

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРGETИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

5-2024

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕКЦИЙ КРЕПИ



НИВА-ХОЛДИНГ

РЕКЛАМА

- ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, РАБОЧЕГО ДИАПАЗОНА, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
- ВЗАИМОУВЯЗКА ОБОРУДОВАНИЯ КОМПЛЕКСА
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА
- СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

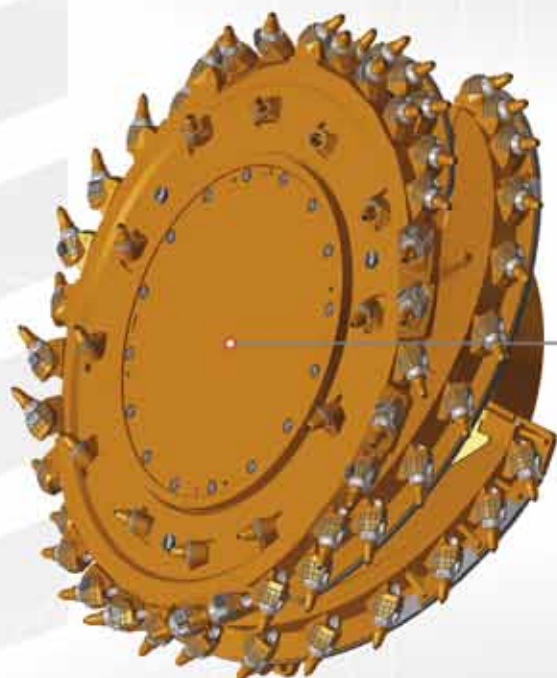


Филиал УПП «НИВА» –
«Завод горно-шахтного оборудования»
Тел/факс: +375 (174) 26-10-61
e-mail: zgsho@niva.by



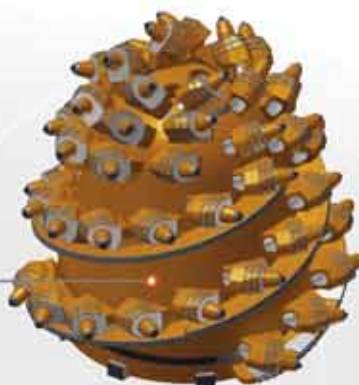
ГОРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОХОДЧЕСКИХ И ОЧИСТНЫХ РАБОТ



ИЗГОТОВЛЕНИЕ
шнеков очистных комбайнов
любых видов по ТЗ заказчика
с оригинальной линией резания

ИЗГОТОВЛЕНИЕ
любых видов корон
проходческих комбайнов



ЖДЁМ ВАС НА ВЫСТАВКЕ
«УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»



04-07 ИЮНЯ 2024

ВК «Кузбасская ярмарка»
уличная экспозиция
стенд №94



**УВЕЛИЧЕНИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**



КАСТОМИЗАЦИЯ



**КОМПЛЕКСНЫЕ
РЕШЕНИЯ**



**ТЕХНИЧЕСКАЯ
ПОДДЕРЖКА**

РАЗРАБОТКА | ПРОИЗВОДСТВО | ВОССТАНОВЛЕНИЕ

 + 7 (3843) 34-80-20

 info@gornygroup.com

 www.gornygroup.com

РЕКЛАМА





СТК

СИБИРСКАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОМПАНИЯ

ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ И ГОРНО-ШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

различных типов

ФЛОТАЦИОННАЯ МАШИНА

ВАЛКОВАЯ ДРОБИЛКА

СЕПАРАТОР КОЛЕСНЫЙ СКВП

РЕДУКТОР

ГРОХОТ

ГИДРОЦИКЛОН



Производство



Разработка
и проектирование



Сервисное
сопровождение



Тех.
обслуживание



Служба
поддержки



Доставка

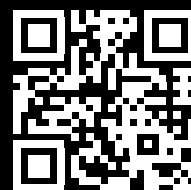
ООО «СТК»,

г. Москва, ул. Верейская, 29, стр. 134, офис А209

Бизнес-Центр «Верейская Плаза III»

8 (495) 369-30-91, office@stc.st

www.stc.st



ООО «СТК» более 15 лет является экспертом в области обогащения полезных ископаемых, а также производителем линейки грохотов различных серий и модификаций. В рамках эксклюзивных дилерских соглашений ООО «СТК» также поставляет горно-обоганительное и горное оборудование для проведения открытых и подземных работ (в т.ч. редукторы, насосы, гидроциклоны, фильтр-прессы, флотационные машины, дробилки, сепараторы и другое).

ООО «СТК» не только поставляет оборудование, но и осуществляет монтаж и сервисное обслуживание, текущий и капитальный ремонт оборудования на протяжении всего срока эксплуатации, тем самым подтверждая свой опыт, стабильность, качество продукции и соблюдая установленные условия договора.

Многолетний опыт и репутация добросовестного поставщика позволили компании сформировать крепкие партнёрские отношения с крупнейