.

11. Klimov S.A., Haspekov P.R. & Steinzeig R.M. On the program of cooperative production of new generation excavators. *Gornaya promyshlennost*, 1999, (2), pp. 15-17.

12. Pavlov V.P. Methodology of computer-aided design of working equipment of single-bucket excavators: diss. ... doct. technical sciences. Omsk, 2012, 350 p.

13. Savchenko A.Ya. Improving the methodology for assessing the quality of high-performance excavating equipment of large unit capacity at the operational stage. *Gornye mashiny i avtomatika*, 2001, (1), pp. 4-6.

14. Geu Flores F., Kecskemeti A. & Pottker A. Analysis of the working space and calculation of the maximum force of a single-bucket excavator using kinematic transformers. 12th IFToMM World Congress. Besancon. June 18-21, 207, pp. 6.

15. Park B. Development of a virtual reality excavator simulator: a mathematical model of digging with an excavator and a calculation method. Doctoral dissertation. Virginia Polytechnic Institute and the State University of Virginia. Blacksburg, Virginia. USA, 2002, 223 p.

For citation

Andreeva L.I., Davydov P.V., Shangareev I.M. & Lapin V.O. Modernization of the ЭШ-10/70 excavator boom in terms of technological sovereignty. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 47-51. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2024-2-47-51](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-47-51).

Paper info

Received December 18, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

MINING EQUIPMENT

Моделирование привода постоянного тока рудничного подъемно-транспортного оборудования

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-52-57>

БЕЛЯЕВ А.М.

Аспирант кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Горного института НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия, e-mail: m144339@edu.misis.ru

БЕЛЯЕВА Т.С.

Аспирант кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Горного института НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия, e-mail: ts.shitikova@yandex.ru

ПЕЦЫК А.А.

Ассистент кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Горного института НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия, e-mail: petsyk.aa@misis.ru

ФРОЛОВА А.Ю.

Аспирант кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Горного института НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия, e-mail: afrolova@misis.ru

В условиях развития горнопромышленного комплекса остро стоит вопрос повышения надежности, энергоэффективности и производительности подъемно-транспортного оборудования – конвейерных систем и подъемных установок. Выбор и обоснование оптимального типа электропривода и системы управления являются важным аспектом обеспечения безопасной и бесперебойной работы предприятий горнорудного комплекса. В статье приведено описание математической модели тиристорного двигателя постоянного тока с использованием модуля Simulink среды моделирования Matlab.

Ключевые слова: горное дело, двигатель постоянного тока, моделирование, математическая модель, транспорт горных предприятий, конвейерные системы, рудничные подъемные установки, электропривод.

Для цитирования: Моделирование привода постоянного тока рудничного подъемно-транспортного оборудования / А.М. Беляев, Т.С. Беляева, А.А. Пецык и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 52-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-52-57.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире горная промышленность играет важную роль в обеспечении экономического и социального развития страны. В связи с возросшим спросом на ресурсы и с усложнением ведения горных работ повышение надежности, энергоэффективности, отказоустойчивости и производительности горнотранспортного оборудования становится приоритетной задачей [1, 2, 3, 4, 5].

К высокопроизводительному подъемно-транспортному оборудованию подземных горных предприятий относятся конвейерные системы [6, 7, 8] и подъемные установки [9]. В исследованиях [10, 11] обоснована важность повышения энергоэффективности технологических процессов при проектировании горного предприятия. В условиях развития горнорудной промышленности и увеличения объемов работ модернизация и модификация горнодобывающего, подъемно-транспортного и обогатительного оборудования являются основной задачей научно-технического сообщества [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Выбор правильного типа электропривода и системы управления важен для обеспечения надежной и эффективной работы подъемно-транспортного оборудования горных предприятий [18, 19, 20, 21, 22, 23]. Разработка и подбор эффективной системы управления является важной задачей для повышения эффективности работы подъемно-

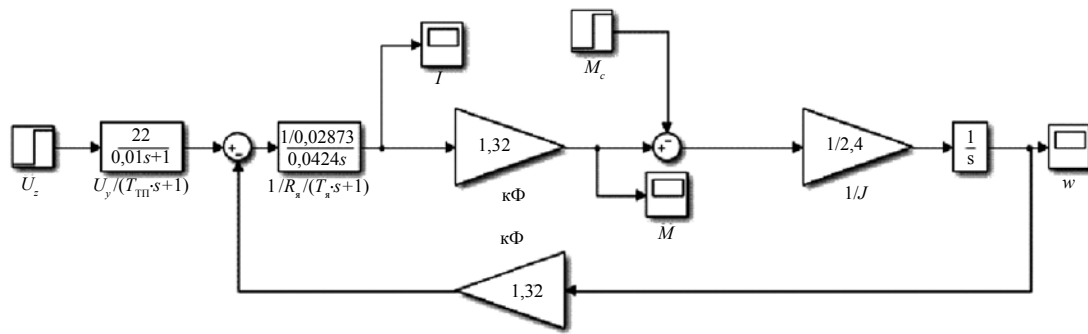


Рис. 1. Структурная схема электропривода с тиристорным преобразователем

Fig. 1. A structural diagram of electric drive with thyristor converter

транспортного оборудования и снижения затрат на его эксплуатацию [24, 25].

Требования, которые предъявляются к электроприводу мощных подъемных транспортных систем, включают в себя следующие особенности [26, 27, 28, 29]:

- повышенный пусковой момент. Из-за наличия больших статических усилий в начальный момент движения требуется электропривод с достаточной мощностью для обеспечения стабильного пуска;

- плавность переходных процессов. Важно обеспечить плавные переходы при пуске и торможении, чтобы избежать резких изменений скорости и повреждения подъемно-транспортного оборудования. При этом необходимо ограничить пороговые значения ускорения и рывка для того, чтобы исключить пробуксовку приводных барабанов относительно тяговых органов, а также важно снизить динамические усилия в переходных процессах, что влияет на нагрузки привода и на ресурс основных узлов подъемно-транспортного оборудования горных предприятий.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ТИРИСТОРНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В SIMULINK

Привод постоянного тока описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} T_{mn} \frac{d}{dt} E_{mn} + E_{mn} = k_{mn} \cdot U_0 \\ E_{mn} = I \cdot R \cdot L \cdot \frac{d}{dt} I + c_e \cdot \omega \\ J \cdot \frac{d}{dt} \omega = c_m \cdot I - M_c \\ M = c_m \cdot I \end{cases}, (1)$$

где T_{mn}, E_{mn} – параметры тиристорного преобразователя, представленного инерционным звеном (нелинейность тиристорного преобразователя не учитывается); k_{mn} – коэффициент усиления; J – момент инерции привода, состоящий из момента инерции двигателя и приведенного к валу двигателя момента инерции механизма; M_c – момент нагрузки на валу двигателя; M – момент двигателя; L – полная индуктивность якорной цепи; R – полное активное сопротивление якорной цепи; ω – механическая

угловая скорость двигателя; c_e, c_m – постоянная конструктивная величина машины (принимается $c_e = c_m$).

На основании системы уравнений (1) составлена структурная схема ТП-Д в модуле Matlab Simulink (рис. 1).

На рис. 2, 3 приведены графики изменения электромагнитного момента двигателя постоянного тока (ДПТ) и угловой скорости при пуске привода, полученные при выполнении моделирования в Matlab.

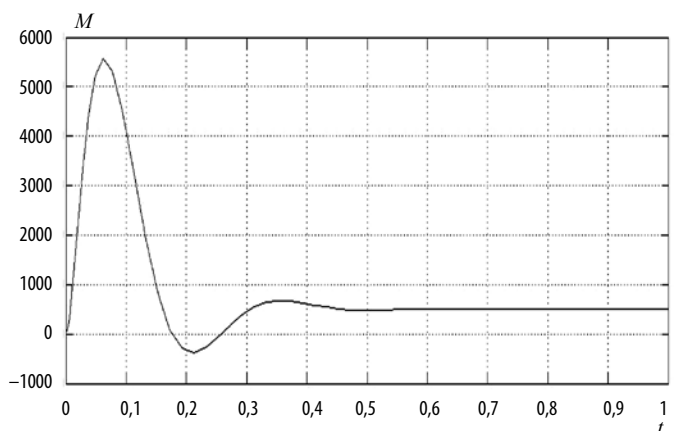


Рис. 2. График изменения электромагнитного момента ДПТ

Fig. 2. A diagram of changes in the electromagnetic torque of direct current motor

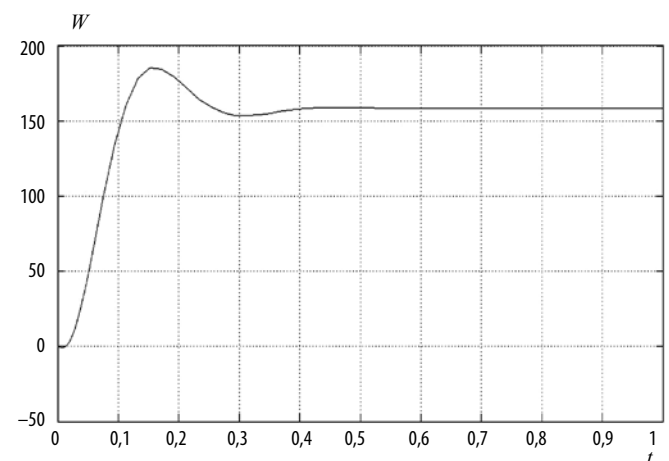


Рис. 3. График изменения угловой скорости ДПТ

Fig. 3. A diagram of changes in the angular velocity of direct current motor

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Структурная схема контура регулирования тока якоря двигателя постоянного тока содержит внутренний контур тока, состоящий из регулятора тока, тиристорного преобразователя, якорной цепи и датчика тока в цепи обратной связи. В соответствии с этим модель этой схемы, составленной в среде Simulink, представлена на рис. 4.

Передаточная функция объекта управления:

$$W_{oy}(p) = W_{ТП}(p) \cdot W_{я}(p) \cdot k_T = \frac{K_{ТП}}{T_{ТП}p + 1} \cdot \frac{1/R_{я}}{T_{я}p + 1} \cdot k_T, \quad (2)$$

где $W_{ТП}$ – передаточная функция тиристорного преобразователя; $W_{я}$ – передаточная функция якорной цепи; k_T – коэффициент датчика обратной связи по току; $K_{ТП}$ – коэффициент усиления; $T_{ТП}$ – постоянная времени тиристорного преобразователя; $R_{я}$ – активное сопротивление обмотки якоря.

Передаточная функция ПИ-регулятора контура тока:

$$W_I(p) = \frac{T_{из}p + 1}{T_{и}} = k_p + \frac{k_i}{p}, \quad (3)$$

где $T_{из}$ – постоянная времени изодрома; $T_{и}$ – постоянная времени интегрирования; $k_p = T_{из}/T_{и}$ – пропорциональный коэффициент регулятора; $k_i = 1/T_{и}$ – интегральный коэффициент регулятора.

Для компенсации наибольшей постоянной времени принимается $T_{из} = T_{я}$.

Структурная схема контура регулирования скорости ДПТ содержит регулятор скорости, передаточную функцию замкнутого контура тока, передаточную функцию механической части и датчик скорости (тахогенератор) в цепи обратной связи. Модель этой схемы в среде Simulink представлена на рис. 5.

Контур регулирования скорости – статическая система, поэтому с помощью встроенной функции Tune настраивается П-регулятор с коэффициентом передачи k_p . Для обеспечения монотонного переходного процесса по моменту и скорости в системе управления ТП-Д в П-регулятор скорости введено ограничение сигнала (рис. 6, 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описан процесс моделирования и расчета системы управления «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока» с определением параметров схемы разомкнутой структурной системы управления ТП-Д. Для моделирования рассчитаны параметры схемы разомкнутой системы управления ТП-Д. При моделировании в среде Matlab Simulink были получены графики изменения момента и скорости двигателя от времени. Переходный процесс по скорости показал, что он имеет колебательный вид. Для обеспечения затухания

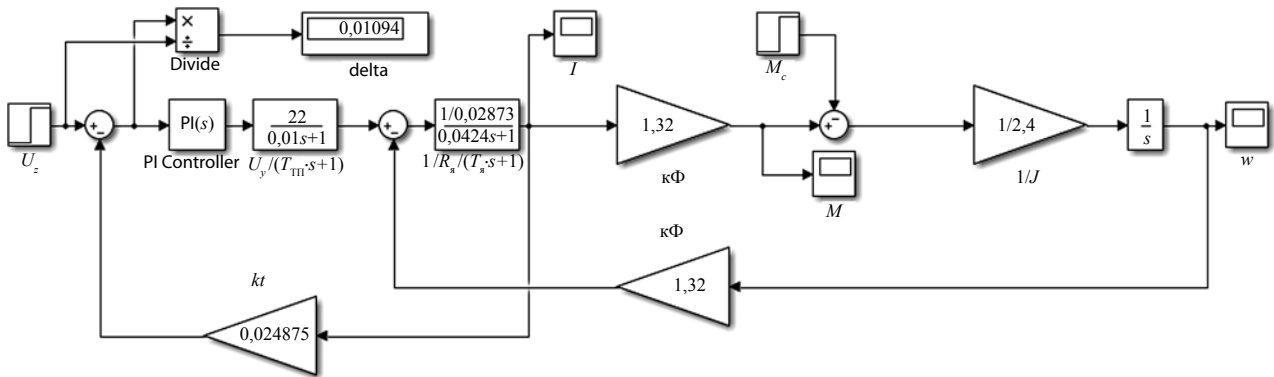


Рис. 4. Модель схемы контура тока якоря в Simulink
Fig. 4. A model of the armature current circuit in Simulink

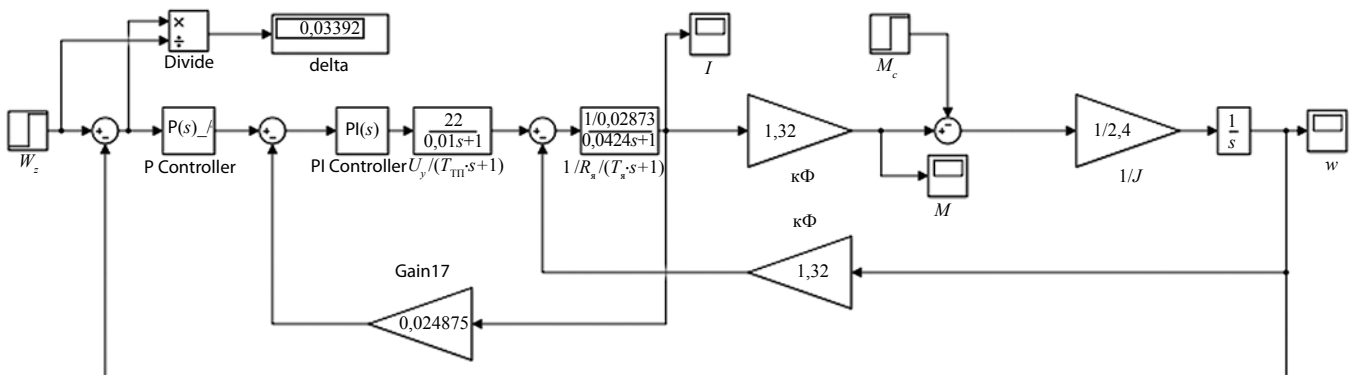


Рис. 5. Схема контура регулирования скорости ДПТ в Simulink
Fig. 5. A schematic diagram of the speed control circuit for direct current motor in Simulink

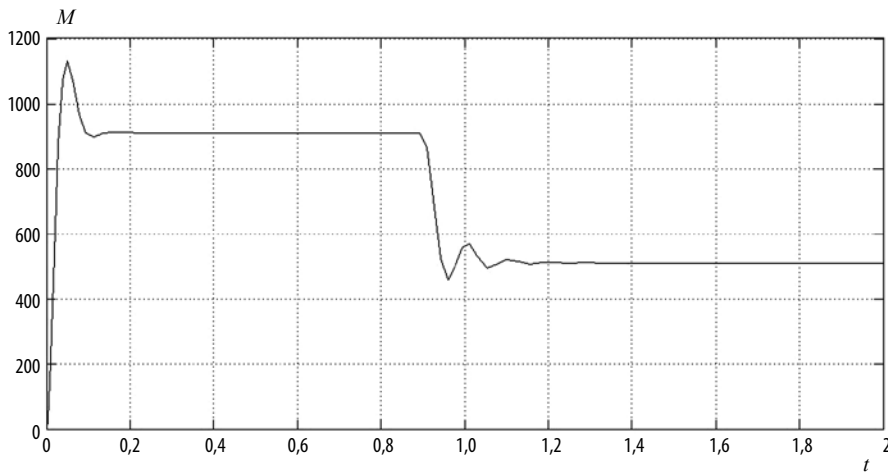


Рис. 6. График переходного процесса по моменту ДПТ
 Fig. 6. A diagram of the transient process related to the direct current motor torque

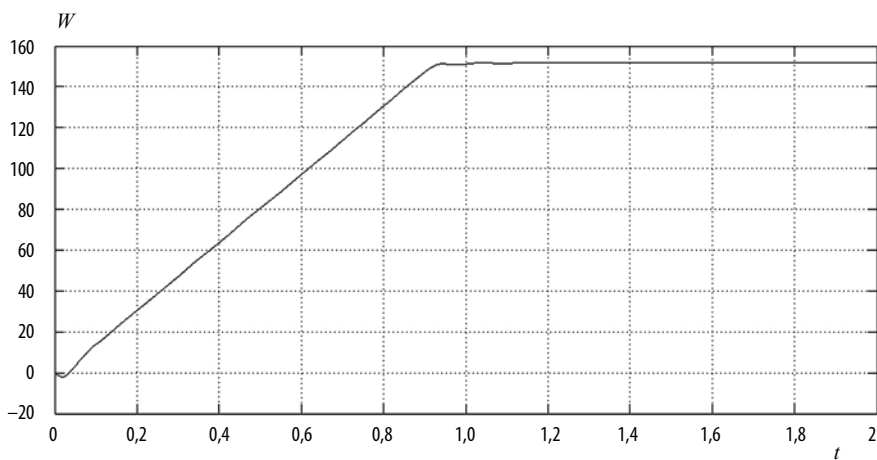


Рис. 7. График переходного процесса по скорости ДПТ
 Fig. 7. A diagram of the transient process related to the direct current motor velocity

колебаний регулируемой величины в переходном процессе была разработана модель регулирования двигателя постоянного тока.

Список литературы

1. Дмитриева В.В., Авхадиев И.Ф., Сизин П.Е. Использование современных программно-технических комплексов для автоматизации конвейерных линий // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2. С. 150-163. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-150-163.
2. Kuskil'din R.B., Vasilyeva M.A. Dynamic loads during safety braking of the container with cargo // Procedia Engineering. 2017. No 206. P. 248-253. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.10.469.
3. Подболотов С.В., Кольга А.Д. Математическое и экспериментальное моделирование режимов работы центробежной турбомашины с коаксиальным расположением рабочих колес // Известия УГГУ. 2018. Вып. 1. С. 80-84. DOI: 10.21440/2307-2091-2018-1-80-84.
4. Ziborova E.Yu., Mnatsakanyan V.U. Justification of geometrical parameters of lining plates for a belt conveyor drive drum // Mining Science and Technology (Russia). 2022;7(2):170-179. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-2-170-179.
5. Соловьев С.В., Кузиев Д.А. Исследование жесткостных параметров привода тягового механизма драглайна ЭШ-10/70 // Уголь. 2017. № 1. С. 37-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-37-38.
6. Галкин В.И., Доблер М.О. Анализ конструктивных особенностей става ленточного конвейера типа Roreson® // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 8. С. 85-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-8-0-85.
7. Gubanov S., Petsyk S., Komissarov A. Simulation of stresses and contact surfaces of disk rolling cutters with the rock when sinking in mixed soils // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 177. Article 03008. P. 1-5. DOI: 10.1051/e3sconf/202017703008.
8. Дмитриева В.В., Собянин А.А., Сизин П.Е. Моделирование различных режимов торможения ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 11. С. 80-95. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-11-0-80.
9. Разработка имитационной модели торможения шахтной подъемной установки в системе Matlab / С. Гылымұлы, Ж.А. Тиғалиева, О.В. Белянкина и др. // Уголь. 2022. № 10. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-10-50-54.
10. Пути повышения энергетической эффективности подземных электрических сетей высокопроизводительных угольных шахт / С.С. Кубрин, А.А. Мосиевский, И.М. Закоршменный и др. // Уголь. 2022. № 2. С. 4-9. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-4-9.
11. Plashchansky L.A., Reshetnyak S.N., Reshetnyak M.Y. Improvement of the electric energy quality in underground electric networks in highly productive coal mines. Gornye nauki i tekhnologii = Mining Science and Technology (Russia). 2022;7(1):66-77. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-1-66-77.
12. Дмитриева В.В., Сизин П.Е. Анализ моделей ленточного конвейера при различном числе аппроксимирующих масс // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 1. С. 34-46. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-1-0-34.

13. The main directions of increasing the operational efficiency of high productive belt conveyors in the mining industry / V.I. Galkin, E.E. Sheshko, V.P. Dyachenko et al. // Eurasian Mining. 2021. № 2. P. 64-68. DOI: 10.17580/em.2021.02.14.
14. A Tailing Dump as Industrial Deposit; Study of the Mineralogical Composition of Tailing Dump of the Southern Urals and the Possibility of Tailings Re-Development / E.N. Shaforostova, O.V. Kosareva-Volod'ko, O.V. Belyankina et al. // Resources. 2023. No 12. 28. DOI: 10.3390/resources12020028.
15. Sevagin S.V., Mnatsakanyan V.U. Ensuring the required manufacturing quality of hydraulic-cylinder rods in mining machines // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020. No 709. 044095. DOI: 10.1088/1757-899X/709/4/044095.
16. Численные исследования влияния изменений напряженно-деформированного состояния углепородного массива на устойчивость дегазационных скважин / Д.И. Блохин, И.М. Загоршменный, С.С. Кубрин и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 11. С. 17-32. DOI: 10.25018/0236-1493-2023-11-0-17.
17. Повышение эффективности пенной сепарации алмазов на основе оптимизации состава собирателя и температурного режима / В.В. Морозов, И.В. Пестряк, Е.Г. Коваленко и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 8. С. 135-147. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-8-0-135.
18. Формализация процесса выбора технологий отработки месторождений полезных ископаемых / П.А. Каунг, В.В. Зотов, М.А. Гаджиев и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 2. С. 124-138. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-2-0-124.
19. Malakhov V.A., Tropako A.V., Dyachenko V.P. Rolling resistance coefficient of belt conveyor rollers as function of operating conditions in mines // Eurasian Mining. 2021. № 2. С. 64-68. DOI: 10.17580/em.2022.01.14.
20. Rakhutin M.G., Simba N., Khoroshavin S.A. Analysis of the dependence of the stressed state of the tracked track of a career excavator from an angle slope // E3S Web Conf. 2020. No 177. 03015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017703015.
21. Разработка модели оценки эффективности системы охлаждения рабочей жидкости гидравлического карьерного экскаватора / К.К. Занг, А.Е. Кривенко, Е.Ю. Пудов и др. // Горный журнал. 2021. № 12. P. 64-69. DOI: 10.17580/gzh.2021.12.12.
22. Keropyan A.M., Kuziev D.A., Krivenko A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines Traction / Proceedings of the 5th international conference on industrial engineering (ICIE 2019). 2020. P. 703-709. DOI: 10.1007/978-3-030-22063-1-75.
23. Performability of electro-hydro-mechanical rotary head of drill rig in open pit mining: a case-study / D.A. Kuziev, V.V. Zotov, E.S. Sazankova et al. // Eurasian Mining. 2022. № 37. P. 76-80. DOI: 10.17580/em.2022.01.16.
24. Sheshko E.E., Galkin V.I. Substantiation of parameters and efficiency of sandwich belt high angle conveyors for deep open pit mines // Eurasian Mining. 2022. No 1. 64-67. DOI: 10.17580/em.2022.01.13.
25. Перекутнев В.Е., Зотов В.В. Моделирование приводных шкивов подъемных установок с резинотросовыми канатами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 6. С. 105-114. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-105-114.
26. Перекутнев В.Е., Зотов В.В. Сравнительная оценка резинотросовых канатов для рудничных вертикальных подъемных установок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 7. С.85-93. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-7-0-85-93.
27. Дмитриева В.В., Собянин А.А., Сизин П.Е. Моделирование плавного пуска для асинхронного двигателя ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6. С. 77-92. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-77.
28. Алгоритм определения максимальной мощности привода подачи карьерного бурового станка / Кузиев Д.А., Пятова И.Ю., Клементьева И.Н. и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 1. С. 128-133. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-128-133.
29. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes / B. Gerike, Y. Drozdenko, E. Kuzin et al. // E3S Web of Conferences. 2018. No 41. 03011. DOI: 10.1051/E3SCONF/20184103011.

Original Paper

UDC 622.24.05 © A.M. Belyaev, T.S. Belyaeva, A.A. Petsyk, A.Yu. Frolova, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 52-57
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-52-57>

Title

MODELING OF A DIRECT CURRENT DRIVE FOR MINE HOISTING AND CONVEYING EQUIPMENT

Authors

Belyaev A.M.¹, Belyaeva T.S.¹, Petsyk A.A.¹, Frolova A.Yu.¹

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

Authors Information

Belyaev A.M., Postgraduate Student, Department of Mining Equipment, Transportation and Mechanical Engineering, Mining Institute, e-mail: m144339@edu.misis.ru

Belyaeva T.S., Postgraduate Student, Department of Mining Equipment, Transportation and Mechanical Engineering, Mining Institute, e-mail: ts.shitikova@yandex.ru

Petsyk A.A., Assistant Lecturer, Department of Mining Equipment, Transportation and Mechanical Engineering, Mining Institute, e-mail: petsyk.aa@misis.ru

Frolova A.Yu., Postgraduate Student, Department of Mining Equipment, Transportation and Mechanical Engineering, Mining Institute, e-mail: afrolova@misis.ru

MINING EQUIPMENT

Abstract

Improvement of reliability, energy efficiency and capacity of the hoisting and conveying equipment, i.e. conveyor systems and hoisting units, becomes a critical issue in conditions of the developing mining complex. Selection and justification of the optimal type of the electric drive and its control system are an important aspect in ensuring safe and uninterrupted operation of mining enterprises. The article describes a mathematical model of a thyristor-controlled direct current motor using the Simulink module of the Matlab simulation environment.

Keywords

Mining engineering, Direct current motor, Simulation, Mathematical model, Mining transport, Conveyor systems, Mine hoisting systems, Electric drive.

References

- Dmitrieva V.V., Avkhadiyev I.F. & Sizin P.E. Use of advance hardware/software in multiple conveyor system automation. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2021;(2):150-163. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-150-163.
- Kuskil'din R.B. & Vasilyeva M.A. Dynamic loads during safety braking of the container with cargo. *Procedia Engineering*, 2017, (206), pp. 248-253. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.10.469.
- Podbolotov S.V. & Kol'ga A.D. Mathematical and experimental modeling of centrifugal turbomachines' operating modes with a coaxial arrangement of impellers. *Izvestiya UGGU*, (1), pp. 80-84. (In Russ.). DOI: 10.21440/2307-2091-2018-1-80-84.
- Ziborova E.Yu. & Mnatsakanyan V.U. Justification of geometrical parameters of lining plates for a belt conveyor drive drum. *Gornye nauki i tekhnologii = Mining Science and Technology* [In Russ.]. 2022;7(2):170-179. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-2-170-179.
- Soloviev S.V., Kuziev D.A. Dragline ESh-10/70 linkage stiffness parameters study. *Ugol'*, 2017, (1), pp. 37-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-37-38.
- Galkin V.I. & Dobler M.O. Structural features of belt conveyor of RopeCon® type. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(8): 85-94. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-8-0-85.
- Gubanov S., Petsyk S. & Komissarov A. Simulation of stresses and contact surfaces of disk rolling cutters with the rock when sinking in mixed soils. *E3S Web of Conferences*, 2020, (177), article 03008, pp. 1-5. DOI: 10.1051/e3sconf/202017703008.
- Dmitrieva V.V., Sobyanyin A.A. & Sizin P.E. Modeling of various modes of belt conveyor braking. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(11):80-95. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-11-0-80.
- Gylymuly S., Tiagalieva Zh.A., Belyankina O.V. & Belyaev A.M. Developing a simulation model for braking a mine hoist in the Matlab software. *Ugol'*, 2022, (10), pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-10-50-54.
- Kubrin S.S., Mosievsky A.A., Zakorshmeny I.M., Reshetnyak S.N. & Maksimenko Yu.M. Ways to improve the energy efficiency of underground electric networks of high-performance coal mines. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 4-9. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-4-9.
- Plashchansky L.A., Reshetnyak S.N., Reshetnyak M.Y. Improvement of the electric energy quality in underground electric networks in highly productive coal mines. *Gornye nauki i tekhnologii = Mining Science and Technology* [In Russ.]. 2022;7(1):66-77. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-1-66-77.
- Dmitrieva V.V. & Sizin P.E. The analysis of belt conveyor models at different number of approximating masses. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(1):34-46. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-1-0-34.
- Galkin V.I., Sheshko E.E., Dyachenko V.P. & Sazankova E.S. The main directions of increasing the operational efficiency of high productive belt conveyors in the mining industry. *Eurasian Mining*, 2021, (2), pp. 64-68. DOI: 10.17580/em.2021.02.14.
- Shaforostova E.N., Kosareva-Volod'ko O.V., Belyankina O.V., Solovykh D.Y., Sazankova E.S., Sizova E.I. & Adigamov D.A. A Tailing Dump as Industrial Deposit; Study of the Mineralogical Composition of Tailing Dump of the Southern Urals and the Possibility of Tailings Re-Development. *Resources*, 2023, (12), 28. DOI: 10.3390/resources12020028.
- Sevagin S.V. & Mnatsakanyan V.U. Ensuring the required manufacturing quality of hydraulic-cylinder rods in mining machines. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 2020, (709), 044095. DOI: 10.1088/1757-899X/709/4/044095.
- Blokhin D.I., Zakorshmeny I.M., Kubrin S.S., Kobylkin A.S., Pozdeev E.E. & Pushilin A.N. Numerical research of effect of stress-strain changes on stability of gas drainage wells in coal-rock mass. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2023;(11):17-32. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2023-11-0-17.
- Morozov V.V., Pestryak I.V., Kovalenko E.G., Lezova S.P. & Polivanskaya V.V. Stimulation of frother separation of diamonds by optimizing collecting agent composition and temperature conditions. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(8):135-147. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-8-0-135.
- Kaung P.A., Zotov V.V., Gadzhiev M.A., Artemov S.I. & Gireev I.A. Formalization of selection procedure of mineral mining technologies. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(2):124-138. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-2-0-124.
- Malakhov V.A., Tropako A.V. & Dyachenko V.P. Rolling resistance coefficient of belt conveyor rollers as function of operating conditions in mines. *Eurasian Mining*, 2021, (2), pp. 64-68. DOI: 10.17580/em.2021.01.14.
- Rakhutin M.G., Simba N. & Khoroshavin S.A. Analysis of the dependence of the stressed state of the tracked track of a career excavator from an angle slope. *E3S Web Conf.*, 2020, (177), 03015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017703015.
- Giang Q.Kh., Krivenko A.E., Pudov E.Y. & Kuzin E.G. Performance evaluation model for power fluid cooling system of hydraulic excavators // *Gornyy Zhurnal*, 2021, (12), pp. 64-69. DOI: 10.17580/gzh.2021.12.12.
- Keropyan A.M., Kuziev D.A. & Krivenko A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines Traction. Proceedings of the 5th international conference on industrial engineering (ICIE 2019), 2020, pp. 703-709. DOI: 10.1007/978-3-030-22063-1-75.
- Kuziev D.A., Zotov V.V., Sazankova E.S. & Muminov R.O. Performability of electro-hydro-mechanical rotary head of drill rig in open pit mining: a case-study. *Eurasian Mining*, 2022, (37), pp. 76-80. DOI: 10.17580/em.2022.01.16.
- Sheshko E.E. & Galkin V.I. Substantiation of parameters and efficiency of sandwich belt high angle conveyors for deep open pit mines. *Eurasian Mining*, 2022, (1), 64-67. DOI: 10.17580/em.2022.01.13.
- Perekutnev V.E., Zotov V.V. Modeling drive wheels of hoisting machines with rubber cables. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2020;(6):105-114. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-105-114.
- Perekutnev V.E., Zotov V.V. Comparative assessment of rubber steel cables for vertical mine hoists. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2020;(7):85-93. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2020-7-0-85-93.
- Dmitrieva V.V., Sobyanyin A.A., Sizin P.E. Modeling soft start of belt conveyor induction motor. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2022;(6):77-92. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-77.
- Kuziev D.A., Pyatova I.Y., Klement'eva I.N., Pikhtorinsky D. Algorithm for the determination of maximum feed drive power of drilling rigs in open pit mining. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2019, (1), pp. 128-133. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-128-133.
- Gerike B., Drozdenko Y., Kuzin E. et al. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes. *E3S Web of Conferences*, 2018, 41, 03011. DOI: 10.1051/E3SCONF/20184103011.

For citation

Belyaev A.M., Belyaeva T.S., Petsyk A.A. & Frolova A.Yu. Modeling of a direct current drive for mine hoisting and conveying equipment. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 52-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-52-57.

Paper info

Received January 9, 2024

Revised January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Разработка предложений по совершенствованию циклично-поточной технологии для месторождения «Бозшаколь»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-58-64>

ЗАМАЛИЕВ Н.М.

Доктор PhD кафедры
«Разработка месторождений
полезных ископаемых»
Карагандинского технического
университета имени Абылкаса Сагинова,
100029, Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: nailzamaliev@mail.ru

ЖАЛБЫРОВ Ж.Д.

Докторант кафедры
«Разработка месторождений
полезных ископаемых»
Карагандинского технического
университета имени Абылкаса Сагинова,
100029, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: zhanibek_zhalbyrov@mail.ru

ВАЛИЕВ Н.Г.

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Горное дело»
Уральского государственного
горного университета,
620144, г. Екатеринбург, Россия,
e-mail: Niyaz.Valiyev@t.ursmu.ru

АХМАТНУРОВ Д.Р.

Доктор PhD кафедры
«Разработка месторождений
полезных ископаемых»
Карагандинского технического
университета имени Абылкаса Сагинова,
100029, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: d.akhmatnurov@gmail.com

ЖАНСЕЙТОВ А.Т.

Магистр наук,
Академия государственного управления
при Президенте Республики Казахстан,
100029, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: a.zhanseitov@apa.kz

Целью работы являлась оценка влияния угла установки подъемника (УУП) конвейера на объемы горных и подготовительных работ в карьерах при циклично-поточной технологии (ЦПТ) добычи руды. Использование численного моделирования в сочетании с методами мониторинга было основным методом исследования. Также на основании сейсмологических и геологических данных были проведены расчеты точек деформации. Проведена экометрика рациональности использования наклонного конвейера с указанием доли затрат, энергетической выгоды, а также перспективности дальнейшего применения ЦПТ. Рассмотрены особенности влияния угла установки подъемника конвейера на объемы горных и подготовительных работ в карьерах при циклично-поточной технологии добычи руды, обоснованы рентабельность применения данной технологии, экологичность и экономичность использования конвейеров при ЦПТ, а также влияние УУП на объемы добычи и работоспособность конвейеров. Результаты исследований могут быть использованы как горнодобывающими организациями, так и в рамках более глубоких исследований в области добычи руды.

Ключевые слова: карьер, циклично-поточная технология.

Для цитирования: Разработка предложений по совершенствованию циклично-поточной технологии для месторождения «Бозшаколь» / Н.М. Замалиев, Ж.Д. Жалбыров, Н.Г. Валиев и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 58-64. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-58-64.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностями открытых горных работ являются рост глубины карьеров с низким содержанием руды и высокой производительностью и, следовательно, расстояния транспортирования. Эти обстоятельства определяют направления развития технологического транспорта.

Одним из путей повышения экономичности работы глубоких карьеров с низким содержанием руды и высокой производительностью является применение циклично-поточной технологии (ЦПТ). Переход в условиях глубоких карьеров со скальными породами от циклической к ЦПТ горных работ обоснован работами Н.В. Мельникова, М.Г. Новожилова, Б.Н. Тартаковского, М.В. Васильева и др.

В настоящее время на ЦПТ перешли крупные горнорудные карьеры в США, Чили, Папуа-Новой Гвинее, Канаде, ЮАР, России, Казахстане, Узбекистане. Вместе с тем не на всех карьерах удалось добиться полного освоения введенных мощностей. Так, по карьерам Казахстана ожидалось увеличение производительности в 1,5-2 раза, фактически прирост составил 10-17%, а себестоимость добычи руды возросла

со 150 до 160 дол. США/т. В настоящее время можно услышать диаметрально противоположные оценки применения ЦПТ. Например, Актогайский ГОК положительно оценивает ЦПТ и строит новые мощности, а Бозшакольский ГОК демонтировал конвейерную линию. Столь противоположные оценки и подходы, скорее всего, стали следствием непредвиденных и неучтенных на стадии проектирования и строительства технологических, технических и организационных особенностей ЦПТ.

Одна из важнейших причин – недостаточно учитывается вероятностный характер функционирования комплексов ЦПТ. Поэтому при дальнейшем совершенствовании ЦПТ необходимо увеличить ее адаптационную способность к изменяющимся условиям разработки. Наиболее перспективным для глубоких карьеров является применение в схемах ЦПТ передвижных и самоходных дробильных установок, крутонаклонных конвейеров.

Опыт, накопленный в этой области на открытых горных работах, дает основания для широкого применения точного вида транспорта.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В ближайшей перспективе более распространенным направлением развития мировой горной промышленности считается открытый способ разработки месторождений. В России открытым способом добывается 91% железных руд, более 70% руд цветных металлов, более 60% угля [1]. Стоимость транспортирования горной массы занимает большую часть общей стоимости добычи [2, 3].

Применение циклично-поточной технологии в рациональных условиях позволяет заметно сократить затраты на транспортирование горной массы в сравнении с наиболее широко используемым автомобильным транспортом [4, 5, 6], однако технология имеет особенности и ограничения, в частности большой объем капитальных затрат. Поэтому, несмотря на значительные преимущества, технология пока ограниченно применяется на горнодобывающих предприятиях. Тем не менее в последние годы вновь возросло количество реализуемых проектов на отечественных карьерах.

Одним из современных примеров применения ЦПТ с традиционным ленточным конвейером на карьерах Республики Казахстан служит месторождение Бозшаколь. Горная масса из забоев транспортируется автосамосвалами на дробильно-перегрузочный пункт (ДПП), расположенный на борту карьера. Дробление осуществляется в гидрационной дробилке, затем руда через бункер подается питателями на передаточный и далее на магистральный ленточный конвейер, доставляющий дробленую руду на склад. Длина ленточного конвейера, расположенного в крытой галерее, составляет 1500 м.

Восточный карьер расположен в северо-восточной части штокерковой зоны месторождения, на восточном склоне, где залегают андезиты и андезитовые

туфы. Карьер имеет своеобразный геоморфологический рисунок – остаточная бугристая полосчатая равнина с общей тенденцией к пологой местности. Стратиграфия моноклиальная в направлении северо-восток-восток и наклоне на юго-восток, с залеганием по падению от 4° до 15°, а общая поверхность шахты представляет собой простую моноклиальную структуру, которая полого залегает с небольшим изменением ориентации или наклона. Боковые откосы разреза «Восточный Бозшаколь» сложены в основном мягкими породами и подвержены значительному влиянию факторов окружающей среды, таких как выветривание и дезинтеграция. По данным выполненного бурения, длина простирания в настоящий момент составляет приблизительно 550–600 м. Данная штокерковая зона остается открытой в восточно-северо-восточном направлении (рис. 1).

Проект разработки месторождения «Бозшаколь» является крупномасштабным и нацелен на долгосрочное производство и поставку медного концентрата как на внутренний, так и на международный рынки. Срок разработки месторождения открытым способом составляет 43 года с общим количеством добываемой руды 1,1 млрд т и вскрыши 741 млн т.

Поэтому, основываясь на технологии разработки откосов, разработанной на основе теории уклонов, зависящих от времени, в этом исследовании выдвигается схема экономики энергозатрат и сокращения потерь, которая объединяет концепцию экологичной добычи ресурсов.

Методика определения уровня влияния угла установки подъемника конвейера на объемы горных работ включает: учет качества руды, скорость продвижения фронта выемки, скорость заглупления карьера при проведении горных работ, общую протяженность фронта выемки, а также углы откосов рабочего и нерабочего карьера.

Использование численного моделирования в сочетании с методами мониторинга было основным методом исследования влияния угла установки подъемника конвейера на объемы горных и подготовительных работ в карьерах месторождения «Бозшаколь». Уклон сопровождается карьером от начала до конца, далее увеличивается глубина карьера, после чего увеличивается и высота его откоса, а также возрастает риск возникновения оползней и

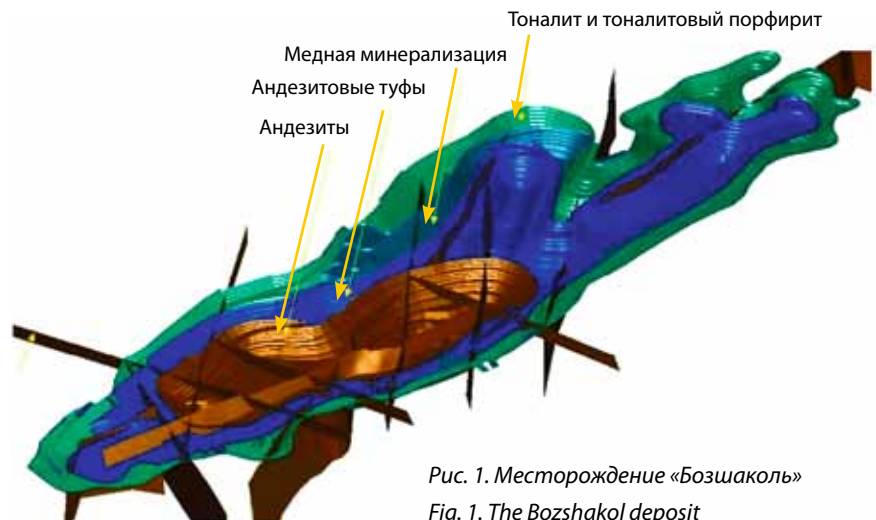


Рис. 1. Месторождение «Бозшаколь»

Fig. 1. The Boshshakol deposit

других неустойчивостей. При этом угроза увеличивается с каждым годом.

Следовательно, на данном этапе горных работ необходимо развивать систему мониторинга работ, которые будут основываться на эконометрических показателях рентабельности выбора того или другого оборудования.

Так, минимальные полевые работы сопровождаются вывозкой значительных объемов добытой породы. Здесь затраты на транспортировку составляют 70% и выше от общих затрат при добыче открытым способом. Ввод в эксплуатацию энергоэффективных, высокопроизводительных комплексов (таких как наклонные конвейеры) сдерживается на горнодобывающих предприятиях рисками некупаемости из-за ограниченного срока службы, так как многие карьеры, которые могут быть перспективны для их внедрения, находятся на стадии закрытия или близки к ней. Этот этап характеризуется большим уменьшением объемов выемки горной породы [1, 2].

К сожалению, работа мощных наклонных конвейеров, рассчитанных на транспортировку десятков миллионов тонн добываемой породы, малоэффективна из-за больших затрат электроэнергии при малых объемах перемещаемой добываемой породы. Более половины затрат при эксплуатации конвейера составляет стоимость потребляемой электроэнергии. Соответственно, необходимо снижение энергопотребления наклонного конвейера, что возможно в следующих случаях:

- вариант 1 – снижение скорости ленты конвейера на электроприводе с регулированием скорости ленты. Снижение скорости ленты приводит к уменьшению пробега и увеличению срока службы конвейерной ленты. Привод конвейера обеспечивает постоянную или переменную скорость тягового элемента. Его изменение может быть плавным или ступенчатым. Плавное изменение скорости для оптимального использования конвейера в грузовом режиме может быть реализовано с помощью вариатора, устанавливаемого в привод, или специальных муфт, соединяющих электродвигатель привода с редуктором, а также с помощью гидропривода, частотных преобразователей или электродвигателей постоянного тока. Ступенчатое изменение скорости осуществляется с помощью редуктора;
- вариант 2 – сокращение времени работы конвейера за счет сооружения насыпного отвала возле конвейера, производительность которого равна производительности приемки в смену в период переделок;
- вариант 3 – замена электродвигателей конвейеров на электродвигатели повышенного класса энергоэффективности (ИЭ2 или ИЭ3), мощность которых соответствует производственной мощности карьера в период доремонтных работ.

Основная рабочая процедура открытых горных работ заключается в непрерывном продвижении рабочего откоса с определенной скоростью. В последние годы, с постоянной реализацией концепции зеленого развития, процесс добычи открытым способом должен быть направлен на минимизацию экологического ущерба окружающей среде и максимальное сохранение и использование земель-

ных ресурсов, что значительно сокращает продолжительность и масштабы нарушения экосистемы. Кроме того, на территории разрабатываемого месторождения отсутствуют эффективные методы определения величин деформаций. Это обуславливает необходимость совершенствования методики геодезических наблюдений за деформациями, так как геодезические наблюдения позволяют выявить деформации массива, что необходимо для оценки геомеханической обстановки в районе разработки месторождения. Параметрами для изучения геологии и тектоники района являются численные данные разведки месторождения.

В рамках выдвинутой темы можно рассмотреть гипотезу использования угла установки подъемника конвейера не более 20° как оптимального варианта реализации горных и подготовительных работ в карьерах при циклично-поточной технологии добычи руды. При моделировании устойчивости откосов методом предельного равновесия можно указать следующие параметры откосов карьера:

- угол откоса уступа – 55-60°;
- высота уступа: 10-20 м;
- ширина предохранительной бермы – 5-8,5 м;
- угол откоса борта м/у смежными транспортными бермами – 40-46°.

Эти данные легли в основу расчета деформации карьера до использования ЦПТ и после.

Итак, традиционная технология отработки угольных месторождений открытым способом, как правило, использует постоянный угол наклона, при этом подошва склона перемещается от точки *E* к точке *D* (синяя пунктирная линия на рис. 2), однако это приводит к значительной потере площади земли *AA'*.

На рис. 2 показано, что поддержание фиксированной точки поверхности и продвижение подножия склона от точки *E* к точке *D*, при предварительном условии, что склон стабилен в течение периода обслуживания, может реализовать низкую стоимость добычи ресурсов в районе и требует только вскрышных работ горных массивов. Коэффициент вскрыши на этом этапе намного меньше по сравнению со средним коэффициентом вскрыши на руднике, что имеет значительные экономические и экологические преимущества и значительно снижает ущерб земель-

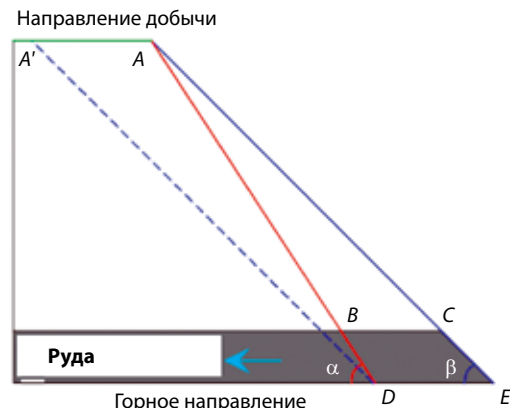


Рис. 2. Добыча полезных ископаемых с экологическим отступлением

Fig. 2. Mining of minerals with environmental divergence

ным ресурсам. Поэтому ключевой технологией считается ЦПТ при условии небольшого угла откоса (от 20 до 30°).

Безусловно, циклическая технология предполагает, что сам угол будет не более 20°. С другой стороны, на выбор технологии будут влиять и порода, и те ископаемые материалы, которые разрабатываются в данном карьере. Концентрируя внимание на применении ЦПТ и угла не более 20°, можно утверждать, что все работы должны проводиться с наземным контролем, который необходим для соблюдения безопасности как людей, так и грузов [7, 8].

Так, при расчете минимального запаса прочности методом дисконтирования прочности установлено, что модуль упругости E и коэффициент Пуассона наклона являются постоянными, а сцепление и угол внутреннего трения дисконтируются до тех пор, пока расчет не рассеивается, а F_s в момент времени рассеивания принимается за минимальный запас прочности. Для склонов, поврежденных сдвигом, коэффициент запаса прочности по повреждению выглядит следующим образом:

$$C' = \frac{C}{F_s},$$

$$\varphi' = \arctan \left(\frac{\tan \varphi}{F_s} \right),$$

где C , C' представляют собой сцепление грунта до и после дисконтирования; φ , φ' — угол внутреннего трения грунта до и после дисконтирования; F_s — коэффициент дисконтирования.

Критерий текучести выбирается из теории прочности Мора – Кулона и имеет вид:

$$\tau = C_{ij} N \sigma \tan \varphi,$$

где σ и φ – положительное и касательное напряжения на плоскости скольжения соответственно. Условие прочности Мора – Кулона показывает, что при проскальзывании (сдвиге) точки материала в некоторой плоскости касательное напряжение φ , действующее на плоскость, должно, кроме того, преодолеть силу трения, образующуюся за счет положительного напряжения σ , действующего на поверхности к силе сцепления C , присущей материалу.

На основании результатов разведки участка и отчета о геологоразведке изучаемой территории для построения

модели геологического обобщения выбирается наиболее репрезентативный геологический профиль с высокой степенью риска и выбираются соответствующие контрольные точки. Используя программное обеспечение Midas/GTS, создается численная модель 1:1 2D с фактическим уклоном карьера, и модель строится на сетке.

Используя опцию извлечения результатов в программном обеспечении Midas, точки в численной имитационной модели извлекаются, чтобы соответствовать точкам мониторинга, выбранным на месте, и значения, полученные в результате фактического мониторинга, можно было сопоставить со значениями, полученными в численном моделировании (рис. 3).

Были обнаружены различия между смоделированными данными и фактическими данными мониторинга в отношении расчетных значений. Значения, полученные при численном моделировании, как правило, выше по сравнению со значениями мониторинга.

В численном моделировании анализа устойчивости откосов используется метод снижения прочности, который постоянно уменьшает угол внутреннего трения и сцепления, так что полученные значения несколько отличаются от фактической осадки, а процесс численного моделирования слишком идеализирован без учета влияния других факторов, таких как стыки и разломы.

Кроме того, поскольку карьеры чаще всего расположены в неблагоприятных областях, целесообразно использовать карьерные транспортные пути и наклонные конвейеры, которые могут минимизировать затраты на транспортировку руд, но это считается нерентабельным из-за больших затрат энергии и малых объемов поставок породы (рис. 4).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности сокращения времени работы наклонного конвейера при наличии площадки для размещения застрявшего отвала на карьере. При отсутствии такой площадки электродвигатели могут быть заменены на двигатели более высокого класса энергоэффективности, рассчитанные на конкретную производительность шахты [7].

Следовательно, целесообразность сокращения времени работы наклонного конвейера определяется экономической выгодой, с другой стороны, также считается возможной и замена электродвигателей на устройства с более высоким классом энергоэффективности, так как эти

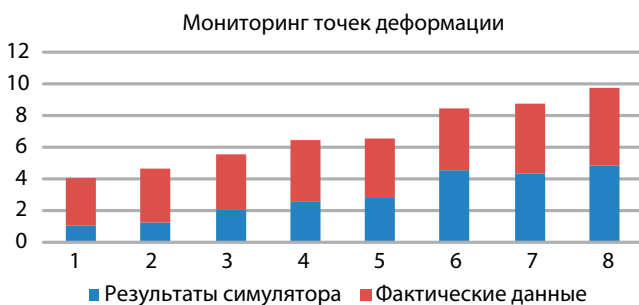


Рис. 3. Сравнение результатов измерения перемещений с результатами численного расчета

Fig. 3. Comparison of displacement measurement results with numerical calculation results



Рис. 4. Доли затрат при эксплуатации наклонного конвейера

Fig. 4. Share of expenses in incline conveyor operation

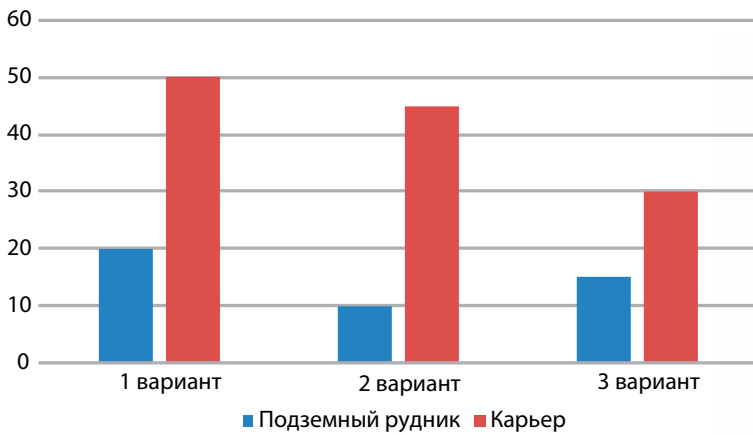


Рис. 5. Энергозатраты наклонного конвейера
Fig. 5. Energy consumption of the incline conveyor

два варианта позволяют организации экономично подходить к вопросу выработки руды (рис.5).

Для горизонтально расположенных конвейерных лент также необходимо предотвратить вращение сферических зерен, которое может произойти из-за действия сил вдоль поверхности контакта зерен с конвейерной лентой и сил инерции. Для увеличения допустимого угла ленточного конвейерного транспорта необходимо:

- увеличить коэффициент трения по рабочей поверхности конвейерной ленты;
- конструктивно изменить поверхность конвейерной ленты, следя за тем, чтобы была возможность предотвратить перемещение зерен транспортируемого материала по ленте (против направления транспорта для подъема и в направлении транспорта для спуска);
- увеличить давление транспортируемого материала на конвейерную ленту.

Следовательно, важно отследить процесс влияния угла наклона на производительность конвейера (рис. 6).

Угол наклона конвейера определяет не только возможность эксплуатации оборудования, но также и его работоспособность (см. рис. 5). Однако, если доработать конструкцию конвейера, представляется возможным оптимизировать процессы разработки карьера. Особенностью новой конструкции является выполнение прижимных элементов в виде гофр, закрепленных на наружной (рабочей) поверхности ленты силовой цепи. Гофры изготовлены из эластичного материала, обладают хорошей демпфирующей способностью и восстанавливают свою форму после исчезновения контакта с транспортируемым материалом.

В то же время угол наклона определяет и затраты, которые приходится вкладывать в добычу и разработку руды, как уже отмечалось выше. В зависимости от наклона определяется тип используемого конвейера, а следовательно и остальное оборудование также будет подбираться под угол наклона (рис. 7).

Следовательно, УУП конвейера оказывает непосредственное влияние на объемы горных и подготовительных работ. Проведенные исследова-

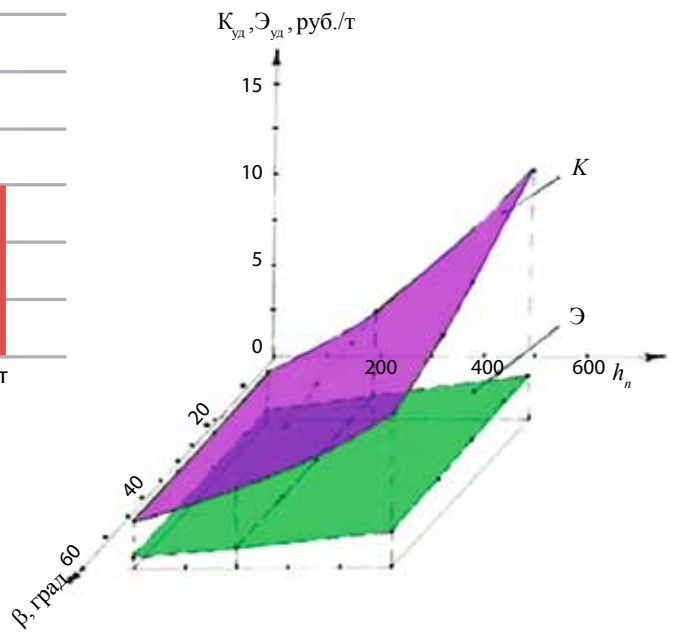


Рис. 6. Изменение удельных капитальных и эксплуатационных затрат на дробильно-конвейерные комплексы в зависимости от высоты подъема горной массы и угла наклона конвейерного элеватора: угол наклона конвейера (β), высота подъема материала (h_n), удельные капитальные ($K_{уд}$) и операционные ($\mathcal{E}_{уд}$) затраты.

Fig. 6. Variation in specific capital and operating costs of crushing and conveying systems depending on the height of rock mass hoisting and the inclination angle of the elevator conveyor: the conveyor inclination angle (β), the material hoisting height (h_n), the specific capital ($K_{уд}$) and operating ($\mathcal{E}_{уд}$) costs

дования позволили установить, что слои высотой 10 м с последующим окончательным и временным контуром карьера с наклоном 30° позволяют повысить безопасность за счет пологого откоса карьера до 45° , при этом при высоте скамейки 15 м угол наклона ската составит 47° . Установленная зависимость рудопродуктивности карьера в процентах от угла наклона свидетельствует о том, что с увеличением угла рудопродуктивность карьера снижается. Определение влияния высоты угла наклона на общий объем потерь руды в расчетном контуре карьера позволяет утверждать,

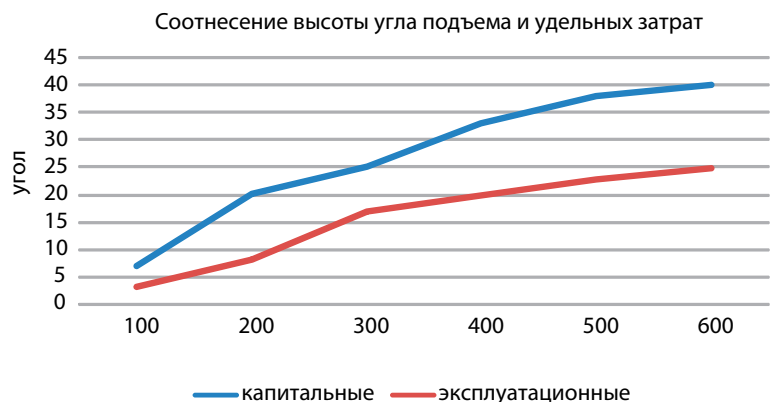


Рис. 7. Затраты на добычу в зависимости от угла наклона установки подъемника конвейера

Fig. 7. Mining costs depending on the inclination angle of the elevator conveyor

что при постоянных углах наклона уступа и падения рудной залежи значения эксплуатационных потерь и засорения изменяются прямо пропорционально высоте.

Поэтому, можно предположить, что в рамках современных технологических достижений необходимо не только рассчитывать все вышеперечисленные факторы, но также и правильно подобрать оборудование. В данном контексте считается возможным рассмотреть апробированную версию трубчатого конвейера, который в равной степени подходит для горных разработок с любым углом подъемника [9, 10].

В то же время важно отметить, что последние исследования показывают, что существующие методы управления в основном ориентированы на достижение отраслевого успеха и не координируются с другими операциями, связанными с участком разработки. Например, до сих пор не существует подходящей стратегии для интеграции управления отходами.

Это позволяет выдвинуть предложение по разработке проекта программы комплексного управления утилизацией отходов бурения и изучения месторождений на предмет окончательной выработки перед тем, как произойдет переход к новым залежам.

Также внедрение устойчивых ЦПТ может сыграть ключевую роль в стремлении свести выбросы к нулю с помощью современных технологий, таких как повторная закачка, переработка и замкнутое бурение, системы обработки и удаления отходов. Следовательно, данная технология должна популяризироваться среди горнодобывающих предприятий и, возможно, на государственном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ПТ на месторождениях со скальными породами и рудами обеспечивает: повышение интенсивности отработки месторождений за счет концентрации горных работ; сокращение расстояния транспортирования горной массы по борту карьера вследствие повышения угла подъема; увеличение производительности труда, снижение металлоемкости, энергопотребления оборудования и себестоимости добычи руды благодаря применению горнотранспортного оборудования непрерывного действия; возможность полной механизации и автоматизации основных технологических процессов; улучшение санитарно-гигиенических условий труда и снижение вредного воздействия на окружающую среду за счет сокращения работающих автосамосвалов и, соответственно, объемов выбросов вредных веществ по сравнению с ЦТ и ЦПТ на 50-200 т в год.

Рассматривая вопрос влияния УУП конвейера на объемы горных и подготовительных работ в карьерах при циклично-поточной технологии добычи руды, можно отметить следующее:

- одной из передовых методик комплексного мониторинга состояния горного массива, обеспечивающего промышленную и экологическую безопасность, является ведение комплексной системы геодинамического мониторинга;
- в рамках разработанного плана необходимо учитывать такие факторы, как особенности ландшафта, энергозатраты, затраты на оплату труда, модернизацию оборудования, а также особенности климатических условий;

- можно выдвинуть ряд предложений по использованию оборудования, в частности: использование экскаватора Cryderman при горных разработках на сложных участках, для оптимизации планирования применение программного обеспечения Midas/GTS, а для оптимизации затрат на транспортировку руд – использование трубчатого конвейера Skyline Mine.

Проведенное исследование показало следующее:

- предложенные технические схемы экономии и снижения потерь при различных открытых горных работах являются актуальными, что выявлено путем сопоставления экономических выгод и затрат на инженерно-транспортные работы и других факторов;

- с помощью численного моделирования были проанализированы изменения устойчивости откосов, деформаций и прироста сдвиговых деформаций в процессе земельных работ и снижения потерь. В процессе разработки пластов устойчивость откосов быстро снижается, а потенциальная плоскость скольжения переходит во вращательно-планирующий режим разрушения. Общий уклон становится более крутым после разработки пласта, и передняя часть склона должна быть своевременно разгружена изнутри, чтобы сжать склон;

- своевременное внедрение ЦПТ может улучшить качество и повысить скорость разработок. Однако необходимо контролировать угол наклона и конвейера и его энергозатраты в ходе работ, что предполагает индивидуальный подход в рамках горнодобывающих организаций.

Безусловно, все вышеперечисленные рекомендации необходимо применять только после тщательного анализа возможностей самой организации и ее целевого назначения.

Список литературы

1. Торстен Кратц, Пер Николай Мартенс. Оптимизация горных и подъемных работ при обычной проходке ствола. URL: <https://mining-report.de/english/optimizing-of-mucking-and-hoisting-operation-in-conventional-shaft-sinking/> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Базалюк О., Рысбеков К., Нурпеисова М. Комплексный мониторинг состояния массива горных пород при крупномасштабной разработке недр. URL: https://www.researchgate.net/publication/360189569_Integrated_Monitoring_for_the_Rock_Mass_State_During_Large-Scale_Subsoil_Development (дата обращения: 15.01.2024).
3. Формулировка методов снижения оползневых явлений и обрушения откосов карьеров при открытых горных работах / А. Бегалинов, В. Хомяков, Е. Сердалиев и др. URL: https://www.researchgate.net/publication/341201652_Formulation_of_methods_reducing_landslide_phenomena_and_the_collapse_of_career_slopes_during_open-pit_mining (дата обращения: 15.01.2024).
4. Дотсон К.Б., Хетмон Т.А. Методы открытой разработки. URL: <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/599-surface-mining-methods> (дата обращения: 15.01.2024).
5. Иванова М.С., Коновал С.В., Абедь С.Ф. Совершенствование расчета устойчивости зданий, расположенных вблизи откосов, для структурно-неустойчивых грунтов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-the-calculation-of-the-stable-of-building-located-near-the-slopes-for-structural-unstable-soils> (дата обращения: 15.01.2024).

6. Мелихов М. В. Концепция возведения временных противоканал-непадных сооружений на карьерах // Проблемы недропользования. 2018. № 2. С.130-140.
7. Томилина Н.Г., Бурмистров К.А., Гавришев С.Е. Увеличение объема работ конвейерного транспорта на горнодобывающих предприятиях URL: https://www.researchgate.net/publication/305790181_Increasing_the_Work_Scope_of_Conveyor_Transport_at_Mining_Companies (дата обращения: 15.01.2024).
8. Kamarov R.K., Zamaliyev N.M., Akhmaturov D.R., Musin R.A. Setting the volume and location of the gas collectors of abandoned coal mines // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. № 2. P. 5–11. DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/2.
9. Регулирование устойчивости откосов карьеров в России. URL: <https://www.srk.com/en/publications/regulation-of-open-pit-slope-stability-in-russia> (дата обращения: 15.01.2024).
10. Сухопутный трубчатый конвейер с 22 горизонтальными и 45 вертикальными изгибами, соединяющими угольную шахту с рельсовой загрузкой URL: <https://www.pipeconveyor.com/Case%20Studies/Skyline%20Mine/overland.htm> (дата обращения: 15.01.2024).

SURFACE MINING

Original Paper

UDC 622.831.3: 622.271 © N.M. Zamaliyev, Zh.D. Zhalbyrov, N.G. Valiev, D.R. Akhmaturov, A.T. Zhanseitov, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 58-64
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-58-64>

Title

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO IMPROVE THE INPIT CRUSHING AND CONVEYING SYSTEM (IPCC) FOR THE BOZSHAKOL DEPOSIT

Authors

Zamaliyev N.M.¹, Zhalbyrov Zh.D.¹, Valiev N.G.², Akhmaturov D.R.¹, Zhanseitov A.T.³

¹ Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100029, Republic of Kazakhstan

² Urals State Mining University, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

³ Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, Karaganda, 100029, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Zamaliyev N.M., Doctor PhD, Department of Development of Mineral Deposits, e-mail: nailzamaliyev@mail.ru

Zhalbyrov Zh.D., Doctoral Student, Department of Development of Mineral Deposits, e-mail: zhanibek_zhalbyrov@mail.ru

Valiev N.G., Doctor Engineering Sciences, Professor, Head of the Mining Department, e-mail: Niyaz.Valiyev@m.ursmu.ru

Akhmaturov D.R., Doctor PhD, Department of Development of Mineral Deposits, e-mail: d.akhmaturov@gmail.com

Zhanseitov A.T., Magister, e-mail: a.zhanseitov@apa.kz

Abstract

The purpose of the paper is to assess the impact of the elevator conveyor angle on the volume of mining and development work in open pits that use the Inpit Crushing and Conveying System (IPCC) for ore mining. Numerical modeling combined with monitoring techniques was used as the main research method. In addition, strain points were calculated based on seismological and geological data. The econometrics of the rationale for using the incline conveyor was performed with indication of the share of costs, energy benefits, as well as the prospects for further use of the IPCC. Specific effects of the elevator conveyor angle on the volume of mining and development work have been discussed for the open pits where ore is mined using the Inpit Crushing and Conveying System. The economic viability of this technology has been justified, the environmental performance and efficiency of using conveyors within the IPCC systems have been analyzed, as well as the impact of the elevator conveyor angle on the volume of mining and the availability of the conveyors. The results of the research can be used both by mining companies and as part of more detailed studies of ore mining.

Keywords

Open-pit, Inpit Crushing and Conveying system (IPCC).

References

1. Thorsten Kratz & Per Nicolai Martens. Optimization of mucking and hoisting operation in conventional shaft sinking. Available at: <https://mining-report.de/english/optimizing-of-mucking-and-hoisting-operation-in-conventional-shaft-sinking/> (accessed 15.01.2024).
2. Bazalyuk O., Rysbekov K. & Nurpeisova M. Integrated monitoring for the rock mass state during large-scale subsoil development. Available at: https://www.researchgate.net/publication/360189569_Integrated_Monitoring_for_the_Rock_Mass_State_During_Large-Scale_Subsoil_Development (accessed 15.01.2024).

3. Begalinov A., Khomiakov V., Serdaliyev Ye. & Iskakov Ye. Formulation of methods reducing landslide phenomena and the collapse of career slopes during open-pit mining. Available at: https://www.researchgate.net/publication/341201652_Formulation_of_methods_reducing_landslide_phenomena_and_the_collapse_of_career_slopes_during_open-pit_mining (accessed 15.01.2024).
4. Dotson K.B. & Hethmon Th.A. Methods of open pit mining. Available at: <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/599-surface-mining-methods> (accessed 15.01.2024).
5. Ivanova M.S., Konoval S.V. & Abed S.F. Improvement the calculation of the stability of buildings located near the slopes for structural unstable soils. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-the-calculation-of-the-stable-of-building-located-near-the-slopes-for-structural-unstable-soils> (accessed 15.01.2024).
6. Melikhov M.V. A conception of construction of temporary anti-rockfall facilities on the open pits. *Problemy nedropol'zovaniya*, 2018, (2), pp. 130-140. (In Russ.).
7. Tomilina N.G., Burmistrov K.V. & Gavrishev S.E. Increasing the work scope of conveyor transport at mining companies. Available at: https://www.researchgate.net/publication/305790181_Increasing_the_Work_Scope_of_Conveyor_Transport_at_Mining_Companies (accessed 15.01.2024).
8. Kamarov R.K., Zamaliyev N.M., Akhmaturov D.R. & Musin R.A. Setting the volume and location of the gas collectors of abandoned coal mines. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2018, (2), pp. 5-11. DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/2.
9. Management of open pit slope stability in Russia. Available at: <https://www.srk.com/en/publications/regulation-of-open-pit-slope-stability-in-russia> (accessed 15.01.2024).
10. An overland tubular conveyor with 22 horizontal and 45 vertical bends to connect a coal mine to a railway loading depot. Available at: <https://www.pipeconveyor.com/Case%20Studies/Skyline%20Mine/overland.htm> (accessed 15.01.2024).

For citation

Zamaliyev N.M., Zhalbyrov Zh.D., Valiev N.G., Akhmaturov D.R. & Zhanseitov A.T. Development of proposals to improve the Inpit Crushing and Conveying System (IPCC) for the Bozshakol deposit. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 58-64. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-58-64.

Paper info

Received October 20, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Повышение качества дробления массива горных пород путем учета размера блочности массива

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-65-68>

Для эффективного производства буровзрывных работ и повышения качества дробления массива горных пород необходимо учитывать его структурное строение. Определение блочности в плоской постановке может приводить к значительной погрешности их размеров, что приводит к образованию крупной фракции после взрыва (негабариты) или излишней трате ВВ. В связи с этим перспективным видится применение технологий беспилотного пилотирования и метода фотограмметрии, позволяющих более грамотно подходить к вопросу оценки размера блоков горных пород естественной отдельности по результатам анализа объемных фигур. Подход к определению размера блочности массива путем анализа всех обнаженных поверхностей одного блока позволил повысить качество дробления массива.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, беспилотные летательные аппараты, откосы карьера, блочность и трещиноватость массива, распределение естественных отдельностей по крупности, натурные замеры, дробление массива горных пород взрывом, открытые горные работы, повышение качества дробления.

Для цитирования: Повышение качества дробления массива горных пород путем учета размера блочности массива / А.А. Гришин, А.И. Косолапов, Д.В. Редькин и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 65-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-65-68.

ВВЕДЕНИЕ

С момента применения взрывчатых веществ для подготовки горной массы было выполнено большое количество исследований по оценке влияния различных параметров и свойств на эффективность ведения взрывных работ (особенности геологического строения, структурные особенности, прочностные и деформационные свойства породного массива и т.д.) [1, 2, 3, 4, 5]. Одной из наиболее важных проблем горнодобывающих предприятий является эффективное проведение взрывных работ – оптимальные затраты взрывчатого вещества с ожидаемым размером взорванной массы.

Но даже при использовании передовых технологий ведения взрывных работ и типов ВВ не всегда удается достичь требуемого размера взорванных кусков и исключить излишнее дробление массива или выход крупных фракций. Неэффективное ведение взрывных работ, в свою очередь, снижает производительность работы погрузочных и транспортирующих средств и устройств [6, 7].

Естественная блочность массива является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на параметры ведения взрывных работ и кусковатость взорванной массы. Размер блоков влияет на общую прочность мас-

ГРИШИН А.А.

Аспирант кафедры
открытые горные работы
ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail: arseniy.grishin.2012@mail.ru

КОСОЛАПОВ А.И.

Доктор техн. наук, профессор
кафедры открытые горные работы,
ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

РЕДЬКИН Д.В.

Аспирант кафедры
открытые горные работы,
ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail dini199@yandex.ru

ЧЕРПАКОВА А.А.

Аспирант кафедры
открытые горные работы,
ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail:cherpakova.anja@gmail.com

КОВРИЖНЫХ Е.В.

Аспирант кафедры
открытые горные работы
ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail: e.kovrizhnykh@mail.ru

сива пород (соответственно, и на энергоемкость дробления) и эффективность энергии взрыва, направляемой на развитие новых трещин.

Под блочностью породного массива понимается распределение естественных отдельностей по форме и размеру, обусловленным элементами залегания трещин, их длиной и частотой.

При ведении горных работ по добыче строительного камня в Елизовском районе Камчатского края встала проблема повышенного выхода негабаритных кусков взорванной массы. Для выявления причин образования кусков породы крупной фракции первоначально было решено оценить влияние размеров естественной отдельности массива.

Практический опыт по оценке блочности массива насчитывает большое количество способов и приемов, отличающихся между собой дороговизной и сложностью применяемого оборудования, трудоемкостью в исполнении, требованием к уровню специалиста и объемом полевых работ, что влияет на точность и достоверность получаемых данных.

Изначально при разработке параметров БВР размер блочности месторождения строительного камня был определен по результатам полевых замеров трещиноватости как среднее расстояние между трещинами по трем преобладающим системам:

$$l = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{L_I} + \frac{1}{L_{II}} + \frac{1}{L_{III}} \right) \quad (1)$$

где l – размер структурного блока (м); L_I, L_{II}, L_{III} – расстояние между трещинами в системах трещиноватости I, II, III (м).

Повышение достоверности в определении размера блочности может быть достигнуто путем применения дистанционных методов картирования карьерных откосов при анализе масштабированных фотоснимков, которое достигается при использовании мерных лент, реек, опознавательных марок, профилей с заданным интервалом. Данная методика позволяет исключить субъективный подход к натурному измерению и картированию массива и сократить время полевых работ. Недостатком методики является существенная погрешность при работе с искаженными линейными и угловыми параметрами наклонных плоскостей блока на фотоснимках, снятых не перпендикулярно линии его ориентации [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Если описанные проблемы могут быть решены путем дополнительной пространственной увязки объектов изображения, остается допущение, где смежные грани, описывающие форму и размер одного блока, анализируются независимо друг от друга или могут быть объединены в одну, что также приводит к погрешности в определении.

В данной работе предложен способ определения естественного размера отдельности горного массива при одновременном анализе всех видимых плоскостей, принадлежащих одному структурному блоку.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛОЧНОСТИ МАССИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Предлагаемый в данной статье метод определения блочности массива основан на применении технологий БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) и метода фотограмметрии для проведения картирования структурного строения откосов уступов и последующего изучения цифровых моделей, где грани, описывающие форму и размер одного блока, анализировались совместно.

После выполнения в автоматическом режиме полетного задания с помощью геодезического коптера были получены фотоснимки, на основе которых при использовании программной среды Agisoft Metashape Professional была построена объемная модель участка. При изучении объемной модели были сгруппированы грани блоков, принадлежащие одной отдельности, с последующим определением среднего размера.

Кроме изучения блочности по результатам анализа объемных моделей на карьере было выделено три участка, доступные для безопасного изучения блочности натурными замерами, а также проведена оценка размера блочности путем анализа отмасштабированных плоских снимков на типовых участках.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗМЕРА БЛОЧНОСТИ МАССИВА В СКАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ

На 3D-моделях участков были определены поверхности блоков (рис. 1), сложная форма которых упрощалась в более простую.

Каждая вершина блока имеет свойственные ей координаты, следовательно, каждую плоскость можно математически описать матрицей:

$$P_n = \begin{pmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \\ X_i & Y_i & Z_i \end{pmatrix} \quad (2)$$

где P_n – плоскость блока; X, Y, Z – координаты вершин плоскости блока; i – номер вершины плоскости.

Пользуясь матрицей координат и принципами аналитической геометрии, при совместном анализе всех граней

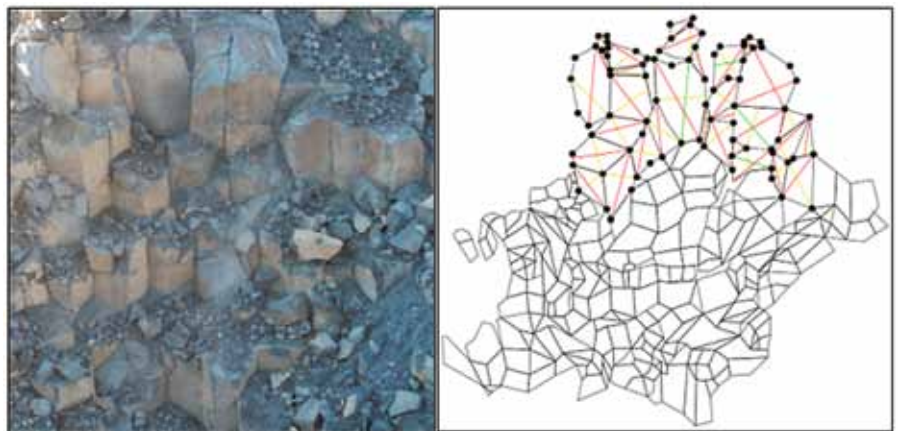


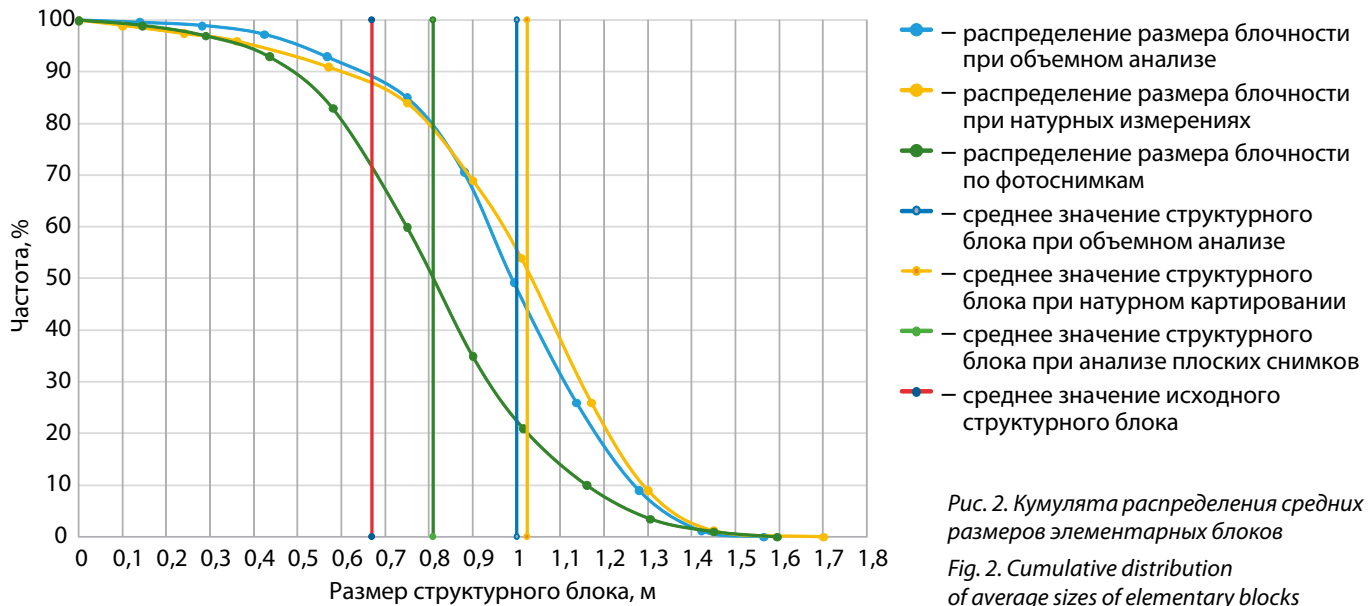
Рис. 1. Фрагмент 3D-модели откоса борта карьера

Fig. 1. Fragment 3D model of the highwall slope

Классификация массива по блочности

Classification of the rock mass by its block properties

Степень блочности массива	Содержание (%) в массиве отдельных размером			Средний размер отдельных, м
	300 мм	700 мм	1000 мм	
Исключительно крупнообломочные	100	100	1000	Более 1,5
Весьма крупнообломочные	100	80-100	40-100	1-1,5
Среднетрещиноватые породы	70-100	30-80	5-40	0,5-1
Среднеблочные	10-70	30	5	0,1-0,5
Мелкоблочные	10	Близкое к нулю	Нет	Менее 0,1



одного блока можно определить линейные параметры и его объем. Для каждой плоскости блока был определен максимальный линейный размер каждой плоскости блока. Средний размер блока горных пород рассчитывался как среднее геометрическое по формуле (3):

$$d_{cp} = \sqrt[n]{P_1 \begin{pmatrix} X_1^1 & Y_1^1 & Z_1^1 \\ X_2^1 & Y_2^1 & Z_2^1 \\ X_i^1 & Y_i^1 & Z_i^1 \end{pmatrix} \cdot P_2 \begin{pmatrix} X_1^2 & Y_1^2 & Z_1^2 \\ X_2^2 & Y_2^2 & Z_2^2 \\ X_i^2 & Y_i^2 & Z_i^2 \end{pmatrix} \cdot P_n \begin{pmatrix} X_1^j & Y_1^j & Z_1^j \\ X_2^j & Y_2^j & Z_2^j \\ X_i^j & Y_i^j & Z_i^j \end{pmatrix}}, \quad (3)$$

где n – количество анализируемых плоскостей; j – номер плоскости, которой принадлежит координата.

На рис. 2 представлен характер распределения блочности по размеру, включая значения размера блочности, используемые ранее при расчете параметров БВР, а также материалы изучения размеров естественной отдельности, полученные натурными замерами, анализом отмасштабированных плоских снимков и результатов совместного анализа граней, принадлежащих одному блоку.

Использование графика, изображенного на рис. 2, и единой классификации горных пород по степени трещиноватости, предложенной межведомственной комиссией по взрывным работам, позволяет оперативно определять категорию блочности массива (см. таблицу).

Как следует из данных на рис. 2, информация, полученная при комплексном анализе нескольких плоскостей, принадлежащих одному блоку, и результаты натурного из-

мерения показывают идентичные значения – 1 м, что более чем на 30 см выше значения, ранее принятого для расчета параметров БВР. Результаты определения блочности по плоским отмасштабированным фотоснимкам показали промежуточное положение между описанными выше результатами – 0,8 м.

ВЫВОДЫ

Совместное использование метода фотограмметрии и технологии БГЛА позволяет оперативно, в автоматическом режиме, собрать информацию о строении массива и грамотно подойти к определению размера блочности за счет одновременного анализа всех видимых плоскостей элементарных блоков.

Обновленные данные о размере блочности горных пород были использованы для корректировки параметров БВР, в результате чего выход негабаритов был снижен на 9%.

Список литературы

1. Барон Л.И., Личели Г.П. Трещиноватость горных пород при взрывной отбойке. М.: Недра, 1966. 134 с.
2. Борщ-Компаниец Б.И. Механика горных пород, массивов и горное давление. М.: Недра, 1968. 484 с.
3. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механические процессы в породных массивах. М.: Недра, 1986. 272 с.
4. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. М.: Недра, 1985. 248 с.

5. Влияние блочности массива и сетки скважин на granulометрический состав взорванных горных пород / Б.П.Ракишев, З.Б.Ракишева, А.М. Ауэзова и др. // Взрывное дело. 2019. № 122-79. С. 5-18.
6. Ишейский В.А., Рядинский Д.Э., Магомедов Г.С. Повышение качества дробления горных пород взрывом за счет учета структурных особенностей взрываеваемого массива // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 9-1. С. 79-95. DOI: 10.25018/0236-1493-2023-91-0-79.
7. Заиров Ш.Ш., Мехмонов М.Р. Повышение качества дробления массива горных пород путем управления параметрами энергии взрыва // Universum: технические науки: электрон. Научн. Журн. 2022. 3 (96).
8. Игнатенко И.М., Яницкий Е.Б., Зайцев М.С. Методика оценки блочности пород в уступах карьера и кусковатости взорванной горной массы с применением компьютерных технологий // Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований черной металлургии. 2012. № 6. С. 12-14.
9. Определение элементов залегания трещин с применением БПЛА / И.Ю. Боос, Е.А. Руденко, А.И. Разин и др. // Московский экономический журнал. 2020. № 3. С. 136-144.
10. Симонов П.С. Оценка трещиноватости горных пород (блочности) с помощью математической системы MATHCAD // Сборник научных трудов Международной технической конференции. 2018. С. 29-36.
11. Игнатенко И.М., Дунаев В.А., Тюпин В.Н. Совершенствование методики предпроектной оценки взрываемости массивов скальных горных пород в карьерах // Горный журнал. 2019. № 1. С. 46-50.
12. Патент RU № 2388998 С2. Способ определения грансостава раздробленной породы в карьерах. Викторов С.Д., Казаков Н.Н., ИПКОН РАН. Заявление 20.10.2009, опубликовано 10.05.2010.
13. Бале А.Е., Панжин А.А. Мониторинг деформационных процессов в породном массиве донских хромитовых месторождений: учет влияния иерархической блочности // Современные проблемы механики. 2018. С. 83-91.

SURFACE MINING

Original Paper

UDC 622.1:528.74 © A.A. Grishin, A.I. Kosolapov, D.V. Redkin, A.A. Cherpakova, E.V. Kovrizhnykh, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 65-68
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-65-68>

Title

IMPROVING THE QUALITY OF CRUSHING THE ROCK MASS BY TAKING INTO ACCOUNT THE BLOCK SIZE OF THE MASSIF

Authors

Grishin A.A.¹, Kosolapov A.I.¹, Redkin D.V.¹, Cherpakova A.A.¹, Kovrizhnykh E.V.¹,
¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Authors Information

Grishin A.A., Postgraduate Student, e-mail: arseniy.grishin.2012@mail.ru
Kosolapov A.I., Doctor of Engineering Sciences, professor
Redkin D.V., Postgraduate Student, e-mail dini199@yandex.ru
Cherpakova A.A., Postgraduate Student, e-mail: cherpakova.anja@gmail.com
Kovrizhnykh E.V., Postgraduate Student, e-mail: e.kovrizhnykh@mail.ru

Abstract

For effective production of drilling and blasting operations and improving the quality of crushing of the rock mass, it is necessary to take into account its structural properties. Determining blockiness in a flat setting can lead to significant errors in their sizes, which leads to the formation of a coarse fraction after the explosion (oversized pieces) or excessive waste of explosives. In this regard, the use of unmanned piloting technologies and the photogrammetry method seems promising, allowing for a more competent approach to the issue of assessing the size of blocks of rock by analyzing volumetric shapes. The approach in determining the blockiness size of the massif by analyzing all the exposed surfaces of one block has improved the quality of the crushing of the massif.

Keywords

Geological conditions, Unmanned aerial vehicles, Quarry slopes, Blockiness and fracturing of the massif, Distribution of natural separations by size, Field measurements, Crushing of the rock mass by explosion, Open-pit mining, Improving the quality of crushing.

References

1. Baron L.I. & Licheli G.P. Fracturing of rocks during explosive stripping. Moscow, Nedra Publ., 1966, 134 p. (In Russ.).
2. Borsch-Kompaniets B.I. Mechanics of rocks, massifs and rock pressure. Moscow, Nedra Publ., 1968, 484 p. (In Russ.).
3. Baklashov I.V. & Kartoziya B.A. Mechanical processes in rock massifs. Moscow, Nedra Publ., 1986, 272 p. (In Russ.).
4. Ilyin A.I., Galperin A.M. & Streltsov V.I. Management of long-term stability of slopes in quarries. Moscow, Nedra Publ., 1985, 248 p. (In Russ.).
5. Rakishhev B.R., Rakishheva Z.B., Auezova A.M. & Orynbai A.A. The influence of blockage of an array and a grid of wells on the granulometric composition of blasted rocks. *Vzryvnoe delo*, 2019, (22-79), pp. 5-18. (In Russ.).

6. Isheisky V.A., Ryadinskii D.E. & Magomedov G.S. Increasing the quality of fragmentation of blasting rock mass based on accounting for structural features of massif in the blast design. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 2023;(9-1):79-95. (In Russ). DOI: 10.25018/0236-1493-2023-91-0-79.
7. Zairov Sh.Sh. & Mekhmonov M.R. Improving the quality of crushing an array of rocks by controlling the parameters of the explosion energy. *Universum: technical sciences: electron. Scientific Journal*, 2022, 3(96). (In Russ.).
8. Ignatenko I.M., Yanitskiy E.B. & Zaytsev M.S. Methodology of block-structured rocks in open-cast mine ledges and exploded rock mass lumpiness assessment with computer technologies application. *Central Research Institute of Ferrous*, 2012, (6), pp.12-14. (In Russ.).
9. Boos I.Y., Rudenko E.I., Razin A.I., Grishin A.A., Gushcha D.I. & Abdulaeva A.A. Determination of crack occurrence elements using UAVs. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal*, 2020, (3), pp. 136-144. (In Russ.).
10. Simonov P.S. Evaluation of rock fracturing (blockiness) using the MATHCAD mathematical system. *Collection of scientific papers of the International technical conference*, 2018, pp. 29-36. (In Russ.).
11. Ignatenko I.M., Dunaev V.A. & Tyupin V.N. Improving procedure of pre-project assessment of hard rock blastability in open pit mines. *Gorniy zhurnal*, 2019, (1), pp. 46-50. (In Russ.).
12. Patents RU № 2388998 C2. Method for detection of grain size composition in crushed rock of mines. Viktorov S.D., Kazakov N.N. IPKON RAN. Application published: 20.10.2009, Date of publication: 10.05.2010.
13. Balek A.E. & Panzhin A.A. Monitoring of deformation processes in rock mass of donskoy chromite deposits: accounting for the influence of blockiness. *Sovremennye problemy mekhaniki*, 2018, pp. 83-91. (In Russ.).

For citation

Grishin A.A., Kosolapov A.I., Redkin D.V., Cherpakova A.A. & Kovrizhnykh E.V. Improving the quality of crushing the rock mass by taking into account the block size of the massif. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 65-68. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-65-68.

Paper info

Received January 10, 2024
 Reviewed January 15, 2024
 Accepted January 26, 2024

Проблемы пожаров в угольных шахтах и обзор современных подходов к их моделированию

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-69-73>

Актуальность проблемы обоснована необходимостью применения инновационных подходов к борьбе с шахтными пожарами на основе использования методов компьютерного моделирования для прогнозирования развития пожаров и их последствий. Анализ статистических данных за последние годы показал, что в России наиболее частой причиной аварий при подземных работах по добыче угля являются пожары (более 40% от общего числа аварий). Похожая ситуация наблюдается и в Китае, являющемся ведущим мировым производителем угля, где подавляющее большинство крупных аварий на угольных шахтах составляют пожары и взрывы. Представлены основные причины возникновения пожаров. Дан обзор используемых сегодня методов моделирования пожаров, указаны достоинства и недостатки их применения. Для борьбы с эндогенными пожарами на основе численного моделирования можно формировать оптимальный тепловой баланс процессов самонагрева угля путем определения горнотехнических решений по снижению параметров теплогенерации угольных пластов.

Ключевые слова: угольные шахты, подземные пожары, статистика пожаров, аварии в угольных шахтах, численное моделирование, статистика аварий в шахтах, моделирование шахтных пожаров.

Для цитирования: Федоткин И.О., Федоткин Д.В. Проблемы пожаров в угольных шахтах и обзор современных подходов к их моделированию // Уголь. 2024. № 2. С. 69-73. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-69-73.

ВВЕДЕНИЕ

Добыча угля подземным способом связана с высоким уровнем потенциальных опасностей, реализация которых приводит к возникновению аварий, угрожающих жизни и здоровью горнорабочих, а также наносящих серьезный экономический ущерб [1, 2]. В связи с этим, возникает необходимость анализа официальных статистических данных по произошедшим за последние годы авариям на предприятиях по добыче угля, включающего выявление наиболее распространенных видов аварий и причин их возникновения, что является одной из задач настоящего исследования.

Наиболее частым видом аварий в угольных шахтах являются пожары. Для того, чтобы реально оценить риски, связанные с пожара-

ФЕДОТКИН И.О.

Аспирант НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: fedotkin.iliya@gmail.com

ФЕДОТКИН Д.В.

Канд. техн. наук,
доцент НИТУ МИСИС,
начальник отдела
специальных исследований
ФГБУ ВНИИПО МЧС России,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: fdv982@mail.ru

ми на угольных шахтах, и эффективно ими управлять, необходимо иметь инструменты для прогнозирования развития пожаров и их последствий. При решении этой задачи хорошо зарекомендовали себя методы моделирования с использованием программных комплексов, широко используемые и активно развивающиеся за рубежом [3, 4]. Поэтому еще одной задачей данного исследования является обзор моделей, используемых в последние годы для изучения и прогнозирования подземных пожаров в мировой практике.

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО АВАРИЯМ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Согласно данным Ростехнадзора, число аварий на предприятиях угольной промышленности России за период с 2008 по 2022 г. значительно снизилось, несмотря на повышение объемов добычи угля (рис. 1), что обусловлено усилением контроля безопасности при горных работах, ликвидацией наиболее опасных предприятий, проведением исследований опасных явлений и внедрением новых технологий [5, 6].

При этом проведенные ранее исследования статистических данных по авариям в угольных шахтах, охватывающие период с 2005 по 2017 г., показали более низкую ди-

намику уменьшения количества пожаров относительно других видов аварий. Также было выявлено, что наиболее частой причиной аварий и инцидентов при подземных работах по добыче угля являлись пожары (более 50% от всех аварий и инцидентов), на втором месте по частоте находились обрушения горной массы и крепи, а на третьем – взрывы (вспышки) газа и угольной пыли [5, 7, 8].

Несмотря на принимаемые меры, пожары по-прежнему остаются самым распространенным видом аварий. В соответствии с данными Ростехнадзора, в период с 2017 по 2022 г. на их долю приходилось 41,7% от всего числа зарегистрированных аварий в угольных шахтах. Вторым по распространенности видом стали внезапные выбросы угля, породы и газа, как показано на рис. 2 [5]. Похожая ситуация наблюдается и в Китае, являющемся ведущим мировым производителем угля, где подавляющее большинство крупных аварий на угольных шахтах составляют пожары и взрывы [7].

К основным причинам пожаров за этот период относятся: отсутствие надлежащего контроля за составом атмосферы в горных выработках, недостаточность работ по локализации очагов самонагревания в целиках угля и выработанном пространстве, отсутствие надлежащего контроля за состоянием вентиляционных сооружений и обе-

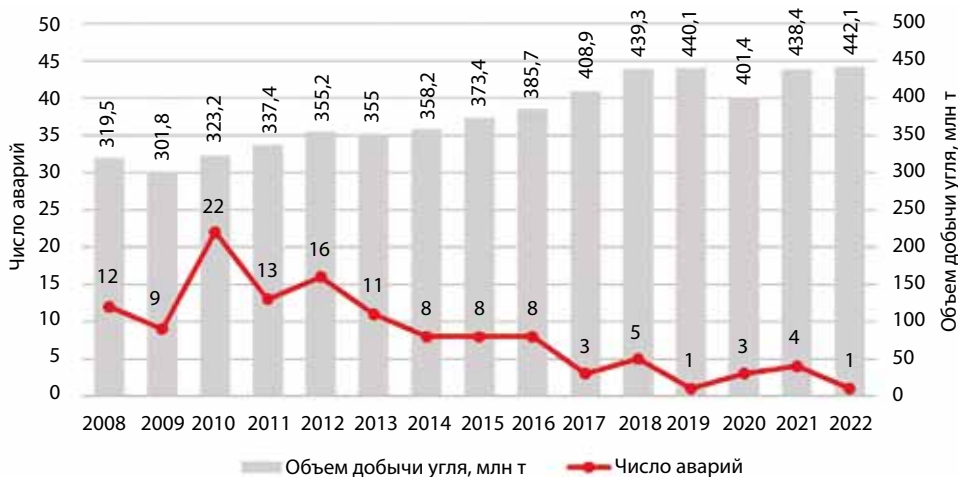


Рис. 1. Динамика аварийности на объектах угольной промышленности в сравнении с объемами добычи угля в 2008-2022 годах

Fig. 1. Dynamics of accident rates at coal industry facilities in comparison with coal production volumes in 2008-2022



Рис. 2. Виды аварий в угольных шахтах, произошедших за период с 2017 по 2022 г.

Fig. 2. Types of accidents in coal mines that occurred during the period from 2017 to 2022

спечением расчетного расхода воздуха в лаве, а также неэффективные способы предотвращения утечек воздуха в выработанное пространство [5].

Пожары в угольных шахтах представляют большую опасность для жизни и здоровья горнорабочих из-за выделений токсичных газов, распространяющихся по вентиляционному контуру и способных поражать большие участки вентиляционной сети, кроме того, пожары могут спровоцировать взрывы выделяющихся из угольных пластов горючих газов [9, 10, 11]. Поэтому важной задачей является прогнозирование их развития для оценки потенциальных сценариев аварий и разработки мер, направленных на их предотвращение и минимизацию негативных последствий.

Для этой цели широко используются методы компьютерного моделирования, позволяющие определить поля концентраций выделяющихся при пожаре газов, температурные поля и их эволюцию с течением времени и при различных сценариях [12, 13].

ОБЗОР МОДЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ШАХТНЫХ ПОЖАРОВ

Наиболее широко используемыми на сегодняшний день методами моделирования пожаров являются методы, основанные на численном решении уравнений гидродинамики, или CFD-методы (computational fluid dynamics) (см. таблицу).

Для решения задач вычислительной гидродинамики применяются программные пакеты общего назначения, такие как ANSYS и FlowVision, а также специального, например Fire Dynamics Simulator (FDS). Их использование позволяет получить подробные данные о скорости воздушного потока, давлении, концентрации газов, тепловом потоке в моделируемой области и позволяет визуализировать сложное поведение системы [14, 15]. Однако стоит отметить, что применение CFD-методов при моделировании пожаров в масштабных вентиляционных сетях, состоящих из сотен выработок, может быть существенно затруднено по причине огромной вычислительной сложности таких задач [13]. Сравнение ре-

зультатов полномасштабных экспериментов и результатов CFD-моделирования (с использованием FDS) показало, что результаты численного моделирования согласуются с экспериментальными данными, при этом среднее значение максимальных отклонений на всех участках составило 24% [15].

Для моделирования пожаров в шахтах также используются инструменты анализа вентиляционной сети шахты, такие как Ventsim и VnetPC [16]. Эти инструменты просты в использовании и не требуют больших вычислительных затрат, в отличие от CFD-моделей, что позволяет проводить расчеты для сложных вентиляционных сетей целиком. Они могут использоваться для определения оптимальных путей эвакуации в зависимости от места возможного пожара и времени, имеющегося у рабочих для безопасной эвакуации [4, 17]. Такое программное обеспечение позволяет моделировать сценарии пожара с учетом характеристик и режимов работы основных вентиляторов, а также характеристик вентиляционного контура, таких как форма, сечение, длина и глубина подземных полостей [4, 17].

Для предотвращения эндогенных пожаров с помощью применения методов численного моделирования можно рационально управлять параметрами газодинамики в условиях выемочного столба в угольных шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по самовозгоранию. Для этого на основе численного моделирования можно формировать оптимальный тепловой баланс процессов самонагрева угля путем определения горнотехнических решений по снижению параметров теплогенерации угольных пластов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пожары в угольных шахтах наносят огромный социально-экономический и экологический ущерб, нарушают штатный режим работы шахт, уничтожают оборудование и горные выработки, и самую большую опасность пожары представляют для жизни и здоровья горнорабочих. Для прогнозирования развития шахтных пожаров хорошо зарекомендовали себя методы модели-

Обзор методов моделирования пожаров в угольных шахтах

Overview of methods for modeling fires in coal mines

Наименование программного комплекса, страна-разработчик	Основа модели	Достоинства	Недостатки
ANSYS Fluent (США) Fire Dynamics Simulator (США) – пользовательские интерфейсы: Fenix+ (Россия), PyroSim (США) FlowVision (Россия)	Численное решение системы уравнений Навье-Стокса	– Предоставление подробных данных о газодинамических параметрах, концентрациях продуктов горения, тепловом потоке – Возможность учета сложной геометрии моделируемой области – Возможность учета физико-химических процессов	– Большая продолжительность вычислений, возрастающая при расширении области моделирования и увеличении разрешения сетки
Ventsim (Австралия) VnetPC (США)	Законы Кирхгофа	– Возможность использования для моделирования масштабных и сложных вентиляционных сетей – Низкие вычислительные затраты	– Дым и тепло представляются в виде однонаправленного потока – Низкая информативность касательно физики процесса

рования с использованием программных комплексов, широко используемых и активно развивающихся за рубежом. Данный опыт моделирования также может быть применен для борьбы с эндогенными пожарами путем формирования оптимального теплового баланса процессов самонагрева угля за счет определения горнотехнических решений по снижению параметров теплогенерации угольных пластов.

Список литературы

1. Анализ причин взрывов, вспышек и воспламенений метана в угольных шахтах России в 2005-2019 гг. / Е.И. Кабанов, Г.И. Коршунов, А.В. Корнев и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2-1. С. 18-29. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-18-29.
2. Prerequisites for applying the risk-based approach to assessing the explosive and fire hazardous properties of underground mining materials / V. Rodionov, I. Skripnik, T. Kaverzneva et al. // E3S Web of Conferences. 2023. 417. 05013. DOI: 10.1051/e3s-conf/202341705013.
3. Numerical and experimental investigation of carbon monoxide spread in underground mine fires / L. Zhou, L. Yuan, D. Bahrami et al. // Journal of Fire Sciences. 2018;36(5):406-418. DOI: 10.1177/0734904118793891.
4. Nematollahi Sarvestani A., Oreste P., Gennaro S. Fire Scenarios Inside a Room-and-Pillar Underground Quarry Using Numerical Modeling to Define Emergency Plans // Applied Sciences. 2023;13(7):4607. DOI: 10.3390/app13074607.
5. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору: ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения: 15.01.2024).
6. Баловцев С.В. Мониторинг аэрологических рисков аварий на угольных шахтах // Горные науки и технологии. 2023. Т. 8. № 4. С. 350-359. DOI: 10.17073/2500-0632-2023-10-163.
7. Родионов В.А., Серегин А.С., Иконников Д.А. Мультипликативный метод оценки взрывопожароопасных свойств рудничной атмосферы при поступлении в воздушную среду углеводородных газов // Горный журнал. 2023. № 9. С. 35-40. DOI: 10.17580/gzh.2023.09.05.
8. A statistical analysis of coalmine fires and explosions in China / Zhu Y., Wang D., Shao Z. et al. // Process Safety and Environmental Protection. 2019. Vol. 121. P. 357-366. DOI: 10.1016/j.psep.2018.11.013.
9. Ганова С.Д., Скопинцева О.В., Исаев О.Н. К вопросу исследования состава углеводородных газов угольных пластов и пыли с целью возможного прогнозирования их потенциальной опасности // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 6. С. 109-115. DOI: 10.18799/24131830/2019/6/2132.
10. Стандартизация установок импульсного пожаротушения для подачи самовспенивающейся газоаэрозоленополненной пены / Н.П. Копылов, Д.В. Федоткин, Е.Ю. Сушкина и др. // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 7. С. 16-20. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-7-16-20.
11. Баловцев С.В., Скопинцева О.В., Куликова Е.Ю. Оценка влияния тяжелых углеводородов на аэрологические риски аварий в угольных шахтах // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15. № 2. С. 234-245. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-234-245.
12. Study on Numerical Simulation of Fire Danger Area Division in Mine Roadway / H. Wen, Y. Liu, J. Guo et al. // Mathematical Problems in Engineering. 2021;(2):1-13. DOI: 10.1155/2021/6646632.
13. Expanding the FDS Simulation Capabilities to Fire Tunnel Scenarios Through a Novel Multi-scale Model / V. Verda, R. Borchiellini, S. Cosentino et al. // Fire Technology. 2021, Vol. 57. P. 2491-2514. DOI: 10.1007/s10694-020-01081-y.
14. Обзор моделей и методов расчета аэрогазодинамических процессов в вентиляционных сетях шахт и рудников / Б.П. Казаков, Е.В. Колесов, Е.В. Накаряков и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 6. С. 5-33. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-6-0-5.
15. Mine Fire Behavior under Different Ventilation Conditions: Real-Scale Tests and CFD Modeling / F. Fernández-Alaiz, A.M. Castañón, F. Gómez-Fernández et al. // Applied Sciences. 2020;10(10):3380. DOI: 10.3390/app10103380.
16. Brake D.J. Fire modelling in underground mines using Ventsim Visual VentFIRE Software. Proceedings of the Australian mine ventilation conference. Adelaide, SA, Australia, 2013. P. 1-3.
17. Simulating and Predicting Escape Routes for Ventilation Network of Duong Huy Coal Company using Ventsim DESIGN Software / Duy Huy Nguyen, Cao Khai Nguyen, Van Thinh Nguyen et al. // Inżynieria Mineralna. 2022, Vol. 50. P. 151-157. DOI: 10.29227/IM-2022-02-20.

Original Paper

UDC 622.822 © I.O. Fedotkin, D.V. Fedotkin, 2024

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 69-73

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-69-73>

Title

THE PROBLEMS OF FIRES IN COAL MINES AND A REVIEW OF MODERN APPROACHES TO THEIR MODELLING

Authors

Fedotkin I.O.¹, Fedotkin D.V.^{1,2}

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

² FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Moscow region, 143903, Russian Federation

SAFETY

Authors Information

Fedotkin I.O., Postgraduate Student, e-mail: fedotkin.iliya@gmail.com

Fedotkin D.V., PhD (Engineering), Associate Professor,
Head of the Special Research Department, e-mail: fdv982@mail.ru

Abstract

The relevance of the problem is justified by the need for innovative approaches to combating mine fires based on the use of computer modeling methods to predict the development of fires and their consequences. Analysis of statistical data for recent years has shown that in Russia the most frequent cause of accidents in underground coal mining is fires (more than 40% of the total number of accidents). A similar situation is observed in China, which is the world's leading coal producer, where the overwhelming majority of major accidents at coal mines are fires and explosions. The main causes of fires are presented. The review of fire modelling methods used today is given, advantages and disadvantages of their application are indicated. To combat endogenous fires, based on numerical modeling, it is possible to form an optimal heat balance of coal self-heating processes by determining mining solutions to reduce the heat generation parameters of coal seams.

Keywords

Coal mines, Underground fires, Fire statistics, Coal mine accidents, Numerical modelling, Statistics of mine accidents, Modelling of mine fires.

References

- Kabanov E.I., Korshunov G.I., Kornev A.V. & Myakov V.V. Analysis of the causes of methane explosions, flashes and ignitions at coal mines of Russia in 2005-2019. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2021;(2-1):18-29. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-18-29.
- Rodionov V., Skripnik I., Kaverzneva T., Zhikharev S., Kriklivyy S. & Panov S. Prerequisites for applying the risk-based approach to assessing the explosive and fire hazardous properties of underground mining materials. *E3S Web of Conferences*, 2023, 417, 05013. DOI: 10.1051/e3sconf/202341705013.
- Zhou L., Yuan L., Bahrami D., Thomas R.A. & Rowland J.H. Numerical and experimental investigation of carbon monoxide spread in underground mine fires. *Journal of Fire Sciences*, 2018;36(5):406-418. DOI: 10.1177/0734904118793891.
- Nematollahi Sarvestani A., Oreste P. & Gennaro S. Fire Scenarios Inside a Room-and-Pillar Underground Quarry Using Numerical Modeling to Define Emergency Plans. *Applied Sciences*, 2023;13(7):4607. DOI: 10.3390/app13074607.
- Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision: annual reports on the activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision. [Electronic resource]. Available at: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (accessed 15.01.2024).
- Balovtsev S.V. Monitoring of aerological risks of accidents in coal mines. *Mining Science and Technology (Russia)*, 2023;8(4):350-359. (Russia). DOI: 10.17073/2500-0632-2023-10-163.
- Rodionov V.A., Seregin A.S. & Ikonnikov D.A. Multiplicative method to assess fire and explosion hazard of mine air containing hydrocarbon gases. *Gornyi Zhurnal*, 2023, (9), pp. 35-40. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2023.09.05.
- Zhu Y., Wang D., Shao Z., Xu C., Zhu X., Qi X. & Liu F. A statistical analysis of coalmine fires and explosions in China. *Process Safety and Environmental Protection*, 2019, (121), pp. 357-366. DOI: 10.1016/j.psep.2018.11.013.
- Ganova S.D., Skopintseva O.V. & Isaev O.N. On the issue of studying the composition of hydrocarbon gases of coals and dust to predict their potential hazard. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 2019, Vol. 330, (6), pp. 109-115. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2019/6/2132.
- Kopylov N.P., Fedotkin D.V., Sushkina E.Yu. & Novikova V.I. Standardization of Impulse Extinguishing Installations for Delivery of Self Foaming Gas-aerosol Foam. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti*, 2023, (7), pp. 16-20. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2023-7-16-20.
- Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. & Kulikova E.Yu. Assessment of heavy hydrocarbons influence on aerological risks in coal mines. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2023;15(2):234-245. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-234-245.
- Wen H., Liu Y., Guo J., Zhang Z., Liu M. & Cai G. Study on Numerical Simulation of Fire Danger Area Division in Mine Roadway. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021;(2):1-13. DOI: 10.1155/2021/6646632.

13. Verda V., Borchiellini R., Cosentino S., Elisa G., Tuni J.M. Expanding the FDS Simulation Capabilities to Fire Tunnel Scenarios Through a Novel Multi-scale Model. *Fire Technology*, 2021, (57), pp. 2491-2514. DOI: 10.1007/s10694-020-01081-y.

14. Kazakov B.P., Kolesov E.V., Nakariakov E.V. & Isaevich A.G. Models and methods of aerodynamic calculations for ventilation networks in underground mines: Review. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2021;(6):5-33. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-6-0-5.

15. Fernández-Alaiz F., Castañón A.M., Gómez-Fernández F. & Bascompta M. Mine Fire Behavior under Different Ventilation Conditions: Real-Scale Tests and CFD Modelling. *Applied Sciences*, 2020;10(10):3380. DOI: 10.3390/app10103380.

16. Brake D.J. Fire modelling in underground mines using Ventsim Visual VentFIRE Software. Proceedings of the Australian mine ventilation conference. Adelaide, SA, Australia, 2013, pp. 1-3.

17. Duy Huy Nguyen, Cao Khai Nguyen, Van Thinh Nguyen, Van Quang Nguyen, Minh Chien Nguyen & Khac Duy Nguyen. Simulating and Predicting Escape Routes for Ventilation Network of Duong Huy Coal Company Using Ventsim DESIGN Software. *Inżynieria Mineralna*, 2022, (50), pp. 151-157. DOI: 10.29227/IM-2022-02-20.

For citation

Fedotkin I.O., Fedotkin D.V. The problems of fires in coal mines and a review of modern approaches to their modelling. *Ugol*, 2024, (2), pp. 69-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-69-73.

Paper info

Received January 9, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

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

Управление отходами производства в угольной отрасли: ресурсно-экологический аспект

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-74-78>

КУМАНЕЕВА М.К.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kmk.fk@kuzstu.ru

ШЕВЕЛЕВА О.Б.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shob.fk@kuzstu.ru

ЗОНОВА О.В.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры финансов и кредита
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: zov.fk@kuzstu.ru

Проблема образования промышленных отходов давно вышла за пределы только внутрифирменных проблем. Сегодня это одна из ключевых угроз для окружающей среды, масштабы которой во много раз превышают проблему формирования бытовых отходов. Решение данной проблемы – выстраивание производственного цикла так, что отходы одного производства являются сырьем для другого – сталкивается с рядом ограничений. Во-первых, это потребность в значительных средствах на внедрение экоинжиниринга и экологическую модернизацию производств, которые многие предприятия не могут себе позволить. Во-вторых, это преимущественно сырьевой характер образования отходов: основной отраслью-загрязнителем является угледобыча, а главным направлением борьбы с отходами – хранение и захоронение. Эти и другие обстоятельства определяют необходимость рассмотрения вопросов управления отходами производства в промышленных регионах. В данной статье предпринята попытка исследовать не только проблемы образования промышленных отходов, но и рассмотреть перспективы технического перевооружения и рециклинга через элементы экологического инжиниринга в угольной отрасли.

Ключевые слова: производственные отходы, угольная отрасль, ресурсная эффективность, экологическая эффективность, экоинжиниринг.

Для цитирования: Куманеева М.К., Шевелева О.Б., Зонова О.В. Управление отходами производства в угольной отрасли: ресурсно-экологический аспект // Уголь. 2024. № 2. С. 74-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-74-78.

ВВЕДЕНИЕ

Уровень потребления домашних хозяйств ежегодно возрастает, что влечет за собой как увеличение объемов бытовых отходов, так и рост отходов производственной деятельности (как следствие возрастания объемов производства для удовлетворения растущего спроса). Результатом этой одной из важнейших общемировых и отечественных проблем в области экологии выступает борьба с отходами.

В Российской Федерации эта проблема усугубляется сырьевой ориентацией экономики, так как добывающая промышленность является основным генератором производственных отходов. В связи с этим вопросы, связанные с сокращением объемов отходов производства и потребления, их экологически безопасной утилизацией, являются для нашей страны крайне актуальными.

Динамика основных показателей образования и утилизации отходов производства и потребления в Российской Федерации*

Dynamics of the main indicators for industrial and consumption waste generation and utilization in the Russian Federation

Год	Образование отходов производства и потребления, млн т	Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления, млн т	Доля утилизированных и обезвреженных в общей величине образованных отходов производства и потребления, %
2017	6220,6	3264,6	52,5
2018	7266,1	3818,4	52,6
2019	7750,9	3881,9	50,1
2020	6955,7	3429,0	49,3
2021	8448,6	3937,2	46,6
2022	9017,3	4125,2	45,7

* Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования: сайт. <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения: 15.01.24). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

Ресурсная эффективность производства обеспечивает повышение рациональности использования природных ресурсов, а экологическая эффективность – снижение экологической нагрузки на территории присутствия. Необходимость проведения исследований в области борьбы с производственными отходами с целью повышения ресурсной и экологической эффективности связана с определением возможности:

- внедрения более совершенных методов производства;
- модернизации производственного оборудования и технологических систем путем улучшения их экологических и ресурсосберегающих характеристик;
- разработки эффективных методов борьбы с производственными отходами.

Дополнительной движущей силой при реализации ресурсно-экологического подхода может стать экономическая эффективность [1] как результат осознания факта, что отходы – это ресурсы, которые могут приносить дополнительный доход. Вопросы промышленной экологии и, в частности, проблемы образования и управления промышленными отходами выступают предметом многих зарубежных исследователей [2, 3]. Экологическая повестка промышленного развития, нашедшая отражение в зарубежной практике, рассматривает отходы не как нежелательный результат промышленной деятельности, а как неиспользованный источник недооцененных ресурсов. С этой точки зрения представляет интерес и отечественный опыт управления отходами, отдельные аспекты которого будут рассмотрены в данной статье.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным официальной статистики, в Российской Федерации в последние годы наблюдается неуклонный рост отходов производства и потребления – только за период 2017–2022 гг. этот рост составил 44,9% при увеличении утилизации отходов всего на 26,4%. В результате – большая часть отходов (54,3% в 2022 г.) остается не утилизируемой (см. таблицу).

Сопоставление показателей образования отходов производства (рис. 1) по видам деятельности отражает не-

уклонный рост количества отходов в области добычи полезных ископаемых, в том числе добычи угля (исключением является пандемийный 2020 г.)¹. Однако в последние три года (на фоне резкого увеличения объемов добычи в послепандемийный период) угледобыча демонстрирует почти 50-процентный рост образования отходов производства.

Наиболее сложной представляется ситуация в старопромышленных регионах в силу специфики производственной деятельности градообразующих предприятий. Так, тяжесть экологической обстановки в Кемеровской области – Кузбассе определяется высокой концентрацией предприятий базовых отраслей промышленности, среди которых угледобывающая, химическая, металлургическая. По данным консалтинговых исследований² именно угольная отрасль генерирует наибольшее количество промышленных отходов в России: на ее долю приходится порядка 67% всех образующихся в стране отходов.

Только лишь на территории Кемеровской области наличие отходов на конец 2022 г. составило 24306,2 млн т, т.е. 46,1% от общей величины отходов по стране³. За один лишь 2022 г. в регионе было образовано 4038,9 млн т отходов (44,8% от общего показателя по стране).

Кроме того, используемые в угольной отрасли промышленные технологии зачастую связаны с выбросом целого комплекса губительных для экологии веществ и способствуют загрязнению не только почвенного покрова, но и водных ресурсов, атмосферного воздуха на территориях присутствия [4]. Так, применение угольных технологий сопряжено с выбросами углекислого газа (CO₂), метана (CH₄) и оксида азота (N₂O). В 2021 г. крупнейшими уголь-

¹ Окружающая среда. Отходы производства и потребления / Федеральная служба государственной статистики: сайт. <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 15.01.24). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

² Мальцева А. Как меняются отрасли, ответственные за выбросы парниковых газов. / Ведомости: сайт. <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2021/06/02/872559-otrasli-parnikovih-gazov> (дата обращения: 15.01.24). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

³ Там же.

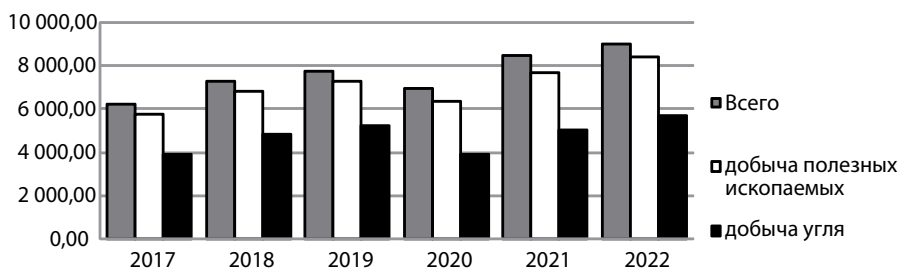


Рис. 1. Соотношение показателей образования отходов в целом по Российской Федерации и по видам деятельности: «Добыча полезных ископаемых», «Добыча угля», млн т

Fig. 1. Ratio of waste generation indicators in the Russian Federation as a whole and by the following types of activities: "Mining of minerals", "Coal mining", mln tons



Рис. 2. Динамика выбросов в атмосферу загрязняющих веществ по группе крупнейших угольных предприятий Кузбасса, 2014–2022 гг.

Fig. 2. Dynamics of air pollutant emissions by the group of the largest coal enterprises in Kuzbass, 2014–2022

ными компаниями Кузбасса было выброшено в атмосферу более 4,2 млн т загрязняющих веществ – самый высокий показатель с 2015 г. (рис. 2).

Выбросы парниковых газов только за 2021 г. увеличились на 77% и составили 4,2 тыс. т. Метан, сопровождающий процессы добычи угля как подземным, так и открытым способом, превосходит углекислый газ более чем в 20 раз по парниковому эффекту. Такая концентрация антропогенных выбросов в совокупности с наращиванием доли угля, добытого открытым способом, приводит к тому, что на угледобывающую отрасль Кузбасса приходится более 2 млрд м³ метана ежегодно [5].

Несмотря на необходимость сокращения к 2030 г. выбросов парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 г.⁴, прогнозы экспертов отражают пессимистичный сценарий дегазации угольных пластов Кузбасса: выбросы метана угольными компаниями не только не уменьшатся, но и достигнут ежегодных 2,04–2,58 млрд м³ к 2035 г. [5].

⁴ Указ Президента РФ от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» / Официальный сайт Президента РФ. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990> (дата обращения 15.09.23). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на неуклонный рост отходов производства, структура обращения с промышленными отходами имеет деформированный вид (рис. 3). Обезвреживание отходов, которое в мировой практике относится к одному из приоритетных способов снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду, составляет всего 0,01% (около 448 тыс. т) от всего объема образованных промышленными предприятиями Кузбасса отходов. Годом ранее на это направление приходилось 32%, однако положительным моментом в данных структурных изменениях стоит назвать перераспределение в направлении рециклинга (46,67% в 2022 г. против 14,9% в 2021 г.). Отношение использованных и обезвреженных отходов к объему образования в Кемеровской области в 2022 г. составило 43,3%. Это самый низкий показатель обращения с отходами в регионе с 2017 г.

Мировая практика обращения с производственными отходами, нашедшая отражение в Стокгольмской и Минаматской конвенции, а также Базельской конвенции о трансграничном перемещении, относит к наименее приоритетному методу обращения с промышленными отходами их размещение (захоронение) на полигонах или эксплуатируемых объектах. Согласно данным Министерства при-

родных ресурсов и экологии РФ⁵ в 2021 г. масса отходов на хранении достигла 3,5 млрд т, что на 22,2% больше, чем за предыдущий год. Подавляющее большинство из этих отходов (3,1 млрд т) приходится на добывающую отрасль.

На сегодняшний день в добывающей промышленности перерабатывается и вторично используется 45,6% отходов производства, при этом 57,6% производимых отходов окончательно удаляются путем утилизации, обезвреживания, захоронения⁶.

Наряду с этим нельзя не отметить значительных инициатив регионов угледобычи в области снижения экологической нагрузки. Так, в 2019 г. Кузбасс заявил о реализации концепции «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс», обозначив приоритет в обеспечении экологической безопасности через достижение следующих целей:

- снижение экологического ущерба;

⁵ Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2021_/ (дата обращения 15.01.24). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

⁶ Там же.

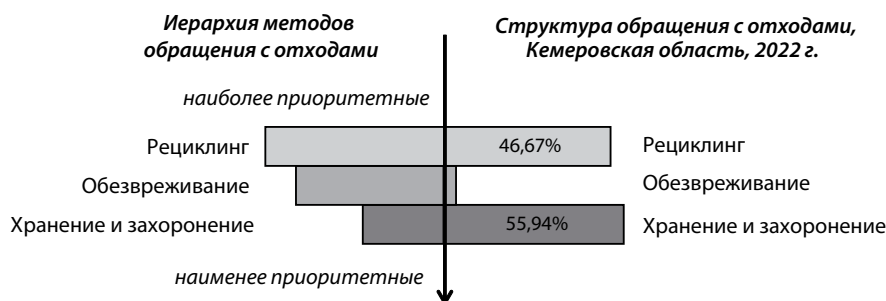


Рис. 3. Структура обращения с промышленными отходами в Кемеровской области – Кузбассе в сравнении с общепринятой иерархией методов обращения с отходами

Fig. 3. Structure of industrial waste management in the Kemerovo Oblast – Kuzbass as compared to the generally accepted hierarchy of waste management methods

- внедрение технологий, позволяющих сохранять жизнь и здоровье человека;
- повышение эффективности за счет интенсификации деятельности;
- использование передовых мировых технологий в области добычи, обогащения и транспортировки угля;
- соизмерение финансово-экономических выгод от деятельности предприятий угледобычи с экологическим ущербом, наносимым экосистеме.

Важными новшествами в работе по улучшению экологии в Кузбассе стало внедрение экологического стандарта, включающего разработку технологических дорожных карт с целью поэтапного перехода к применению наиболее эффективных технологий [6, 7], а также применение социально-экологической экспертизы, позволяющей перед выставлением месторождений на аукцион и выдачей предприятиям лицензии на пользование недрами, проводить их экологическую и социальную экспертизу, чтобы максимально учесть интересы населения. При этом в лицензиях прописываются условия, касающиеся обеспечения промышленной безопасности, охраны недр и защиты окружающей среды [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование энергетического потенциала отходов в иерархии методов обращения является более приоритетным способом управления по сравнению с захоронением [9]. Однако внедрение специального оборудования и технологий для выработки тепловой и электроэнергии часто становится слишком дорогим способом управления отходами [10], значительно превосходящим по затратам простое хранение или передачу отходов другим организациям. Так, метан, выводящийся на поверхность системами проветривания угольных шахт может быть использован для получения тепло- и электроэнергии. Одним из способов его переработки в энергию является использование установок регенеративного термического окисления, факельных установок, газогенераторов и т.д.

Элементы экологического инжиниринга в угольной отрасли находят применение как на этапе образования отходов, так и на этапе их утилизации и предусматривают принятие экологически ориентированных ре-

шений, сопровождающихся разработкой экологических программ в составе технико-технологических проектов производства, которые наряду с увеличением эффективности и производительности производственных процессов способствуют сокращению формирования объемов вредных и опасных отходов⁷. Участниками экоинжиниринга, с одной стороны, выступает государство, с другой стороны, симбиоз организаций-загрязнителей окружающей среды (заказчиков) и специализированных инжиниринговых организаций, которые занимаются проектированием и изготовлением техни-

ческих систем для ее охраны (исполнителей) [11]. Не менее важным является построение модели комплексной системы регионального экологического мониторинга [12].

Дальнейшее повышение эффективности механизмов управления отходами в производственной деятельности (в т.ч. посредством использования экоинжиниринга) будет способствовать сокращению энергоемкости производственных процессов, рациональному использованию и сохранению природных ресурсов, повышению экономической эффективности производства, а также снижению уровня экологических проблем с целью обеспечения комфортной среды существования будущих поколений.

Список литературы

1. Limitations of the implementation of the concept of sustainable development in a coal mining region (the case of the Kemerovo region – Kuzbass) / O.V. Zonova, N.V. Kudrevatykh, O.B. Sheveleva et al. / E3S Web of Conferences. VIth International Innovative Mining Symposium. 2021. P. 04021.
2. Xiang Y., Yongsheng Z. An economic mechanism of industrial ecology: theory and evidence // Structural change and economic dynamics. 2021. Vol. 58. P. 14-22.
3. Nogueira L.A. Exploring the industrial dynamics of waste management and recycling: A call for research and a proposed agenda // Waste Management. 2023. Vol. 170. P. 33-39.
4. 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: 10.18796/0041-5790-2019-9-106-111.
5. Тайлаков О.В., Уткаев Е.А., Макеев М.П. Фугитивные выбросы метана и технологии их сокращения при угледобыче в Кузбассе // Горная промышленность. 2022. № 6. С. 54-59.
6. Belyaeva E., Panaseykina V., Gassiy V. The ecological certification as the economic mechanism of environmental management in Russia // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 265. P. 1-9.
7. Панов А.А., Мекуш Г.Е. Экологический стандарт для угольного региона: методика и механизмы внедрения // Уголь. 2021. № 9. С. 4-8. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-4-8.

⁷ Экологический инжиниринг / Петон: технологический инжиниринговый комплекс. <https://www.peton.ru/ru/about/eco-engineering/> (дата обращения 15.01.24). Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

8. The environmental load reducing as a factor of improving the quality of life of the coal mining region population / Slesarenko E., Sheveleva O., Kudrevatykh N. et al. // *E3S Web of Conferences*. 5th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2020. 2020. P. 04002.
9. Михайлов В.Г., Хорешок А.А., Кошелев А.В. Система управления отходами промышленного предприятия как элемент экологического стандарта угледобывающего региона // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2020. № 3. С. 379-390.
10. The role of investment and innovation activities of coal mining enterprises in increasing the level of environmental safety of country and region / O. Sheveleva, E. Slesarenko, N. Kudrevatykh et al. // *E3S Web of Conferences*. 5th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2020. 2020. P. 04008.
11. Вахрушев П.А. Экологический инжиниринг как эффективный способ обеспечения экологической безопасности предприятия // *Промышленная и экологическая безопасность и охрана труда*. 2015. № 7. URL: <https://prominf.ru/article/ekologicheskii-inzhiniring-kak-effektivnyy-sposob-obespecheniya-ekologicheskoy-bezopasnosti> (дата обращения: 15.01.2024).
12. Галанина Т.В., Баумгартэн М.И., Королева Т.Г. Эколого-экономическое моделирование техногенного воздействия горнодобывающего региона на окружающую среду и человека // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019. № 4. С. 88-97.

Original Paper

UDC 658.567:330.15 © M.K. Kumaneeva, O.B. Sheveleva, O.V. Zonova, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • *Ugol'* – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 74-78
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-74-78>

Title

PRODUCTION WASTE MANAGEMENT IN THE COAL INDUSTRY: RESOURCE-ECOLOGICAL ASPECT

Authors

Kumaneeva M.K.¹, Sheveleva O.B.¹, Zonova O.V.¹

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

Authors Information

Kumaneeva M.K., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: kmk.fk@kuzstu.ru
Sheveleva O.B., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: shob.fk@kuzstu.ru
Zonova O.V., PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Finance and Credit, e-mail: zov.fk@kuzstu.ru

Abstract

The problem of industrial waste generation has long gone beyond just intracompany problems. Today this is one of the key threats to the environment, the scale of which is many times greater than the problem of household waste generation. The solution to this problem – building a production cycle so that waste from one production is the raw material for another – faces a number of limitations. Firstly, there is a need for significant funds for the implementation of eco-engineering and environmental modernization of production, which many enterprises cannot afford. Secondly, this is the predominantly raw material nature of waste generation: the main polluting industry is coal mining, and the main direction of waste management is storage and disposal. These and other circumstances determine the need to consider issues of industrial waste management in industrial regions. This article makes an attempt to explore not only the problems of industrial waste generation, but also to consider the prospects for technical re-equipment and recycling through elements of environmental engineering in the coal industry.

Keywords

Industrial waste, Coal industry, Resource efficiency, Environmental efficiency, Eco-engineering.

References

1. Zonova O.V., Kudrevatykh N.V., Sheveleva O.B., Slesarenko E.V. & Vagina N.D. Limitations of the implementation of the concept of sustainable development in a coal mining region (the case of the Kemerovo region Kuzbass). *E3S Web of Conferences*. VIth International Innovative Mining Symposium, 2021, pp. 04021.
2. Xiang Y. & Yongsheng Z. An economic mechanism of industrial ecology: theory and evidence. *Structural change and economic dynamics*, 2021, (58), pp. 14-22.
3. Nogueira L.A. Exploring the industrial dynamics of waste management and recycling: A call for research and a proposed agenda. *Waste Management*, 2023, (170), pp. 33-39.

4. 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: 10.18796/0041-5790-2019-9-106-111.
5. Tailakov O.V., Utkaev E.A. & Makeev M.P. Fugitive methane emissions and technologies for their reduction in Kuzbass coal mining. *Gornaya promyshlennost*, 2022, (6), pp. 54-59. (In Russ.).
6. Belyaeva E., Panaseykina V. & Gassiy V. The ecological certification as the economic mechanism of environmental management in Russia. *E3S Web of Conferences*, 2021, (265), pp. 1-9.
7. Panov A.A. & Mekush G.E. Environmental standard for the coal region: methods and mechanisms of implementation. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 4-8. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-4-8.
8. Slesarenko E., Sheveleva O., Kudrevatykh N. & Vagina N. The environmental load reducing as a factor of improving the quality of life of the coal mining region population. *E3S Web of Conferences*. 5th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2020, 2020, pp. 04002.
9. Mikhailov V.G., Khoreshok A.A. & Kosheleva A.V. Waste management system of an industrial enterprise as an element of the ecological standard of the coal mining region. *Ustoichivoe razvitiye gornyykh territoriy*, 2020, (3), pp. 379-390. (In Russ.).
10. Sheveleva O., Slesarenko E., Kudrevatykh N. & Kumaneeva M. The role of investment and innovation activities of coal mining enterprises in increasing the level of environmental safety of country and region. *E3S Web of Conferences*. 5th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2020, 2020, pp. 04008.
11. Vakhrushev P.A. Environmental engineering as an effective way to ensure the main safety of an enterprise. *Promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost' i okhrana truda*, 2015, (7). Available at: <https://prominf.ru/article/ekologicheskii-inzhiniring-kak-effektivnyy-sposob-obespecheniya-ekologicheskoy-bezopasnosti> (accessed 15.01.2024). (In Russ.).
12. Galanina T.V., Baumgarten M.I. & Koroleva T.G. Ecological-and-economic modeling of anthropogenic impact on the environment and health in mining regions. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2019, (4), pp. 88-97. (In Russ.).

For citation

Kumaneeva M.K., Sheveleva O.B. & Zonova O.V. Production waste management in the coal industry: resource-ecological aspect. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 74-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-74-78.

Paper info

Received January 10, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Переработка и утилизация отходов угольных шламов, лежалых хвостов на обогатительных фабриках как метод ресурсосбережения в условиях устойчивого развития*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-79-84>

Многие годы в Кузбассе занимались решением вопросов получения продукции из хвостов обогащения железных руд крупнейших обогатительных фабрик. В статье выявлены проблемы обогащения шламов и разработана безотходная технология переработки угольных шламов, лежалых хвостов углеобогатительных фабрик. Авторами проведено апробирование лежалых хвостов Кузбасса и текущих хвостов углеобогащения на Абашевской, Кузнецкой ЦОФ и Краснобродской ОФ. Был изготовлен и собран обогатительный стенд для проведения полупромышленных испытаний сырья, в ходе проведенных испытаний по переработке лежалых хвостов углеобогатительных фабрик Кузбасса были получены данные для разработки технического регламента, определены выходы продуктов, содержание твердого в каждой операции технологической схемы. По разработанной магнитно-гравитационной технологии авторами подтверждена возможность получения угольного концентрата с показателем зольности менее 20%, железосодержащего концентрата с массовой долей железа не менее 62%. В связи с этим весьма важным вопросом для угледобывающей промышленности является внедрение в переработку гидроотвалов углеобогатительных фабрик, которые относятся к I группе техногенных месторождений углесодержащего сырья. Вовлечение в переработку шламов поможет решить проблемы ресурсосбережения, охраны недр, рационального использования недр и защиты окружающей среды.

Ключевые слова: угольные шламы; ресурсосбережение, энергосберегающие технологии, технологии обогащения, углеобогатительные фабрики.

Для цитирования: Переработка и утилизация отходов угольных шламов, лежалых хвостов на обогатительных фабриках как метод ресурсосбережения в условиях устойчивого развития / С.А. Прокопьев, О.Л. Алексеева, Д.Ю. Савон и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 79-84. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-79-84.

ПРОКОПЬЕВ С.А.

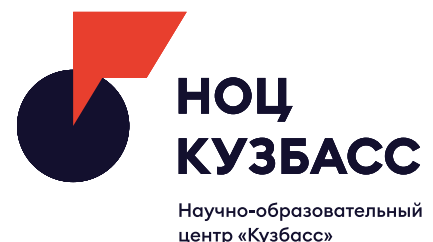
Канд. техн. наук, начальник отдела комплексного использования минерального сырья ИЗК СО РАН, генеральный директор ООО НПК «Спирит», 664033, г. Иркутск, Россия, e-mail:psa@spirit-irk.ru

АЛЕКСЕЕВА О.Л.

Ведущий инженер ИЗК СО РАН, директор по экономике и финансам ООО НПК «Спирит», 664033, г. Иркутск, Россия, e-mail:aol@spirit-irk.ru

САВОН Д.Ю.

Доктор экон. наук, профессор кафедры «Экономика» НИТУ «МИСИС», 119991, г. Москва, Россия, e-mail: di199@yandex.ru



* Работы выполнены в рамках комплексного научно-технического проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2022-1192 «Переработка хвостов угольных обогатительных фабрик с целью получения товарного угольного концентрата» при поддержке комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1144-р от 11 мая 2022 г.

САФРОНОВ А.Е.

*Доктор экон. наук, профессор
кафедры «Менеджмент
и бизнес-технологии» ФГБОУ ВО
«Донской государственный
технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: reception@dstu.edu.ru*

ПРОКОПЬЕВ Е.С.

*Младший научный
сотрудник ИЗК СО РАН,
директор по технологиям
и инновациям ООО НПК «Спирит»,
664033, г. Иркутск, Россия,
e-mail: pes@spirit-irk.ru*

ВВЕДЕНИЕ

Ресурсосбережение – это совокупность мер по бережливому и эффективно-му использованию факторов производства. Ресурсосбережение должно обеспечиваться за счет использования ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий, снижения материалоемкости продукции, повышения производительности труда, сокращения затрат на труд, повышения качества продукции, рационального применения труда менеджеров, использования выгоды международного разделения труда. Ведение успешной и эффективной деятельности в области ресурсосбережения способствует росту экономики, повышению ее конкурентоспособности [1, 2].

Основной задачей ресурсосбережения как науки является экономия материальных ресурсов.

Экономия материальных ресурсов – это экономическая категория, которая характеризуется снижением удельного расхода материальных ресурсов на единицу продукции, но без снижения качества и технического уровня продукции [3, 4].

Причинами увеличения расхода материальных ресурсов являются:

- увеличение объема производства;
- значительное исчерпание материальных ресурсов в освоенных районах;
- перенос добычи материальных ресурсов в труднодоступные районы.

Ресурсосбережение должно достигаться на всех этапах производства и использования ресурсов. Для успешной реализации задач такого рода необходимо:

- вести рациональную добычу природного сырья, топлива;
- максимально использовать добытые ресурсы;
- сводить к минимуму потери при транспортировке и хранении;
- наиболее эффективно применять ресурсы в процессе производства или непромышленного потребления;
- выявлять, вести учет и полное использование вторичных ресурсов, образующихся в процессе их первичного потребления;
- использовать в качестве полноценного сырья, источника энергии или тепла;
- применять энергосберегающие технологии в процессе переработки отходов и утилизации отбросов;
- государственное регулирование на региональном и федеральном уровнях [5, 6].

Если проанализировать итоги развития российской экономики в последние годы, то становится очевидным, что механизм нерационального ресурсопотребления не только не остановлен, но и увеличил обороты, поскольку спад в выпуске продукции опережает сокращение потребления сырья и материалов. Темпы роста образования производственных отходов опережают темпы роста объемов производства. Хвостохранилища углеобогажительных фабрик переполнены. Необходимо строить новые гидроотвалы. Однако это влечет значительные финансовые расходы и необходимость выводить земли из сельскохозяйственного оборота. При этом огромные гидроотвалы наносят существенный вред окружающей среде.

Поэтому разработка и внедрение технологии обогащения шламов гидроотвалов и лежалых хвостов углеобогажительных фабрик с получением угольного концентрата по экологически чистой технологии при низких энергозатратах позволят избежать этих издержек. Ресурсосбережение позволяет высвободить и приумножить капитал. Сокращение потерь ресурсов позволяет высвободить денежные средства и направлять их для решения других проблем. Инвестиции, направленные на сокращение потерь ресурсов, окупаются, по оценкам экспертов, в три раза быстрее, чем инвестиции в увеличение данного ресурса.

Согласно Программе развития обогащения каменного энергетического угля России к 2030 г. объемы обогащения угля вырастут до 345 млн т (рост против уровня 2015 г. в 1,9 раза). Охват обогащением каменных энергетических углей достигнет 85%, в пять раз вырастет производительность труда на

обогащительных фабриках. Обогащению подвергается 85% всех добываемых углей в Печорском бассейне, 68% – в Ростовской области, 60% – в Якутии и Хакасии, 55% – в Кузбассе [7, 8]. В основном строительство обогащительных фабрик при создании новых центров добычи осуществляется на востоке страны. В соответствии с утвержденной Правительством РФ «Программой развития угольной промышленности России на период до 2030 г.» заложены обогащительные мощности на новых месторождениях (Эльгинском, Инаглинском, Денисовском) в Якутии (в конце мая 2023 г. введена в строй первая обогащительная фабрика на Инаглинском ГОКе). Построена новая ОФ «Чегдомынская» в Хабаровском крае на Ургальском месторождении, действует крупнейшая ОФ «Тугнуйская» в Забайкальском крае. Предусматривается строительство мощностей по обогащению 15 млн т угля в Республике Тыва (на Элегестском, Межегейском месторождениях) [9, 10, 11].

В ходе реализации проекта «Переработка хвостов обогащительных фабрик с целью получения товарного угольного концентрата» КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» на базе шламохранилища Центральной обогащительной фабрики «Кузбасская» угольной компании «Южный Кузбасс» в Междуреченске прошли опытно-промышленные испытания уникальной обогащительной установки, имеющей производительность по исходному сырью 2 т в час. По итогам проведенных испытаний по переработке лежалых хвостов углеобогащительных фабрик Кузбасса были получены данные для разработки технического регламента, определены выходы продуктов, содержание твердого в каждой операции технологической схемы.

По разработанной магнитно-гравитационной технологии подтверждена возможность получения угольного концентрата с показателем зольности – менее 20%, железосо-

держащего концентрата с массовой долей железа не менее 62%, пригодного для применения в металлургической промышленности или использования в тяжелосредней сепарации для обогащения угля. Хвосты обогащения могут быть использованы как песок для строительных работ. При этом из 1 т шлама в среднем можно получить примерно 15-20% товарного угольного концентрата [12, 13].

ПРОЦЕСС БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ, ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ УГЛЕОБОГАЩИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

На основании полученных данных о вещественном составе исходных и композитной проб и данных технологических испытаний была разработана гравитационно-магнитная схема обогащения лежалых хвостов углеобогащительных фабрик (см. рисунок).

Продукты обогащения анализировались по показателю A^d и массовой доле железа.

В результате операции грохочения получен надрешетный продукт с показателем A^d , равным 20,60%. Выход продукта составляет 11,78%. Подрешетный продукт направлялся на операцию сгущения, где выход слива составил 45,32% с показателем A^d , равным 68,24%. Операция винтовой сепарации (ВС) выполнена на песках сгущения, в результате чего удалось получить угольный продукт с выходом 33,14 и показателем A^d , равным 25,26% (см. таблицу).

Породная часть ВС с выходом 9,75% направляется на ММС. Угольный продукт ВС направили на обезвоживание с применением операции грохочения на сетке 125 мкм (выбрана операция грохочения, поскольку угольный продукт представлен зернистым материалом). В результате обезвоживания удалось получить угольный концентрат с показателем A^d , равным 18,90%. Выход составил 20,81%. На ММС была получена (М.Ф.) с выходом 0,66%, где массовая доля железа составила 64,9% [14, 15].

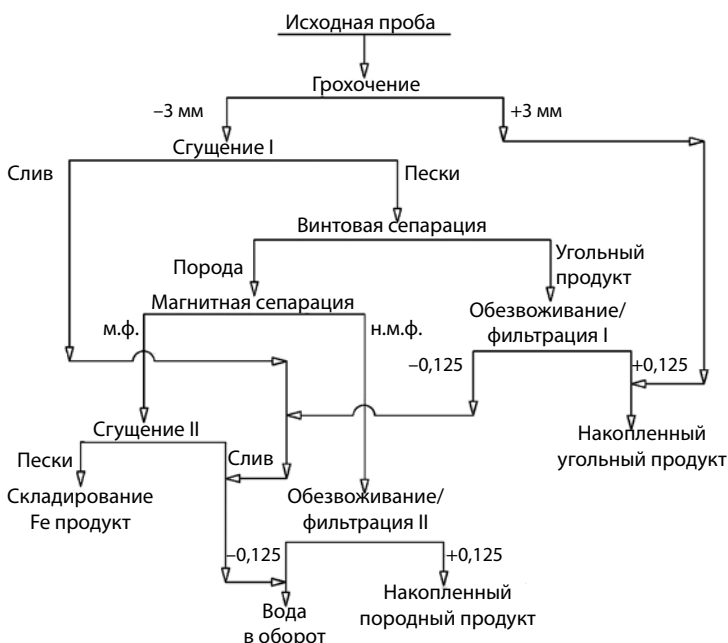
Технологические показатели балансового опыта по операциям технологического процесса показали:

- угольный концентрат с выходом 20,81%. Показатель A^d составляет 18,9%;
- угольный продукт (надрешетный продукт) с показателем A^d , равным 20,60%, выход – 11,78%;
- железосодержащий концентрат (М.Ф.) с массовой долей железа 64,9%, выход продукта – 0,66%.

Результаты балансового опыта подтвердили, что по разработанной гравитационно-магнитной схеме обогащения возможно получить угольный продукт с показателем зольности (A^d) менее 20% и железосодержащий концентрат с массовой долей железа более 62% из лежалых хвостов углеобогащительных фабрик.

Переработка угольных шламов рекомендуется по гравитационно-магнитной схеме обогащения со следующими режимными параметрами и типами обогащительного оборудования:

- рудоподготовка исходной пробы включает в себе две операции: классификация и сушение. Классификация исходного материала выполняется при помощи инерционного грохота марки ГИОб,



Принципиальная схема обогащения лежалых хвостов углеобогащительных фабрик

Schematic processing flow sheet of aged tailings at coal preparation plants

Технологические показатели балансового опыта по операциям технологического процесса

Technological indicators of the balance experience by technological process operations

Продукт обогащения	Выход от исходного, %	Массовая доля, %		Извлечение, %	
		Fe _{общ}	A ^d	Fe _{общ}	A ^d
Грохочение					
Надрешетный продукт	11,78	1,66	20,60	10,54	5,02
Подрешетный продукт	88,22	88,22	52,01	89,46	94,98
Итого: исходные шламы	100,00	100,00	48,31	100,00	100,00
Сгущение					
Слив	45,32	3,19	68,24	48,34	64,02
Пески (питание ВС)	42,89	3,15	34,87	45,11	30,96
Итого: питание ГЦ	88,22	3,17	52,01	93,46	94,98
Винтовая сепарация (ВС)					
Породная часть	9,75	8,82	67,51	28,71	13,62
Угольный продукт	33,14	1,48	25,26	16,41	17,33
Итого: питание ВС	42,89	3,15	34,87	45,11	30,95
Обезвоживание/фильтрация угольного продукта					
Илы обезвоживания	12,33	2,89	36,00	11,89	9,19
Угольный концентрат	20,81	0,65	18,90	4,52	8,14
Итого: угольный продукт	33,14	1,48	25,26	16,41	17,33
Мокрая магнитная сепарация (ММС)					
Магнитная фракция (М.Ф.)	0,66	64,9	100,00	14,37	1,37
Не магнитная фракция	9,08	4,3	65,14	14,34	12,25
Итого: породная часть (концентрат ВС)	9,75	8,82	67,51	28,71	13,625

операция сгущения рабочего класса крупности проводится с применением гидроциклона марки ГЦП-150. Рекомендуемые режимные параметры инерционного грохота марки ГИ06: производительность – 2,5 т/ч, плотность пульпы (% твердого в питании по массе) – 20%. Рекомендуемые режимные параметры гидроциклона марки ГЦП-150: производительность – 12 м³/ч, плотность пульпы (% твердого в питании) – 20%, диаметр песковой насадки – 22 мм;

– гравитационное обогащение продуктивного класса рекомендуется выполнять на ВС марки СВМ-1000 со следующими режимными параметрами: производительность – 2,6 т/ч, плотность пульпы (% твердого в питании) – 25-30%, расход смывной воды – 0,08 м³/ч;

– мокрая магнитная сепарация породной части осуществляется при помощи магнитного сепаратора марки МБС-Л 250×100/Т3759 со следующими режимными параметрами: магнитная индукция на поверхности барабана – 80 мТл, производительность – 0,07 т/ч, плотность пульпы (% твердого в питании) – 30-35%.

На основании полученных данных была разработана проектная документация по изготовлению обогатительного стэнда и выполнены полупромышленные испытания, в результате которых были получены угольные концентраты с соответствующими показателями:

1. Полупромышленное испытание № 1: выход продукта – 25,50%; показатель зольности (A^d) – 14,4%; массовая доля общей влаги (W_{гт}) – 5,1%, зафиксировано протоколом проведения полупромышленного испытания.
2. Полупромышленное испытание № 2: выход продукта – 24,64%; показатель зольности (A^d) – 17,8%; массовая доля общей влаги (W_{гт}) – 8,1%, зафиксировано протоколом проведения полупромышленного испытания.
3. Полупромышленное испытание № 3: выход продукта – 25,06%; показатель зольности (A^d) – 18,4%; массовая доля

общей влаги (W_{гт}) – 8,1%, зафиксировано протоколом проведения полупромышленного испытания.

Показатели железосодержащих концентратов полупромышленных испытаний:

1. Полупромышленное испытание № 1: выход продукта – 0,70%; массовая доля железа – 64,72%. Составлен протокол проведения полупромышленного испытания.
2. Полупромышленное испытание № 2: выход продукта – 0,81%; массовая доля железа – 64,34%, что зафиксировано протоколом проведения полупромышленного испытания.
3. Полупромышленное испытание № 3: выход продукта – 0,74%; массовая доля железа – 64,28%. Составлен протокол проведения полупромышленного испытания.

Общий выход хвостов обогащения составляет 60,93%, 61,78% и 61% соответственно.

Переработка хвостов на основании созданной методики и проведения полупромышленного испытания позволит решить проблему получения качественного вторичного топлива с минимальными затратами на добычу по экологически чистой технологии при низких энергозатратах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования разработана гравитационно-магнитная схема обогащения, включающая в себя:

- классификацию исходного материала с выделением зернистой части исходных шламов крупностью более 2 мм, приемлемой по зольности для присадки к готовому продукту обогащения;
- сгущение рабочего класса крупности с выделением материала с высоким показателем A^d из обогатительного процесса;
- винтовую сепарацию с получением угольного и породного продукта;

– обезвоживание/фильтрацию угольного концентрата и хвостов обогащения;

– мокрую магнитную сепарацию на породном продукте гравитации с получением железосодержащего продукта.

По представленной технологии возможно получить качественное вторичное топливо с показателем A^d менее 20%, железосодержащий концентрат с массовой долей железа не менее 62%, который может быть пригодным для применения в металлургической промышленности или может быть использован в тяжелосредней сепарации для обогащения угля. Хвосты обогащения могут быть использованы как песок для строительных работ, ГОСТ 8736-2014. По итогам этой работы спроектирована опытно-промышленная технологическая линия по получению угольного концентрата из техногенных отходов, которую построят на производственной площадке «Спирита».

Менее чем за год была изготовлена обогатительная установка, имеющая производительность по исходному сырью порядка 2 т/ч. Данная установка не уступает зарубежным аналогам и впервые прошла эксплуатацию на реальном сырье на базе ЦОФ «Кузбасская» компании «Южный Кузбасс». В ходе проведения промышленных испытаний отмечено, что фактическая производительность установки превышает заявленную в два раза (4,6 т/ч против 2 т/ч по паспорту). Также получен углесодержащий концентрат с зольностью 9,3%, что подтверждает результаты, полученные в лабораторных условиях.

Будущая установка, которую разместят на одной из фабрик Кемеровской области, будет перерабатывать 20 т сырья в час. При желании мощности оборудования можно увеличить, а опыт ученых и производственников Иркутска масштабировать на другие регионы. Такая установка позволит определять объемы перерабатываемого сырья и получаемых ценных продуктов, а также непосредственно выгоду от использования оборудования.

В представленном исследовании подтверждается перспективность реализации проекта по вовлечению в переработку лежалых хвостов углеобогатительных фабрик. Переработка хвостов позволит решить несколько актуальных вопросов, а именно возможность получения качественного вторичного топлива с минимальными затратами на добычу по экологически чистой технологии при низких энергозатратах. Также вовлечение в переработку хвостов углеобогатительных фабрик решает проблемы ресурсосбережения, охраны недр, рационального использования сырья и защиты окружающей среды. Кроме того, получаемый попутно железосодержащий концентрат может быть возвращен в обратный процесс обогащения углей. Все это успешно решает вопрос комплексности использования лежалых хвостов углеобогатительных фабрик. Поскольку безопасность и здоровье людей, безусловно, важнее прибыли любого предприятия, то независимо от того, осознают руководители предприятий выгоду от использования вторичного сырья или нет, они должны приложить максимум усилий и сделать все возможное, чтобы оградить окружающую среду от вредного воздействия производственной деятельности. Несмотря на важность решения экологических проблем, разработка хвостохранилищ в условиях рыночных отношений

должна быть, в первую очередь, рентабельной. Это возможно только при использовании безотходной технологии их обогащения с высокой степенью извлечения ценных продуктов и использовании пустой породы для производства товарной продукции.

Список литературы

1. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development / V. Samarina, T. Skufina, A. Samarin et al. // *Espacios*. 2019. Vol. 40. No. 16. P. 6.
2. Влияние кризиса на финансовый результат деятельности угольной отрасли / Д.Ю. Савон, А.Е. Сафронов, Н.О. Вихрова и др. // *Уголь*. 2022. № 11. С. 62-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68.
3. Современные тенденции развития угольной промышленности с учетом влияния пандемии / А.М. Лялин, А.В. Зозуля, Т.Н. Еремина и др. // *Уголь*. 2021. № 5. С. 62-65. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-62-65.
4. Чернова О.А. Стрессовые факторы устойчивого развития угольной промышленности России // *Journal of Applied Economic Research*. 2022. № 1. С. 49-78. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.1.003.
5. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2020. № 10. P. 465-470. DOI: 10.32479/ijeep.9396.
6. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Савон Д.Ю. Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения // *Уголь*. 2021. № 7. С. 20-24. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.
7. Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Экспортно ориентированная стратегия развития угольных компаний России – основной фактор обеспечения их финансовой устойчивости // *Уголь*. 2017. № 11. С. 54-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
8. Малышев Ю., Ковальчук А., Рожков А. Угольная отрасль: поиск ориентиров в эпоху перемен // *Энергетическая политика*. 2021. № 2. С. 18-29. DOI: 10.46920/2409-5516-2021-2156-18.
9. Угольная промышленность районов Крайнего Севера: специфические особенности, текущее положение и концепция развития / М.С. Гончаров, Д.Ю. Савон, А.Е. Сафронов и др. // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2023. № 1. С. 95-107. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2023.79.006.
10. Усольцева И.О., Передерин Ю.В., Крайденко Р.И. Обогащение углей: современное состояние технологий // *Ползуновский вестник*. 2017. № 3. С. 131-137.
11. Campbell B. Corporate influence and the global pandemic – reflections from the mining sector. *Revista Brasileira de Política Internacional* [online]. 2022. Vol. 65, No. 1. [Accessed 18 June 2023], e001. DOI: 10.1590/0034-7329202200101.
12. Хамзина Т. Угольный шлам: вторая жизнь // *Глобус*. 2021. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vnedra.ru/tehnologii/ugolnyj-shlam-vtoraya-zhizn-13710/> (дата обращения: 15.01.2024).
13. ИТС 37–2017. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Добыча и обогащение угля.
14. Процесс развития технологий обогащения угля в России и за рубежом / С.А. Прокопьев, О.Л. Алексеева, Д.Ю. Савон и др. // *Уголь*. 2023. № 11. С. 96-101. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-96-101.
15. Прокопьев С.А. Обзор гравитационных технологий обогащения угольных шламов // *Науки о Земле и недропользование*. 2022. 45(4):С. 458-468. DOI: 10.21285/2686-9993-2022-45-4-458-468.

Original Paper

UDC 332.365:658.567 © S.A. Prokopyev, O.L. Alekseeva, D.Yu. Savon, A.E. Safronov, E.S. Prokopyev, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 79-84
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-79-84>

Title

PROCESSING AND DISPOSAL OF WASTE COAL SLUDGE, STALE TAILINGS AT PROCESSING PLANTS AS A METHOD OF RESOURCE CONSERVATION IN CONDITIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Authors

Prokopyev S.A.,^{1,2} Alekseeva O.L.,^{1,2} Savon D.Yu.,³ Safronov A.E.,⁴ Prokopyev E.S.^{1,2}

¹ Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, Russian Federation

² LLC Research and Production Company Spirit, Irkutsk, 664033, Russian Federation

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

⁴ FSBEI HE "Don State Technical University", Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation

Authors information

Prokopyev S.A. PhD (Engineering), Head of the Department of Complex Utilization of Mineral Raw Materials, General Director, e-mail: psa@spirit-irk.ru

Alekseeva O.L. Leading engineer, Director for Economics and Finance, e-mail: aol@spirit-irk.ru

Savon D.Yu. Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economy, e-mail: di199@yandex.ru

Safronov A.E., Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Business Technologies, e-mail: reception@dstu.edu.ru

Prokopyev E.S. Junior Researcher, Director for Technology and Innovation, e-mail: pes@spirit-irk.ru

Abstract

For many years Kuzbass has been dealing with issues of obtaining products from the tailings of iron ore processing at the largest processing plants. The article identifies the problems of sludge enrichment and develops a waste-free technology for processing coal sludge, stale tailings of coal-processing plants. The authors tested the stale tailings of Kuzbass and the current tailings of coal enrichment at the Abashevskaya, Kuznetsk Central and Krasnobrodskaya CPP. A processing stand was manufactured and assembled for semi-industrial tests of raw materials, during the tests carried out on the processing of stale tailings of Kuzbass coal processing plants, data were obtained for the development of technical regulations, product yields were determined, the solid content in each operation of the technological scheme. According to the developed magnetic gravity technology, the authors confirmed the possibility of obtaining a coal concentrate with an ash content of less than 20%, an iron-containing concentrate with a mass fraction of iron of at least 62%. In this regard, a very important issue for the coal mining industry is the introduction of coal processing plants into the processing of hydraulic dumps, which belong to the I group of man-made deposits of carbonaceous raw materials. Involvement in sludge processing will help solve the problem of resource conservation, protection of the subsoil, rational use of the subsoil and environmental protection.

Keywords

Coal sludge, Resource conservation, Energy-saving technologies, Enrichment technologies, Coal-processing plants.

References

1. Samarina V., Skufina T., Samarin A. & Ushakov D. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development. *Espacios*, 2019, Vol. 40, N. (16), pp. 6.
2. Savon D.Yu., Safronov A.E., Vikhrova N.O., Kruzhkova G.V. & Goncharov M.S. Impact of the crisis on the financial performance of the coal industry. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 62-68 (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68.
3. Lyalin A.M., Zozulya A.V., Eremina T.N. & Zozulya P.V. Current trends in the development of the coal industry, taking into account the impact of the pandemic. *Ugol'*, 2021, (5), pp. 62-65. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-62-65.
4. Chernova O.A. Stress factors of sustainable development of the Russian coal industry. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, (1), pp. 49-78. (In Russ.). DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.1.003.
5. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S. & Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020, (10), pp. 465-470. DOI: 10.32479/ijeep.9396.

6. Samarina V.P., Skufina T.P. & Savon D.Yu. Comprehensive assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: problems and mechanisms of their resolution. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 20-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.

7. Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Export-oriented development strategy of the coal companies of Russia – the main factor ensuring their financial stability. *Ugol'*, 2017, (11), pp. 54-56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.

8. Malyshev Yu., Kovalchuk A. & Rozhkov A. Coal industry: search for reference points in the times of change. *Energeticheskaya politika*, 2021, (2), pp. 18-29. (In Russ.). DOI: 10.46920/2409-5516-2021-2156-18.

9. Goncharov M.S., Savon D.Yu., Safronov A.E. & Ryadnov V.I. The coal industry in the Far North: distinctive features, current status and a development concept. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka*, 2023, (1), pp. 95-107. (In Russ.). DOI: 10.37614/2220-802X.1.2023.79.006.

10. Usoltseva I.O., Perederin Yu.V. & Kraydenko R.I. Coal enrichment: current technological state. *Polzunovskij vestnik*, 2017, (3), pp. 131-137. (In Russ.).

11. Campbell B. Corporate influence and the global pandemic – reflections from the mining sector. *Revista Brasileira de Política Internacional* [online], 2022, Vol. 65, (1). [Accessed 18 June 2023], e001. DOI: 10.1590/0034-7329202200101.

12. Khamzina T. Coal sludge: a second life. *Globus*, 2021, (1). [Electronic resource]. Available at: <https://www.vnedra.ru/tehnologii/ugolnyj-shlamv-toraya-zhizn-13710/> (accessed: 15.01.2024).

13. ITS 37-2017. Information and technical reference book on the best available technologies. Coal mining and preparation. (In Russ.).

14. Prokopyev S.A., Alekseeva O.L., Savon D.Yu., Kostyukhin Yu.Yu. & Prokopyev E.S. The process of developing coal enrichment technologies in Russia and abroad. *Ugol'*, 2023, (11), pp. 96-101. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-96-101.

15. Prokopyev S.A. Overview of coal sludge gravity concentration technologies. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie*, 2022, (45), pp. 458-468. (In Russ.). DOI: 10.21285/2686-9993-2022-45-4-458-468.

Acknowledgements

The research was performed as part of the Integrated Scientific and Technical Programme of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation № 075-15-2022-1192 "Processing of coal mill tailings in order to obtain commercial coal concentrate" with support of the 'Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life' Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle, approved by Order No. 1144-p of the Government of the Russian Federation on May 11, 2022.

For citation

Prokopyev S.A., Alekseeva O.L., Savon D.Yu., Safronov A.E. & Prokopyev E.S. Processing and disposal of waste coal sludge, stale tailings at processing plants as a method of resource conservation in conditions of sustainable development. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 79-84. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-79-84.

Paper info

Received December 28, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Применение золошлаковых отходов в промышленности строительных материалов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-85-88>

В статье представлены результаты исследования перспективы применения золошлаковых отходов, образуемых в процессе сжигания угля на тепловых электростанциях, при производстве бетона. Установлено, что включение в состав бетонной смеси золы приводит к уменьшению стоимости производимых строительных материалов, экономии природных ресурсов, увеличению прочности и морозостойкости конструкций. Использование золошлаковых отходов в составе смеси с учетом содержания оксида кальция (CaO) позволило осуществить классификацию получаемой смеси для производства тяжелых и легких бетонов. При определении состава смеси необходимыми характеристиками являлись прочность получаемого изделия, морозостойкость, устойчивость к появлению трещин под воздействием внешних нагрузок, таких как сдвливание, растяжение, охлаждение. Проведен анализ работ российских и зарубежных ученых по изготовлению тяжелых и легких бетонов с применением золошлаковой смеси, образуемой при сжигании угля. Представлен химический состав золы-уноса, что позволило определить соотношение данного заполнителя в составе бетонной смеси.

Ключевые слова: сжигание угля, золошлаковые отходы, тепловые электростанции, теплоэффективность, высококальциевые золы, зола-уноса, гранулометрический состав, хозяйственный оборот, ресурсосбережение.

Для цитирования: Астафьева О.Е. Применение золошлаковых отходов в промышленности строительных материалов // Уголь. 2024. № 2. С. 85-88. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-85-88.

АСТАФЬЕВА О.Е.

Канд. экон. наук,
заведующий кафедрой экономики и
управления в строительстве
ФГБОУ ВО Государственный
университет управления,
109542, г. Москва, Россия,
e-mail: oe_astafyeva@guu.ru

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно объемы золошлаковых отходов увеличиваются на 1,5 млн т, а площадь земель, занятых данными отходами, составляет порядка 20 тыс. га земли. В этой связи достаточно острой проблемой становится определение вариантов переработки данных отходов с возможностью их использования в производстве строительных материалов, что позволит снизить антропогенное воздействие на окружающую среду и сократить расходы не только на их хранение, но и на производство продукции. Вовлечение в производство строительных материалов вторичных ресурсов позволяет формировать высокотехнологичные предприятия в промышленности строительных материалов [1], которые способны выпускать конкурентоспособную продукцию с применением золошлаковых отходов, например сухие строительные смеси, высокопрочный цемент, золоминеральные утеплители, ячеистые бетонные блоки, известково-зольный кирпич и другие строительные материалы, в состав которых входят золошлаковые отходы как компонент, улучшающий свойства изделия.

Изготовление строительных материалов на золошлаковой основе приводит к экономии природных ресурсов, снижению себестоимости строительства, способствует повышению морозостойкости строительной продукции и теплоэффективности.

Таким образом, включение золошлаковых отходов (далее – ЗШО) в состав производимых строительных материалов удешевляет строительство при сохранении качества и способствует улучшению экологической обстановки. Например, применение ЗШО при выполнении работ по строительству земляного полотна автомобильных дорог [2] снижает себестоимость данных работ на 15% [3]. Использование золошлаковой смеси при строительстве дорог уменьшает деформацию дорожного полотна в зимний период, что позволяет использовать ее как добавку для пористого и плотного асфальтобетона марок II и III, в которых допустимо использование данного вида заполнителя.

Важным моментом является соблюдение требований безопасности продукции, производимой с использованием ЗШО. В категорию вторичных отходов, применяемых в производстве строительных материалов входят только отходы, прошедшие обработку, переработку и обезвреживание, отвечающие санитарно-гигиеническим требованиям.

Одним из наиболее перспективных методов использования ЗШО является применение их в качестве наполнителя в бетонной смеси, что делает ее более прочной и позволяет применять при монолитном строительстве.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Золошлаковые отходы относятся к 5 классу опасности, т.е. наименее опасные, но с учетом их размещения на открытых земельных участках, при отсутствии переработки и вторичного использования, с каждым годом требуются большие площади для хранения. Вовлечение в хозяйственный оборот золошлаковых отходов зависит от используемого угольного топлива, в результате которого они образуются, и от имеющихся технологий их переработки. В строительной отрасли можно выделить следующие направления применения строительных материалов с использованием золошлаков: строительство дорог, строительство нежилых зданий и производство высокопрочных железобетонных конструкций для объектов специального назначения.

Золошлаковые отходы являются мелкодисперсионным материалом, частицы которого составляют примерно 0,14мм, что позволяет использовать ЗШО в качестве заполнителя различных смесей. Так, использование зол, образующихся теплоэлектростанциями (далее – ТЭЦ), в качестве заполнителя в бетонной смеси позволяет производить бетон повышенной прочности и экономить до 50% природных заполнителей, что обеспечивает ресурсосбережение при производстве строительной продукции.

Свойства, присущие ЗШО, такие как высокая плотность и низкая теплопроводность, также позволяют сократить энергозатраты и снизить потребность в природных заполнителях [4], что является действенным способом экономии природных ресурсов.

При замене в бетоне части цемента на ЗШО примерно на 270 мегаватт в год снижается объем углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу [5].

Использование ЗШО в технологиях производства бетона снижает воздействие на окружающую среду CO₂ примерно на 800 кг на 1 т произведенного клинкера [6] в силу его уменьшения в составе благодаря золошлаковому наполнителю, который по химическим свойствам в большей части соответствует составу цемента. Однако следует отметить, что применяемые в России высококальциевые золы характеризуются высоким содержанием в составе оксида кальция (CaO), что позволяет их классифицировать (см. таблицу) на кислые (в составе которых до 10% CaO) и основные (в составе более 10% CaO). В этой связи для изготовления легкого бетона в смесь добавляются хлористый кальций и соляная кислота, которые стабилизируют состав и препятствуют образованию коррозии бетона. При производстве тяжелых бетонов высокое содержание оксида кальция приводит к минерализации материала, что делает изготавливаемую бетонную смесь более прочной за счет высоких вяжущих свойств.

Следует отметить, что на состав золы оказывают влияние используемый на ТЭЦ тип угля и применяемая технология сжигания, что позволяет в качестве важного направления исследования использовать летучую золу при изготовлении легких и тяжелых бетонов.

Химический состав золы-уноса включает: 57,5% – SiO₂; 21,51% – Al₂O₃; 9,19% – CaO; 6,8% – Fe₂O₃; 1,6% – MgO; 0,4% – Na₂O; 1,6% – K₂O; 0,7% – TiO₂; 0,7% – SO₃. Несмотря на то, что все золы по химическому составу однородны, гранулометрический состав и удельная поверхность у них отличаются (например, удельная поверхность находится в диапазоне от 3000 до 5000 см²/г [7, 8]). Зола-уноса как микронаполнитель, являющийся минеральной добавкой, влияет на структурообразование бетона и увеличивает его вяжущие свойства. Происходит улучшение удобоукладываемости, и снижаются водоотделение бетонной смеси, усадочная деформация, повышается время транспортировки бетона до потребителя.

При замене части цемента золой и для определения ее гидравлической активности на основе методик, представленных в ГОСТ 314.4 «Цементы. Методы испытаний» и ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии (с Изменениями N 1, 2)» [9], в работе определялся коэффициент цементирующей эффективности (K_ц) образца размером 40×40×160 мм на 28 сутки на сжатие, растяжение и изгиб. Добавление 30% золы в массу цемента дает наибольшую эффективность по

Виды золошлаковых смесей

Types of ash and slag mixtures

Золошлаковые отходы (смеси)

Класс	Class F	Class C
Содержание CaO, %	< 10	> 10
Характеристика	Кислые	Основные
По виду сжигаемого угля подразделяются:	– На антрацитовые (образуются при сжигании антрацита, полуантрацита, тощего каменного угля); – Каменноугольные (образуются при сжигании каменного угля, за исключением из состава тощего угля	– Буроугольные (образуются при сжигании бурого угля)



Определение коэффициента цементующей эффективности при вводе золы-уноса в состав смеси
 Determination of the cementing efficiency index when fly ash is introduced into the mixture

прочности (см. рисунок). Прочность бетона увеличивается на 12% при вводе 1,5% золы-уноса.

Как показывают результаты исследования, содержание золы-уноса в бетоне не должно превышать 50%, в противном случае уменьшаются морозостойкость и прочность. Оптимальный процент золы в составе смеси, при котором сохраняется прочность строительных материалов, определен в сравнении с образцом бетона, изготовленным без добавок. Так, введение 10-30% золы-уноса в смесь показало высокую прочность по сравнению с сравниваемым образцом. За счет адгезии зола-уноса лучше контактирует с цементующей массой, за счет чего уменьшаются микротрещины и увеличивается прочность бетона.

Мелкодисперсионные золы используются в разработке суперпластификаторов, которые являются добавкой для бетона, вводимой в смесь для изменения в нужном направлении ее свойств. То есть происходит изменение качественных характеристик бетона, что сказывается на улучшении укладываемости и формуемости.

При применении в бетонах ЗШО получается мелкозернистый бетон, относящийся к категории тяжелых и соответствующий следующим классам прочности на сжатие (выдерживаемой нагрузки на разрушение в Мпа) В5; В7,5; В10; В12,5; В15 и В25 [10, 11, 12, 13, 14]. При изготовлении необходимо следующее соотношение компонентов цемента и золошлаковой смеси по массе с использованием следующей схемы:

Прочность = цемент : золошлаковый состав.

Тяжелый бетон используется для изготовления строительных конструкций, а применение золы улучшает гранулометрический состав смеси, что приводит к образованию более плотного и прочного бетона, способного удерживать гидростатическое давление до 1,2 Мпа, что позволяет изготавливать крупные элементы строительной конструкции – панели, перекрытия, несущие конструкции. Изготовление бетона с применением ЗШО повышает экономическую эффективность производства, которая заключается в снижении расхода цемента на 25%, песка на 30%.

Для изготовления мелкозернистого бетона помимо ЗШО в состав добавляют природный кварцевый песок, тогда происходит сокращение расхода цемента в смеси на 20%. Такой бетон эффективен при производстве тонкостенных конструкций или конструкций из густоармированного бетона, к которым относятся монолитные бетонные и желе-

зобетонные конструкции, в которых содержание арматуры составляет более 1%. Густоармированный каркас применяется для строительства специальных сооружений с целью повышения прочности и устойчивости к нагрузкам. В таких случаях обычно применяют бетон класса В25 с характеристиками морозостойкости F150 и водонепроницаемости W6. Состав такого бетона будет соответствовать: 1 (цемент) : 0,8 (зола) : 5,4 (песок). При таком соотношении зола заполняет пустоты, образуемые между песчинками в составе, и увеличивает прочность бетона до 50%. Несмотря на то, что в составе уменьшается расход цемента, стойкость к появлению трещин увеличивается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение в составе бетонной смеси золошлаковых отходов позволяет сделать более экономически выгодным производство бетона, увеличить его выпуск, обеспечив снижение затрат и снижение негативной нагрузки на окружающую среду. Определено, что применение ЗШО уменьшает стоимость строительных материалов на 20%, повышается прочность бетона на 15-25%, улучшаются его технологические свойства, снижается негативное воздействие на окружающую среду за счет вторичного использования зол и уменьшения площади загрязненных земель. Исследование воздействия золошлаковых отходов на свойства бетона позволило определить соотношение состава смеси для достижения необходимых характеристик прочности и морозостойкости. Введение минеральных добавок в состав бетона позволяет не только экономить цемент, но и улучшать технические характеристики получаемой смеси, а именно улучшать качество, коэффициент цементующей эффективности и прочность конструкций. Представленное изменение соотношения массы цемента в составе бетона и его частичная замена на золу позволили представить отношение масс веществ в составе бетонов разной марки, при которых прочность сохранилась. При изготовлении образцов раствор показал высокую прочность на сжатие и образование трещин. Рекомендовано использовать ЗШО в составе цемента для нежилых объектов строительства. Достижимая прочность раствора позволяет его применять при строительстве мостов, тоннелей, дорог и при строительстве промышленных объектов.

Список литературы

1. Абдюшева Д.Р., Степанов А.А. Характеристика структуры перевозок транспортно-логистического комплекса и его динамика // Управление. 2020. Т. 7. № 4. С. 24-31.
2. Костоглодов Д.Д., Харисова Л.М. Распределительная логистика. Ростов-на-Дону: Изд-во Экспертное бюро, 1997. 128 с.
3. Астафьева О.Е. Особенности формирования механизма устойчивого развития промышленности на основе эффективного использования ресурсов // Вестник университета. 2020. № 7. С. 45-50.
4. Global value chains in a changing world / Edited by Deborah K. Elms and Patrick Low // Fung Global Institute (FGI), Nanyang Technological University (NTU), and World Trade Organization (WTO), 2013. URL: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4tradeglobalvalue13_e.pdf (дата обращения: 15.01.2024).
5. Губанов Д.А. Производство и поставки угля в России. Информационно-аналитический обзор (июнь 2020). М.: ЦДУ ТЭК, 2020. 29 с.

6. Катышева Е.Г. Отраслевые особенности формирования собственных финансовых ресурсов на предприятиях горной промышленности // Новый взгляд. Международный научный вестник. 2014. № 4. С. 172-185.
7. Гринько Н.К. Перспективы добычи и использования угля // Уголь. 2000. № 11. С. 7-12.
8. Киселев Ю. М. Устойчивость производственно-экономической системы хозяйствующего субъекта реального сектора экономики. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2006. 44 с.
9. Li D.-Y., Liu W.-C., Wang S. Formation mechanism of coal mine sustainable capacity design // Journal of the China Coal Society. 2017.
10. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2020 года // Уголь. 2020. № 9. С. 35-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47.
11. Возможности устойчивого развития угольной промышленности на основе применения риск-ориентированного подхода в управлении / Т.Ю. Шемякина, О.Е. Астафьева, А.А. Горбунов и др. // Уголь. 2020. № 5. С.29-32.
12. Sustainable consumption and production – Research, experience, and development – The Europe we want / Rebeka Kovacic Lukman, Peter Glavic, Angela Carpenter et al. // Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 138. P. 139-147.
13. Advanced Modelling Techniques Studying Global Changes in Environmental Sciences / Y.-S. Park, S. Lek, C. Baehr et al. // Developments in Environmental Modelling. 2015. Vol. 27. 1-std. 380 p.
14. Paving the Way to Sustainable Consumption and Production / Commission on Sustainable Development Eighteenth session. URL: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/462csd18_2010_bp4.pdf. UNEP. 2010 (дата обращения: 15.01.2024).

Original Paper

UDC 662.613.11:662.613.136 © O.E. Astafyeva, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 85-88
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-85-88>

Title
APPLICATION OF ASH AND SLAG WASTE IN THE BUILDING MATERIALS INDUSTRY

Author

Astafyeva O.E.¹

¹ State University of Management, Moscow, 109542, Russian Federation

Authors Information

Astafyeva O.E., PhD (Economic), Head of Department of Economics and Management in Civil Construction, e-mail: oe_astafyeva@guu.ru.

Abstract

The article presents the results of a study of the prospects for the use of ash and slag waste generated during the combustion of coal at thermal power plants in the production of concrete. It has been established that the inclusion of ash in the concrete mixture leads to a reduction in the cost of produced building materials, saving natural resources, and increasing the strength and frost resistance of structures. The use of ash and slag waste in the mixture, taking into account the calcium oxide (CaO) content, made it possible to classify the resulting mixture for the production of heavy and light concrete. When determining the composition of the mixture, the necessary characteristics were the strength of the resulting product, frost resistance, and resistance to cracking under the influence of external loads, such as compression, tension, and cooling. An analysis of the work of Russian and foreign scientists on the production of heavy and lightweight concrete using an ash and slag mixture formed during the combustion of coal was carried out. The chemical composition of fly ash is presented, which made it possible to determine the ratio of this filler in the concrete mixture.

Keywords

Coal combustion, Ash and slag waste, Thermal power plants, Thermal efficiency, High-calcium ash, Fly ash, Particle size distribution, Economic turnover, Resource saving.

References

1. Abdysheva D.R. & Stepanov A.A. Characteristics of transportation organization in transport and logistics complex and its dynamics. *Upravlenie*, 2020. Vol. 7, (4), pp. 24-31. (In Russ.).
2. Kostoglodov D.D. & Kharisova L.M. Distribution logistics. Rostov-on-Don, Ekspertnoe Buro Publ., 1997, 128 p. (In Russ.).
3. Astafyeva O.E. Specific features in formation of sustainable industrial development mechanism based on efficient use of natural resources. *Vestnik universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravleniya)*, 2020. (7), pp. 45-50. (In Russ.).
4. Global value chains in a changing world. Edited by Deborah K. Elms and Patrick Low. Fung Global Institute (FGI), Nanyang Technological University (NTU), and World Trade Organization (WTO), 2013. Available at: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4trade/globalvalue13_e.pdf (accessed 15.01.2024).

5. Gubanov D.A. Coal production and supply in the Russian Federation. Information and analysis review (June, 2020), Moscow, Central Control Administration of the Fuel and Energy Complex, 2020, 29 p. (In Russ.).
6. Katsysheva E.G. Sector-specific features in formation of corporate financial resources in companies of the mining industry. *Novyj vzglyad. Mezhdunarodnyj nauchnyj vestnik*, 2014, (4), pp. 172-185. (In Russ.).
7. Grinko N.K. Prospects of coal mining and use. *Ugol'*, 2000, (11), pp. 7-12. (In Russ.).
8. Kiselev Yu.M. Stability of production and economic system of an economic entity in real economy. Novosibirsk, IEIE of SB RAS Publ., 2006, 44 p. (In Russ.).
9. Li D.-Y., Liu W.-C. & Wang S. Formation mechanism of coal mine sustainable capacity design. *Journal of the China Coal Society*, 2017.
10. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – June, 2020. *Ugol'*, 2020, (9), pp. 35-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47.
11. Shemyakina T.Yu., Astafyeva O.E., Gorbunov A.A., Genkin E.V. & Balakhanova D.K. Opportunities for sustainable coal industry development through a riskbased approach to management. *Ugol'*, 2020, No. 5, pp. 29-32. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-29-32.
12. Rebeka Kovacic Lukman, Peter Glavic, Angela Carpenter & Peter Virtic. Sustainable consumption and production – Research, experience, and development – The Europe we want. *Journal of Cleaner Production*, 2016, (138), pp. 139-147.
13. Park Y-S., Lek S., Baehr C. & Jorgensen S-E. Advanced Modelling Techniques Studying Global Changes in Environmental Sciences. *Developments in Environmental Modelling*, 2015, (27), 1-std. 380 p.
14. Paving the Way to Sustainable Consumption and Production. Commission on Sustainable Development. Eighteenth session. Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/462csd18_2010_bp4.pdf. UNEP. 2010 (accessed 15.01.2024).

For citation

Astafyeva O.E. Application of ash and slag waste in the building materials industry. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 85-88. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-85-88.

Paper info

Received January 9, 2024
 Reviewed January 15, 2024
 Accepted January 26, 2024

COAL PREPARATION

Развитие угольной отрасли Узбекистана в условиях современных вызовов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-89-92>

В статье рассмотрены актуальные вопросы перехода Узбекистана к «зеленой» экономике на примере угольной отрасли. Показаны основные институты и принятые меры по поддержке угольной отрасли. Обоснованы предложения по трансформации угольной отрасли в условиях перехода к «зеленой» экономике.

Ключевые слова: «зеленая» экономика, экологическое налогообложение, компенсационные платежи, налоговые стимулы, уголь, электроэнергия, энергетика.

Для цитирования: Развитие угольной отрасли Узбекистана в условиях современных вызовов / С.А. Воронин, Д.Х. Мусабеков, С.Ю. Арзуманян и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 89-92. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-89-92.

ВВЕДЕНИЕ

Использование угля в мире, несмотря на расширение применения альтернативных энергоносителей, в настоящее время по-прежнему является широко востребованным. В частности, спрос на уголь остается высоким в странах с формирующимся рынком. На них приходится 76,8% мирового потребления угля, при этом на Китай приходится 50%. В этих странах 21,6% угля используется в промышленности. На производство электроэнергии расходуется около 72,8% угля (за 2019-2020 гг.) [1].

В 2022 г. мировое потребление угля превысило уровень 8 млрд т [2]. Глобальное производство угольной электроэнергии в 2022 г. выросло на 1,2% и превысило исторический максимум 2013 г. Мировое потребление угля, по прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), останется на этом уровне до 2025 г. [3].

По итогам 2022 г. в Европе использовано рекордное количество угля за последние 10 лет. Рост потребления угля в странах Евросоюза по итогам 2022 г. составил 7%. При этом общемировое потребление угля выросло лишь на 0,5%.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Узбекистан занимает 27-е место в мире по запасам угля. По данным интернет-ресурса TheGlobalEconomy.com, страна располагает запасами угля в размере 1,5 млрд т [4]. По другим оценкам, республика имеет разведанные запасы бурого угля в размере около 1,8 млрд т, каменного – 46,3 млн т [5].

С начала 1990-х годов в республике осуществлялись масштабные меры по реформированию угольной отрасли. На первом этапе, который осуществлялся с 1991 по 2000 г. в этой сфере была сформирова-

ВОРОНИН С.А.

Доктор экон. наук, главный специалист
Института бюджетно-налоговых
научных исследований
при Министерстве экономики и финансов,
профессор Ташкентского филиала
РЭУ им. Г.В. Плеханова,
100164, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: sergey_voronin63@yahoo.com

МУСАБЕКОВ Д.Х.

Доцент Ташкентского филиала
РЭУ им. Г.В. Плеханова,
100164, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: Musabekov.1960@mail.ru

АРЗУМАНЯН С.Ю.

Доцент Ташкентского филиала
РЭУ им. Г.В. Плеханова,
100164, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: stella-arzumanyan@yandex.ru

ДЕРГАЧЕВА Т.А.

Доцент Ташкентского филиала
РЭУ им. Г.В. Плеханова,
доцент Университета мировой экономики
и дипломатии,
100164, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: dergachevat@mail.ru

АЗИМОВА Ф.М.

Старший преподаватель
Ташкентского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова,
100164, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: irodabonu69@mail.ru

на гибкая система управления на основе создания акционерных обществ, а также введены экономические механизмы стимулирования роста производства угля. Второй этап рыночных преобразований связан с выходом 22 февраля 2001 г. Указа Президента Узбекистана «Об углублении экономических реформ в энергетике Республики Узбекистан». В числе приоритетных направлений рыночных преобразований на данном этапе значилось обеспечение сопряженного и сбалансированного развития энергетических мощностей и угольной промышленности. Данное направление развивается вплоть до настоящего времени.

В 2019 г. предприятие по добыче угля и каолина АО «Узбекуголь» перешло в управление ООО «Central Asia Energy». Единственным учредителем данной организации является казахстанское ТОО «Горные работы». В доверительное управление на три года переданы и крупные тепловые энергетические центры (ТЭЦ), работающие на угле и природном газе. Планируются максимальное сокращение использования природного газа и увеличение доли сжигания угля [6].

Добычу и поставку угля в республике осуществляет АО «Узбекуголь» и АО «Шаргунуголь» на трех месторождениях: Ангренское (бурый уголь), Шаргунское и Байсунское (каменный уголь) [7]. На конец 2022 г. в составе АО «Узбекуголь» находились 11 предприятий с численностью работающих 5974 чел. В связи со сложившимися низкими ценами реализации угля на внутреннем рынке, а также действием других неблагоприятных факторов в отрасли растет дебиторская задолженность.

В последние годы в Узбекистане ежегодно добывается в среднем 4-5 млн т угля (см. рисунок).

В ходе осуществления перехода Узбекистана к «зеленой» экономике добыча угля в республике в 2019 г., относительно объемов добычи в 2018 г., снизилась на 3% и составила 4,1 млн т. Однако в условиях роста потребности в энергетических ресурсах в период 2020-2021 гг. в отрасли были проведены масштабные горные работы, и по итогам 2022 г. объем добычи топлива составил около 5,4 млн т местного угля, т.е. производство угля возросло на 5,9% к предыдущему г. [8].

По расчетам экспертов, Узбекистану требуется ежегодно для хозяйствующих субъектов и населения около 6,0 млн т угля (без учета энергетического кризиса, возникшего в январе 2023 г.). Потребность удовлетворяется как за счет местных ресурсов (порядка 4,0 млн т), так и импорта (около 2 млн т). По предварительным оценкам, в 2023 г. стране понадобилось не менее 7 млн т угля.

Ввоз угля в Узбекистан по итогам 2019 г. вырос в натуральном выражении на 21,8%, до 706,8 тыс. т или в денежном – на 25,5%, до 20,3 млн дол. США [9]. В 2020 г. импорт угля достиг 2995,1 тыс. т, в 2021 г. – 2230 тыс. т и в 2022 г. (по предварительным оценкам) – около 2400 тыс. т. Так, в республику уголь поступает преимущественно из Казахстана (для производственных нужд) и Кыргызстана (для нужд населения).

Основным потребителем отечественного угля в республике является электроэнергетический сектор, на долю которого приходится свыше 85% потребления отечественного угля. Спрос на твердое топливо формируют предпри-

ятия промышленности, социальной и коммунальной сфер и население. Важным фактором устойчивого состояния отрасли являются цены реализуемой продукции. По состоянию на 4 февраля 2023 г. цена на уголь, реализуемый через ООО «Комир таминот» для населения составляла 300,3 тыс сум/т (26,3 дол. США), для бюджетных организаций – 418,245 тыс сум/т (36,7 дол. США) [10]. Цена угля, реализуемого в брикетах, составила 412,500 тыс сум за 1 т, или 36,2 дол. США.

В ходе биржевых торгов для оптовых потребителей на узбекской республиканской товарно-сырьевой бирже (с 13 по 19 февраля 2023 г.) на продажу было выставлено 8990,0 т угля, из которых реализовано 5133,0 т, или 57,1%. За рассматриваемый период ежедневная средняя цена на уголь снизилась с 312,5 тыс. сум (27,4 дол. США) до 254,9 тыс. сум (22,4 дол. США) за 1 т, или на 18,4% [11].

Уровень цен внутреннего рынка на уголь в Узбекистане сложился существенно ниже цен на импортируемую продукцию, а также цен в ЕС и других регионах мира. Заниженные цены на уголь сдерживают приток иностранных инвестиций в энергетику, обновление основных средств, внедрение инновационных технологий, повышение оплаты труда в данной отрасли. В то же время повышение реализационных цен на уголь невозможно из-за убыточности многих тепловых энергетических станций и низкой платежеспособности потребителей, в частности населения, проживающего в регионах республики.

В последние годы в Узбекистане большое внимание уделяется повышению энергетического потенциала за счет использования возобновляемых источников энергии. Данный процесс был активизирован после энергетического шока, который испытали экономика и население республики в январе 2023 г. под влиянием аномальных холодов. В целях недопущения в перспективе энергетического кризиса были приняты масштабные решения. Постановлением Президента РУз № ПП-57 от 16 февраля 2023 г. в целях широкого внедрения возобновляемых источников энергии, принято решение временно расширить применение угля в экономике. Утвержден план перевода на угольное топливо локальных отопительных систем более чем в 5 тыс. объектов социальной сферы по всей стране, включая детские сады, школы, объекты здравоохранения, а также теплицы и предприятия по производству стройматериалов.

Учитывая, что при добыче угля, его обработке и сжигании образуется много вредных для человека веществ, а наука пока еще не предложила технологии по его безопасному использованию, то целесообразно в перспективе не наращивать его широкое использование в экономике и в быту. В современных условиях уголь целесообразно сжигать только в малонаселенных, отдаленных районах республики, в которых нет других видов энергии, и только в ограниченных объемах, не представляющих угрозу окружающей среде.

В случае возникновения чрезвычайных обстоятельств, а также при появлении безопасных технологий очистки и дробления угольной руды и сжигания угля будет допустимым расширение использования угля в производственном секторе и жилищно-коммунальном хозяйстве. В других случаях необходимо наращивать использование воз-



Динамика добычи угля в Узбекистане за период 2017-2022 гг.

Dynamics of coal production in Uzbekistan for the period of 2017-2022

обновляемых источников энергии, энергии движущихся тел и природного газа, а также атомной энергии.

В то же время необходимо поддерживать добычу и импорт определенного объема угля, покрывая текущую потребность республики в энергии. В связи с этим необходимо обеспечить возмещение оправданных затрат угольной отрасли на выпуск определенного объема добываемого угля. Повышение прибыльности угольной отрасли во многом зависит от ценовой политики государства. Так как АО «Узбекуголь» является монополистом в сфере производства угольной продукции, то государство оказывает воздействие на формирование цен на бурый и каменный уголь, угольные брикеты, каолин, а также на природный газ подземной газификации.

Так как цены на товары производственно-технического назначения, поставляемые в угольную отрасль, постоянно увеличиваются, а цена на уголь остается практически неизменной в течение длительного времени, то это снижает возможность повышения прибыльности угольной отрасли в условиях рыночной экономики. Данная ситуация требует субсидирования развития угольной отрасли за счет бюджетных средств, а также принятия мер ценовой политики государства.

На наш взгляд, государственная ценовая политика должна быть нацелена на формирование сбалансированных цен на продукцию угольной промышленности, нефтегазовой и других смежных сфер топливно-энергетического комплекса. Действие рыночного механизма на основе конкуренции и свободного ценообразования не позволит создать условия для повышения уровня энергетической безопасности. В этой сфере нужно ввести эффективное, оптимальное государственное регулирование экономических отношений.

При осуществлении «разворота» экономики от «затратной» к экологически безопасной модели развития решающее значение принадлежит повышению роли «цены и ценообразования» как стимулирующего рыночного инструмента. Государству целесообразно создать эффективный, гибкий механизм сдерживания необоснованного роста оптовых цен на средства труда и современные технологии, что позволит снизить издержки производства в сырьевых и других сферах экономики. При этом цены потре-

бительского рынка должны формироваться исключительно на основе закона спроса и предложения – основного регулятора рыночной экономики (за исключением хлеба, коммунальных и некоторых других услуг).

В целях создания благоприятных условий для трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятий угольной отрасли в условиях перехода страны к «зеленой» экономике целесообразно:

- разработать и утвердить экологическую карту, в которой определить на каких территориях разрешается сжигать уголь в качестве топлива и в каком объеме, чтобы это было безвредно для человека и окружающей среды (продавать квоты тепловым электростанциям на сжигание угля);
- разработать положение, которым будут закреплены случаи, когда можно использовать уголь в качестве топлива для тепловых электростанций;
- создавать условия, в которых предприятиям угольной отрасли будет выгодно экспортировать конкурентоспособную отечественную продукцию;
- создать целевой фонд технического обновления и поддержки угольной отрасли за счет средств государственного бюджета и частных инвесторов;
- организовать переобучение шахтеров и другого персонала, которые высвобождаются в связи с повышением уровня механизации и автоматизации добычи угля и его обработки (производство и установка солнечных панелей, ветряков и другого экологически чистого оборудования).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целях создания условий для трансформации угольной отрасли и хозяйствующих субъектов, использующих уголь, целесообразно изменить подходы к использованию административных и экономических инструментов государственного регулирования экономики. В связи с тем, что уголь по-прежнему имеет спрос на внутреннем и мировых рынках, государству необходимо создать благоприятные условия для производства определенного количества топлива, сжигание которого безопасно для человека и окружающей среды.

Действие данных инструментов должно быть направлено на обеспечение технического перевооружения и модернизации отрасли, повышение конкурентоспособности продукции угольной отрасли, организацию экспорта отечественного бурого угля, развитие и защиту человеческого потенциала. Проведение модернизации угольной промышленности и повышение эффективности ее деятельности во многом будут зависеть от притока отечественных и иностранных инвестиций, что связано с формированием благоприятной деловой среды в этой отрасли.

Список литературы

1. Богманс К., Мэнджи Ли К. Более экологичное будущее начинается с перехода от угля к альтернативным источникам энергии. 08.12.2020 г. URL: <https://www.imf.org/ru/Blogs/Articles/2020/12/08/blog-a-greener-future-begins-with-a-shift-to-coal-alternatives> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Уголь в 2022 г. возвращает лидирующие позиции. URL: <https://dprom.online/chindustry/spros-na-ugol-2022-ryekord/> (дата обращения: 15.01.2024).

3. В 2022 г. мировое использование угля достигло рекордных значений. URL: <https://ecopolitic.com.ua/news/v-2022-godu-mirovoe-ispolzovanie-uglya-dostiglo-rekordnyh-znachenij/> (дата обращения: 15.01.2024).
4. Coal reserves. URL: https://www.theglobaleconomy.com/rankings/coal_reserves/ (дата обращения: 15.01.2024).
5. Матвеев И.Е. Угольная и уранодобывающая промышленность Узбекистана // Угольная и уранодобывающая промышленность Узбекистана. URL: <https://matveev-igor.ru/articles/404625> (дата обращения: 15.01.2024).
6. Годовая статистика международной торговли товарами (HS). URL: <https://trendeconomy.ru/data/h2/Uzbekistan/2701> (дата обращения: 15.01.2024).
7. Кому переданы в управление Ферганский НПЗ, «Узбекуголь» и другие компании. URL: <https://www.gazeta.uz/ru/2020/06/17/trust-management/> (дата обращения: 15.01.2024).
8. Официальный сайт акционерного общества «Узбекуголь». URL: <https://uzbekcoal.uz/ru> (дата обращения: 15.01.2024).
9. 17-я Международная выставка «Энергетика, энергосбережение, атомная энергетика, альтернативные источники энергии – Power Uzbekistan 2024». URL: https://www.power-uzbekistan.uz/ru/mediacentre/novosti.php?ELEMENT_ID=47200 (дата обращения: 15.01.2024).
10. Цена угольной продукции, реализуемой населению и государственным организациям через склад ООО «Комир таминот». URL: <https://uzbekcoal.uz/ru/pages/products> (дата обращения: 15.01.2024).
11. Недельный дайджест UZEX (13–19 февраля). URL: <https://uzex.uz/ru/News/uzex-weekly-digest-february-13-19> (дата обращения: 15.01.2024).
12. О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 г. Постановление Президента Республики Узбекистан от 16.02.2023 № ПП–57 URL: https://uza.uz/ru/posts/postanovlenie-prezidenta-respubliki-uzbekistan_455014 (дата обращения: 15.01.2024).

ABROAD

Original Paper

UDC 338.45:622.3(575.1): 622.85 © S.A. Voronin, D.Kh. Musabekov, S.Yu. Arzumanyan, T.A. Dergacheva, F.M. Azimova, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 89-92
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-89-92>

Title

DEVELOPMENT OF UZBEKISTAN'S COAL INDUSTRY IN CONDITIONS OF PRESENT-DAY CHALLENGES

Authors

Voronin S.A.^{1,2}, Musabekov D.Kh.¹, Arzumanyan S.Yu.¹, Dergacheva T.A.^{1,3}, Azimova F.M.¹

¹ Tashkent Branch of G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Tashkent, 100164, Republic of Uzbekistan

² Institute for Fiscal Scientific Research under the Ministry of Economy and Finance, Tashkent, 100000, Republic of Uzbekistan

³ University of World Economy and Diplomacy, Tashkent, 100137, Republic of Uzbekistan

Authors Information

Voronin S.A., Voronin S.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Specialist, e-mail: sergey_voronin63@yahoo.com

Musabekov D.Kh., Associate Professor, e-mail: Musabekov.1960@mail.ru

Arzumanyan S.Yu., Associate Professor, e-mail: stella-arzumanyan@yandex.ru

Dergacheva T.A., Associate Professor, e-mail: dergachevat@mail.ru

Azimova F.M., Senior lecturer, e-mail: irodabonu69@mail.ru

Abstract

The article discusses topical issues of Uzbekistan's transition to the Green Economy using the coal industry as an example. The main institutions and measures taken to support the coal industry are described. Proposals for the transformation of the coal industry in the context of transition to the Green Economy have been justified.

Keywords

Green Economy, Environmental taxes, Compensation payments, Tax incentives, Coal, Electricity, Energy.

References

1. Christian Bogmans, Claire Mengyi Li. A Greener future begins with a shift to coal alternatives. Available at: <https://www.imf.org/ru/Blogs/Articles/2020/12/08/blog-a-greener-future-begins-with-a-shift-to-coal-alternatives> (accessed 15.01.2024).
2. Coal regains the leading position in 2022. Available at: <https://dprom.online/chindustry/spros-na-ugol-2022-ryekord/> (accessed 15.01.2024).
3. Global coal use hits record highs in 2022. Available at: <https://ecopolitic.com.ua/news/v-2022-godu-mirovoe-ispolzovanie-uglya-dostiglo-rekordnyh-znachenij/> (accessed 15.01.2024).
4. Coal reserves. Available at: https://www.theglobaleconomy.com/rankings/coal_reserves/ (accessed 15.01.2024).
5. Matveyev I.E. Coal and uranium mining industry of Uzbekistan. *Ugol'naya i uranodobyvayuschaya promishlennost' Uzbekistana*. Available at: <https://matveev-igor.ru/articles/404625> (accessed 15.01.2024).
6. Annual statistics on International trade of goods (HS). Available at: <https://trendeconomy.ru/data/h2/Uzbekistan/2701> (accessed 15.01.2024).
7. Who was entrusted with management of the Fergana Oil Refinery, "Uzbekugol" and other companies. Available at: <https://www.gazeta.uz/ru/2020/06/17/trust-management/> (accessed 15.01.2024).
8. Official website of the Uzbekugol JSC. Available at: <https://uzbekcoal.uz/ru> (accessed 15.01.2024).
9. 17th International Exhibition on Energy, Energy Saving, Nuclear Energy, Alternative Energy Sources – Power Uzbekistan 2024. Available at: https://www.power-uzbekistan.uz/ru/mediacentre/novosti.php?ELEMENT_ID=47200 (accessed 15.01.2024).
10. Price of coal products sold to the population and governmental organizations through the warehouse of Komir Taminot LLC. Available at: <https://uzbekcoal.uz/ru/pages/products> (accessed 15.01.2024).
11. Weekly UZEX digest (February 13-19). Available at: <https://uzex.uz/ru/News/uzex-weekly-digest-february-13-19> (accessed 15.01.2024).
12. 'On measures to accelerate the introduction of renewable energy sources and energy-saving technologies in 2023'; Decree of the President of the Republic of Uzbekistan as of 16.02.2023 No. PP-57. Available at: https://uza.uz/ru/posts/postanovlenie-prezidenta-respubliki-uzbekistan_455014 (accessed 15.01.2024).

For citation

Voronin S.A., Musabekov D.Kh., Arzumanyan S.Yu., Dergacheva T.A. & Azimova F.M. Development of Uzbekistan's coal industry in conditions of present-day challenges. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 89-92. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-89-92.

Paper info

Received September 6, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

УДК 622.271(73):550.814 © И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.В. Логинова, Ю.П. Юронен, В.Н. Вокин, Е.В. Кирюшина, Т.Н. Сизова, К.В. Раевич, А.А. Латынцев, 2024

Добыча угля открытым способом в провинции Лимпопо на территории Южно-Африканской Республики по данным спутниковой съемки*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-93-96>

Определена география размещения карьера по добыче угля и тепловых электростанций, работающих на основе сжигания угля, в провинции Лимпопо на территории Южно-Африканской Республики. Представлены результаты исследования современного состояния открытой разработки крупного месторождения высококачественных углей, полученные с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлен производственный потенциал работающего карьера по добыче угля.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли из космоса, Южно-Африканская Республика, провинция Лимпопо, топливно-энергетический комплекс, угольные карьеры, тепловые электростанции, угольная генерация электроэнергии, объемы добычи и потребления угля, размещение производственных сил.

Для цитирования: Добыча угля открытым способом в провинции Лимпопо на территории Южно-Африканской Республики по данным спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.В. Логинова и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 93-96. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-93-96.

ВВЕДЕНИЕ

В структуре мировой добычи угля одно из лидирующих мест принадлежит Южно-Африканской Республике. Основной объем добычи угля открытым способом сконцентрирован в центральном секторе республики. Изучение экономической географии и основ мировой экономики всегда было связано с изучением размещения производительных сил в мировом формате, важнейшей частью которых является топливно-энергетический комплекс. Наша научно-практическая школа занимается исследова-

* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли.

ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор,
заместитель директора по научной работе
Сибирского научно-исследовательского института
горного и маркшейдерского дела,
660025, г. Красноярск, Россия,
e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического университета им. Ле Куи Дон,
11355, г. Ханой, Вьетнам

ЛОГИНОВА Е.В.

Канд. экон. наук, доцент
Сибирского государственного университета
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ЮРОНЕН Ю.П.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского государственного университета
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

ВОКИН В.Н.

Канд. техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Е.В.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

СИЗОВА Т.Н.

Старший преподаватель
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

РАЕВИЧ К.В.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ЛАТЫНЦЕВ А.А.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

дованиями широкого спектра показателей российских и зарубежных предприятий горной промышленности с использованием спутниковых снимков: технологии разработки месторождений, размещение горных и транспортных машин, логистика, экология. Эти исследования мы проводим с использованием космоснимков высокого разрешения, находящихся в свободном доступе. С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширился, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. По нашему мнению, эта тематика не потеряет своей актуальности в ближайшее десятилетие.

На африканском континенте Южно-Африканская Республика по праву считается самой экономически развитой страной. Наличие в ее недрах широкого спектра твердых полезных ископаемых, включая высококачественный уголь, уран, золото, алмазы, полиметаллические руды и т. п., предопределяет наличие на ее территории значительных генерирующих мощностей электрической энергии.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДОБЫЧИ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ В ПРОВИНЦИИ ЛИМПОПО НА ТЕРРИТОРИИ ЮАР

По данным спутниковой съемки на территории ЮАР работают более десятка крупных тепловых электростанций с угольной генерацией электроэнергии [10]. При этом суммарная установленная мощность энергоблоков находится на уровне 50 000 МВт.

Составной частью Южно-Африканского ТЭК являются крупные предприятия, работающие на территории провинции Лимпопо. По данным геологической разведки, в северном секторе провинции Лимпопо в ЮАР в недрах имеются большие по объемам запасы высококачественных углей. Подтвержденные запасы составляют не менее 5 млрд т энергетических, коксующихся и каменных углей.

По данным дистанционного мониторинга, в последние десятилетия в этом районе зафиксировано интенсивное строительство трех крупных объектов топливно-энергетического комплекса. С конца 1970-х годов в 31 км на юго-восток от границы с Республикой Ботсвана и в 11 и 18 км на запад от г. Лепхалале в течение пяти лет были построены тепловая электростанция мощностью 4000 МВт и карьер по добыче угля. К настоящему времени масштаб добычи угля и выработка электроэнергии увеличены более чем в два раза за счет ввода в эксплуатацию в 2021 г. еще одной тепловой станции с суммарной мощностью шести энергоблоков 4800 МВт. Размещение объектов топливно-энергетического комплекса и инфраструктурных объектов представлено на *рисунке* [10].

Такое масштабное развитие стало возможным за счет наличия в этой местности крупного по мировым масштабам месторождения высококачественных углей с запасами порядка 5 млрд т. Кроме того, горно-геологическое строение месторождения обусловило высокую экономическую эффективность его разработки открытым способом. По данным спутниковой съемки установлено, что толща вскрышных пород мощностью 15-20 м разрабатывается двумя уступами. Угольный пласт горизонтального залегания включает два-три пропластка суммарной мощностью до 10 м. Мощность угольного пласта изменяется от 90 до 100 м.

Фронт горных работ в карьере имеет протяженность 3100 м. Система разработки угленасыщенного участка месторождения – сплошная однобортная с размещением вскрышных пород как на внешних отвалах, так и внутри карьера. Площадь карьера по добыче угля составляет 1340 га, а суммарная площадь трех внешних породных отвалов к настоящему времени достигла показателя 997 га. Расстояние транспор-

тировки угля на обогатительную фабрику, а вскрышных пород на внешние отвалы составляет не более 6 км. Вместе с тем в карьере реализовано прогрессивное инженерное решение, касающееся повышения эффективности логистики карьерных грузопотоков. Вдоль северного нерабочего борта проложены стационарные конвейерные линии, по которым вскрышные породы и уголь перемещаются из карьера до мест назначения [10].

В конструкции борта карьера предусмотрены разворотные площадки для маневров автосамосвалов для разгрузки горных пород в приемные стационарные бункера, в нижней части которых находятся дробильные комплексы и перепускные желоба для погрузки горных пород на конвейерные линии. Данное решение позволяет как минимум в два раза сократить расстояние транспортировки горных пород.

По данным спутниковой съемки, в 2023 г. в карьере по добыче угля в провинции Лимпопо на территории ЮАР горнотранспортное оборудование было скомплектовано следующим образом. На бурении взрывных скважин в толще вскрышных пород и в угольных пластах было задействовано шесть буровых станков (аналог – российский буровой станок СБШ-250); на вскрышных и добычных работах установлены восемь гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ковшом 40 куб. м и четыре мехлопаты с ковшом 48 куб. м. На выемке угля из развала работают также четыре фронтальных погрузчика на автомобильном шасси с ковшом 24 куб. м.

На вывозке вскрышных пород и угля из карьера работают 40 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 360 т. Этот комплект горнотранспортного оборудования обеспечивает производственную мощность карьера по добыче угля не менее 40 млн т в год. Объем угля, предназначенного для сжигания на двух электростанциях, составляет 28 млн т. Оставшийся объем угля, не менее 12 млн т отправляется ежегодно по железной дороге внешним потребителям [10]. Ежегодный объем удаляемых вскрышных пород находится на уровне 20 млн т. Отметим, что имеющийся в карьере парк выемочно-экскавационных машин (16 ед.) при работе в две смены может обеспечить объем переработки вскрышных пород и угля объемом не менее 120 млн т в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по данным спутниковой съемки установлено, что объекты топливно-энергетического комплекса (карьер по добыче угля и две тепловые электростанции), устойчиво работающие на севере провинции Лимпопо на территории ЮАР, могут стабильно обеспечить бесперебойное энергоснабжение соседних территорий площадью не менее 1 млн км² – юго-западных провинций респу-



Расположение предприятий топливно-энергетического комплекса в северной части провинции Лимпопо на территории Южно-Африканской Республики (на снимке из космоса)

Location of fuel and energy complex facilities in the northern part of the Limpopo Province in the territory of the Republic of South Africa (based on a satellite image)

блики, а также соседних республик – Намибии, Ботсваны, Зимбабве и Мозамбика. Этот фактор является одним из основополагающих в масштабном экономическом развитии этого макрорегиона в южной части африканского континента.

Список литературы

1. Терехин Э.А. Влияние лесистости залежных земель лесостепи на спектрально-отражательные характеристики по данным Sentinel-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 4. С. 223-235.
2. Раевский Б.В., Тарасенко В.В., Петров Н.В. Оценка современного состояния растительных сообществ заповедника «Костомукшский» по спутниковым снимкам системы Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 3. С. 47-61.
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. Space-based Applications of Remote Sensing in Studying Opencast Mining and Ecology at Deposits of Non-ferrous Metal Ore / I.V. Zenkov, T. Le Hung, V.N. Vokin et al. // Ecology and Industry of Russia. 2022. Vol. 26. Is. 1. P. 24-29.
5. Remote sensing of mining and haul-age equipment arrangement in Russia: A case-study of the coal and iron ore industry / I.V. Zenkov, A.S. Morin, V.N. Vokin et al. // Eurasian mining. 2020. No. 2. pp. 46-49.
6. Cieřlik K., Milczarek W. Application of Machine Learning in Forecasting the Impact of Mining Deformation: A Case Study of Underground Copper Mines in Poland // Remote Sensing. 2022;14(19):4755. <https://doi.org/10.3390/rs14194755>.
7. Jiao R., Wang S., Yang H., Guo X., Han J., Pei X., Yan C. Comprehensive Remote Sensing Technology for Monitoring Landslide Hazards and Disaster Chain in the Xishan Mining Area of Beijing / 1. Терехин Э.А. Влияние лесистости залежных земель лесостепи на спектрально-

отражательные характеристики по данным Sentinel-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 4. С. 223-235.

8. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine / W. Yang, Y. Mu, W. Zhang et al. // Remote Sensing. 2022;14(17):4381 <https://doi.org/10.3390/rs14174381>.

9. Deciphering the Drivers of Net Primary Productivity of Vegetation in Mining Areas / H. Tian, S. Liu, W. Zhu et al. // Remote Sensing. 2022; 14(17):4177. <https://doi.org/10.3390/rs14174177>.
10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2024).

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, E.V. Loginova, Yu.P. Yuronen, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, T.N. Sizova, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, 2024
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 93-96
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-93-96>

Title

SURFACE COAL PRODUCTION IN THE LIMPOPO PROVINCE IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SOUTH AFRICA BASED ON SATELLITE IMAGING DATA

Authors

Zenkov I.V.¹, Trinh Le Hung², Loginova E.V.³, Yuronen Yu.P.³, Vokin V.N.⁴, Kiryushina E.V.⁴, Sizova T.N.⁴, Raevich K.V.⁴, Latyntsev A.A.⁴

¹ Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660064, Russian Federation

² Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

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

⁴ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, 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

Loginova E.V., PhD (Economic), Associate Professor

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

Vokin V.N., PhD (Engineering), Professor

Kiryushina E.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Sizova T.N., Senior lecturer

Raevich K.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Latyntsev A.A., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The geography of the coal mining pit and the thermal power plants based on coal combustion has been determined in the Limpopo Province in the Republic of South Africa. The paper presents the results of studying the current state of surface mining of a large-scale deposit of high-grade coals, using remote sensing data from space. The production potential of the operating open-pit coal mine has been identified in the course of remote monitoring and analytical calculations.

Keywords

Earth remote sensing from space, Republic of South Africa, Limpopo Province, Fuel and energy complex, Coal open-pit mines, Thermal electric power plants, Coal-fired electric power generation, Coal mining and consumption volumes, Distribution of production operations.

References

- Terekhin E.A. Influence of forest cover of the fallow lands in the forest-steppe on the spectral-reflectance characteristics based on Sentinel-2 data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2022, Vol. 19, (4), pp. 223-235. (In Russ.).
- Raevsky B.V., Tarasenko V.V. & Petrov N.V. Assessment of current state of plant communities in the Kostamuksha Natural Park based on Landsat satellite images. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2022, Vol. 19, (3), pp. 47-61. (In Russ.).
- 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., Le Hung T., Vokin V.N. et al. Space-based Applications of Remote Sensing in Studying Opencast Mining and Ecology at Deposits of Non-ferrous Metal Ore. *Ecology and Industry of Russia*, 2022, Vol. 26, (1), pp. 24-29.

5. Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N. & Kiryushina E.V. Remote sensing of mining and haul-age equipment arrangement in Russia: A case-study of the coal and iron ore industry. *Eurasian mining*, 2020, (2), pp. 46-49.

6. Cieřlik K. & Milczarek W. Application of Machine Learning in Forecasting the Impact of Mining Deformation: A Case Study of Underground Copper Mines in Poland. *Remote Sensing*, 2022;14(19):4755. <https://doi.org/10.3390/rs14194755>.

7. Jiao R., Wang S., Yang H., Guo X., Han J., Pei X. & Yan C. Comprehensive Remote Sensing Technology for Monitoring Landslide Hazards and Disaster Chain in the Xishan Mining Area of Beijing. *Remote Sensing*, 2022;14(19):4695. <https://doi.org/10.3390/rs14194695>.

8. Yang W., Mu Y., Zhang W., Wang W., Liu J., Peng J., Liu X. & He T. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 2022;14(17):4381. <https://doi.org/10.3390/rs14174381>.

9. Tian H., Liu S., Zhu W., Zhang J., Zheng Y., Shi J. & Bi R. Deciphering the Drivers of Net Primary Productivity of Vegetation in Mining Areas. *Remote Sensing*, 2022;14(17):4177. <https://doi.org/10.3390/rs14174177>.

10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2024).

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, Loginova E.V., Yuronen Yu.P., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Sizova T.N., Raevich K.V. & Latyntsev A.A. Surface coal production in the Limpopo Province in the territory of the Republic of South Africa based on satellite imaging data. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 93-96. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-93-96.

Paper info

Received October 31, 2023

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

ABROAD

Роль угля в энергетической политике Китая на современном этапе

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-97-100>

Китайская Народная Республика сталкивается с необходимостью соблюдения баланса между постепенным отказом от угольной энергетики и обеспечением стабильности поставок энергии. В статье рассматриваются ключевые аспекты роли угля в энергетической политике страны, анализируются изменения в потреблении, производстве и стратегиях правительства. На основе анализа решений государственных и партийных органов дана оценка эффективности мер, предпринятых Китаем, направленных на снижение выбросов углерода, и влиянию этих изменений на мировую картину изменения климата.

Ключевые слова: уголь, энергетика, Китай, выбросы углерода, энергетическая политика.

Для цитирования: Шестак В.А., Адигамов А.И. Роль угля в энергетической политике Китая на современном этапе // Уголь. 2024. № 2. С. 97-100. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-97-100.

ВВЕДЕНИЕ

Энергетическая политика современного Китая оказывает значительное воздействие на мировой энергетический баланс. Страна, являющаяся крупнейшим потребителем и производителем угля, сталкивается с вызовами согласования потребности в обеспечении энергетической безопасности с требованиями сокращения выбросов углерода в атмосферу.

Проводимая Китаем энергетическая политика не ограничивается внутренними изменениями показателей добычи и потребления угля, она оказывает прямое воздействие на мировой энергетический рынок и становится фактором динамики глобального климатического баланса. Анализ роли угля в этом контексте позволит лучше понять вызовы и возможности, с которыми сталкивается современная энергетика, а также взаимосвязь между стратегиями Китая в сфере энергетики и глобальными усилиями международного сообщества по сокращению выбросов парниковых газов. Авторами рассматриваются роль угля в энергетической политике Китая, текущая ситуация в энергетической отрасли страны и выявляются ключевые тренды, определяющие развитие отраслей энергетического комплекса страны. На основе статистических данных выявлена динамика потребления и производства угля в Китае, определены их факторы, дана оценка влияния возникающих изменений на мировую энергетическую политику.

ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ УГЛЯ В КИТАЕ

Согласно международной статистике [1], Китай продолжает оставаться крупнейшим потребителем и производителем угля в мире. В 2021 г. потребление угля в стране составило впечатляющие 86,17 эксаджоулей, что является значительным ростом по сравнению с предыдущими годами. Несмотря на стремление к сокращению выбросов газов в атмосферу

ШЕСТАК В.А.

Доктор юрид. наук, доцент,
профессор ФГКОУ ВО «Московская академия Следственного комитета Российской Федерации имени А.Я. Сухарева»,
105005, г. Москва, Россия,
e-mail: viktor_shestak@mail.ru

АДИГАМОВ А.И.

Магистр юриспруденции
ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (Университет) МИД России»,
119454, г. Москва, Россия,
e-mail: adigamov_arthur@mail.ru

и переходу к более чистым источникам энергии, уголь продолжает играть ключевую роль в энергетическом балансе страны. Основными факторами, способствующими повышению потребления угля, являются растущая экономика, увеличение численности населения и рост уровня потребления энергии. Стабильный рост производственных отраслей, основанных на энергозависимых технологиях, также оказывает давление на систему энергоснабжения. Влияние этих факторов на производство и потребление угля определяется не только внутренними соображениями, но и местом экономики страны в системе глобальной потребности в энергии, что делает Китай важнейшим участником мирового энергетического рынка [2].

Кроме того, национальное развитие Китая тесно связано с требованиями самодостаточности его энергетического баланса, и соответствующие изменения в нем непосредственно влияют на масштабы потребления угля. В 15-ом пятилетнем плане [3] правительство страны сформулировало амбициозные цели по модернизации энергетической системы с фокусом на диверсификацию источников энергии и обеспечение самодостаточного устойчивого развития.

Прогнозы на ближайшие годы также указывают на сохранение Китаем высокой доли угля в энергетическом балансе, что вызывает опасения с точки зрения экологии и климата [4]. Осознавая такую возможность, страна активно инвестирует в разработку технологий чистого сжигания угля и улучшение эффективности его использования.

Особую роль в разработке энергетической политики Китая играет такая специфическая, свойственная только нерыночной экономике, система управления, как государственное планирование. Китаю удалось найти оптимальный баланс между рыночными рычагами управления экономикой и существующей системой планирования развития страны, в том числе и в сфере энергетики. Так, к примеру, 22 марта 2022 г. на симпозиуме по чистому и эффективному использованию угля в Пекине, проведенном при участии члена Постоянного комитета Политического бюро Коммунистической партии Китая и вице-премьера Государственного Совета Хань Чжэнь, была поднята важная тема необходимости укрепления общего планирования в сфере энергетики. Хань Чжэнь обратил внимание на значимость концентрации усилий в ключевых областях и объединения ресурсов для развития чистых и эффективных методов использования угля. По его мнению, особое внимание следует уделять секторам, где уголь используется наиболее активно, таким как электроэнергетика, в направлении улучшения энергосбережения и сокращения выбросов углерода.

Присутствие вице-премьера Государственного Совета КНР Хэ Лайфенга на встрече, а также участие экспертов и представителей компаний, означает, исходя из существующих в Китае методов государственного управления, стремление соответствующих отраслей экономики к активному внедрению и освоению новых подходов в использовании угля. Проявлением такого государственного подхода является то, что различные департаменты и подразделения государственных органов также взяли на себя обязательства предпринять шаги для успешного преодоления проблем, связанных с чистым и эффективным использованием угля в будущем [5].

Исследование проблем перехода от массового использования угля в энергетике к использованию более экологически чистых источников энергии, проведенное в типично сельской местности Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй, свидетельствует, что программы перехода от угля к экологически чистой энергии, включая полные запреты на использование угля в определенной местности, могут улучшить качество воздуха, а также здоровье и благосостояние населения. Однако оказалось, что запрет угля имеет также эффект, называемый «праздник или голод», поскольку эффективный контроль затруднен. Более низкая стоимость угля по сравнению с электричеством и природным газом привела к возобновлению использования печей на твердом топливе для отопления и приготовления пищи после отмены субсидий на электроэнергию и природный газ. Данное исследование позволило выявить очень острую для Китая проблему, связанную с тем, что более трети домов используют для отопления и приготовления пищи уголь. Уголь для Китая имеет не только экономическую, экологическую, но и социальную составляющую, связанную с уровнем благосостояния населения [6].

В этой связи Правительство Китая принимает меры по ужесточению стандартов выбросов и разрабатывает стратегии устойчивого развития для угольной отрасли. Такие меры включают в себя внедрение системы торговли квотами на выбросы CO₂ и поощрение использования чистых технологий в угольной добыче и сгорании [7].

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И СТРАТЕГИИ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ CO₂

В свете глобальных вызовов, связанных с изменением климата, Китай принимает активное участие в международных усилиях по сокращению выбросов парниковых газов. Президент Китая Си Цзиньпин анонсировал амбициозные цели по достижению углеродной нейтральности к 2060 г. Эти цели сопровождаются мерами по поэтапному снижению зависимости от угля и его эффективному использованию в энергетической системе. Китай реализует программы модернизации угольной отрасли с целью повышения ее эффективности и снижения воздействия на окружающую среду. Эти программы включают в себя внедрение передовых технологий, таких как современные методы добычи, использование чистых технологий и переход к более эффективным энергетическим процессам [8].

Однако, несмотря на усилия по модернизации, в Китае функционирует огромное количество устаревших угольных электростанций, эффективность которых оставляет желать лучшего. Переход к чистой энергетике требует не только внедрения новых технологий, но и поэтапного выведения из сферы энергетики устаревших мощностей. Национальные климатические обязательства и инновационные программы модернизации также свидетельствуют о стремлении страны совершить переход к устойчивой энергетике при сохранении баланса энергоносителей для обеспечения энергетической безопасности.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ КИТАЯ

С целью сокращения негативного воздействия угольной энергетики на окружающую среду Китай активно внедряет

ет инновационные методы энергопотребления с использованием угля. Они включают в себя использование передовых технологий, таких как технологии очистки выбросов, совершенствование методов добычи, снижение вредных экологических последствий угледобычи [9]. Реализация таких изменений может сыграть ключевую роль в снижении вредного воздействия угольной энергетики на окружающую среду [10]. При этом энергетическая политика Китая исходит из постулата необходимости снижения зависимости от угля путем активной диверсификации энергетического рынка Китая. Данная энергетическая политика включает в себя увеличение доли возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, а также развитие ядерной энергетики. Диверсификация источников энергии в первую очередь обеспечивает энергетическую безопасность страны.

РЕФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА

По мнению экспертов, фундаментальная трансформация угольной отрасли страны неизбежна. Поставив перед собой конечную цель – уменьшение роли угля в энергетическом балансе страны, Китай сталкивается с «болезнями роста» энергетического сектора, внедряя возобновляемые источники энергии и уменьшая при этом долю в энергетическом балансе угольной энергетики. К ним относятся в первую очередь социально-экономические потрясения, связанные с закрытием угольных электростанций. Один из ключевых вопросов, возникших в ходе недавних дискуссий по поводу перехода от угля, заключается в том, как реформировать механизмы ценообразования, чтобы скорректировать роль угля как топлива в энергетической системе и сгладить поэтапный отказ от его использования.

Вместе с тем полагаем, что трудности перехода в энергетической системе возникают вследствие того, что роль угля трансформируется от поставщика электроэнергии «базовой нагрузки» к вспомогательной роли. Угольные электростанции, предназначенные для стабильной генерации, вынуждены адаптироваться к регулированию нагрузки в связи с нестабильностью производства электроэнергии из возобновляемых источников. Это создает сложности, поскольку угольные станции не предназначены для регулярного включения и выключения или корректировки производства электроэнергии в ответ на изменение спроса. Следствием такого неритмичного производства являются низкая загрузка и убыточность станций. В 2018 г. угольные электростанции Китая работали в среднем 4361 час, значительно меньше прогнозируемых 5300–5500 часов. Многие станции простаивали большую часть года, что привело к убыточности половины электростанций Китая. Профессор Юань Цзяхай указывал в связи с этим на необходимость эффективного использования существующего парка угольных электростанций для удовлетворения потребностей энергосистемы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, роль угля в энергетической политике Китая определяется действием двух противоречивых тенденций. С одной стороны, страна стремится к сокращению

выбросов углерода и переходу к политике устойчивого развития, что находит свое выражение в национальных климатических обязательствах и стратегиях модернизации угольной отрасли. С другой стороны, необходимость сохранения безопасности энергопотребления и опасения относительно перебоев в функционировании климатически зависимых (неритмичных с точки зрения производства электроэнергии) возобновляемых источников энергии побуждают китайские власти увеличивать мощности угольных электростанций, работающих на китайском и, в последние годы, на российском угле.

Несмотря на внедрение инновационных методов добычи и сгорания угля, устаревшие электростанции остаются значительным источником вредных выбросов в Китае. При этом важным элементом стратегии снижения воздействия угольной отрасли на окружающую среду становятся поэтапное выведение непродуктивных мощностей и переход к чистым технологиям, в том числе основанным на эффективном использовании угля как энергоресурса.

В этой связи полагаем, что развитие энергетической политики Китая будет предусматривать дальнейшую поддержку инноваций, ускоренное внедрение чистых энергетических технологий и более решительные меры по выведению устаревших мощностей угольных электростанций, что повлечет в среднесрочной перспективе сокращение потребления угля в энергетике и постепенное сокращение его импорта.

Список литературы

1. Статистический обзор мировой энергетики ВР. Июнь 2022 г. С. 38-39; Глобальный углеродный проект, Глобальный углеродный бюджет 2021 г. Ноябрь 2021 г.
2. Китайский совет по электроэнергетике, Национальный отчет об анализе и прогнозе ситуации со спросом и предложением электроэнергии на 2021-2022 годы (на китайском языке). 27 января 2022 г.
3. NDRC и NEA, 14-й пятилетний план современной энергетической системы (на китайском языке). Март 2022 г.
4. МЭА. Дорожная карта энергетического сектора по достижению углеродной нейтральности в Китае. Сентябрь 2021 г.
5. Хань Чжэн подчеркнул необходимость усиления планирования, обеспечения безопасных поставок и содействия эффективному использованию угля на конференции по чистому и эффективному использованию угля (на китайском языке) // Синьхуа. 22 марта 2022 г.
6. Environmental effects of China's coal ban policy: Results from in situ observations and model analysis in a typical rural area of the Beijing-Tianjin-Hebei region, China / Dongsheng Ji, Jiawei Li, Guofeng Shen et al. // Atmospheric Research. 2022. Vol. 268.
7. МЭА. Роль СТВ Китая в декарбонизации энергетического сектора. Апрель 2021 г.
8. Full Text: Remarks by Chinese President Xi Jinping at Leaders Summit on Climate // Xinhua. 2021. April 22.
9. Лаури Мюлливирта, Шувэй Чжан, Синь Шен. Анализ: построит ли Китай сотни новых угольных электростанций в 2020-х годах? // Carbon Brief. 24 марта 2020 г.
10. Гао Байюй. Играет ли уголь по-прежнему роль на китайском рынке декарбонизированной энергии? // Китайский диалог. 8 января 2021 г.

Original Paper

UDC 338.98:338.984.4 © V.A. Shestak, A.I. Adigamov, 2024
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2024, № 2, pp. 97-100
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-97-100>

Title

THE ROLE OF COAL IN CHINA'S ENERGY POLICY IN THE MODERN ERA

Authors

Shestak V.A.¹, Adigamov A.I.²

¹ A.Y. Sukharev Moscow Academy The Investigative Committee of the Russian Federation, Moscow, 105005, Russian Federation

² Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University), Moscow, 119454, Russian Federation

Authors Information

Shestak V.A., Doctor of Juridical Sciences, Associate Professor, Professor, e-mail: viktor_shestak@mail.ru

Adigamov A.I., Master of Jurisprudence, e-mail: adigamov_arthur@mail.ru

Abstract

People Republic of China faces the need to balance the gradual phasing out of coal energy and ensuring energy supply stability. This article examines key aspects of the role of coal in the country's energy policy, analyzing changes in consumption, production, and government strategies. It discusses measures taken by China to reduce carbon emissions and the impact of these changes on the global climate change landscape.

Keywords

Coal, Energy, China, Carbon emissions, Energy policy.

References

1. BP Statistical Review of World Energy, June 2022, pp. 38-39; Global Carbon Project, Global Carbon Budget 2021, November 2021.
2. China Electricity Council, 2021-2022, National Electricity Supply and Demand Situation Analysis and Forecast Report, (In Chinese), 2022, January 27.
3. NDRC and NEA, 十四五现代能源体系规划[14th Five-Year Plan for a Modern Energy System] (In Chinese), March 2022.
4. IEA, An Energy Sector Roadmap to Carbon Neutrality in China, September 2021.

5. Han Zheng emphasized the need to strengthen planning, ensure safe supplies and promote efficient utilization at a conference on clean and efficient use of coal (In Chinese). *Xinhua*, 2022, March 22.

6. Dongsheng Ji, Jiawei Li, Guofeng Shen, Jun He, Wenkang Gao, Jun Tao, Yu Liu, Guiqian Tang, Limin Zeng, Renjian Zhang & Yuesi Wang. Environmental effects of China's coal ban policy: Results from in situ observations and model analysis in a typical rural area of the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Atmospheric Research*, 2022, (268).

7. IEA, The Role of China's ETS in Power Sector Decarbonisation, April 2021.

8. Full Text: Remarks by Chinese President Xi Jinping at Leaders Summit on Climate. *Xinhua*, 2021, April 22.

9. See also Lauri Myllyvirta, Shuwei Zhang & Xinyi Shen. Analysis: Will China build hundreds of new coal plants in the 2020s? *Carbon Brief*, 2020, March 24.

10. Gao Baiyu. Does coal still have a role in China's decarbonising power market? *China Dialogue*, 2021, January 8.

For citation

Shestak V.A. & Adigamov A.I. The Role of Coal in China's Energy Policy in the Modern Era. *Ugol'*, 2024, (2), pp. 97-100. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-97-100.

Paper info

Received January 10, 2024

Reviewed January 15, 2024

Accepted January 26, 2024

Мировой спрос на электроэнергию с 2000 года увеличился на 90%

Глобальный спрос на электроэнергию с 2000 г. вырос на 90%, следует из данных аналитического центра Ember. Если в 2000 г. мировое электропотребление составляло 15 108 тераватт-часов (ТВт·Ч), то в 2022 г. – 28 661 ТВт·Ч. Прирост спроса в абсолютном выражении достиг 13 553 ТВт·Ч, что сопоставимо с текущим годовым объемом электропотребления в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (14 449 ТВт·Ч в 2022 г.).

Тренд на рост спроса за последние двадцать с лишним лет прерывался лишь дважды: в 2009 г., когда мировое электропотребление сократилось на 0,7% из-за глобального финансового кризиса, и в 2020 г., когда спрос на электроэнергию снизился на 0,3% из-за пандемии COVID-19.

Ключевым драйвером спроса на электроэнергию был стремительный экономический рост в странах АТР, в энергобалансе которых важную роль играет уголь. По оценке экспертов ассоциации «Глобальная энергия», в период с 2000 по 2014 г. выработка электроэнергии из угля в странах АТР выросла почти втрое (до 6 343 ТВт·Ч), а доля АТР в глобальной структуре угольной генерации достигла 65% (против 36% в 2000 г.). Это во многом объясняет причины «золото века угля», который пришелся на период с 2000 по 2014 г., когда прирост глобального спроса на твердое

топливо достиг 62,7 эксаджоуля (ЭДж), в полтора раза превысив уровень 1965-2000 гг. (прирост на 40,7 ЭДж).

Локомотивом спроса оставались и страны ОЭСР, где электрификация затронула не только транспорт, но и другие отрасли экономики. Например, доля электроэнергии в потреблении энергоресурсов в сегменте коммерческой недвижимости в США в период с 1979 по 2018 г. выросла с 38% до 61%; сказался переход на электрическое отопление офисных зданий наряду с развитием систем кондиционирования и цифровизацией рабочих мест. Не случайно доля мазута в потреблении энергоресурсов в этом секторе сократилась за тот же период с 14% до 1%, доля природного газа – с 44% до 34%, а доля районного отопления осталась на уровне 4%, согласно данным Управления энергетической информации (EIA).

Глобальный спрос на электроэнергию в ближайшие годы, по всей видимости, будет по-прежнему расти, в том числе за счет электрификации транспорта, повышения доступности электрических сетей в Африке и развития технологий автономной генерации.

Ассоциация по развитию международных исследований и проектов в области энергетики
 «Глобальная энергия»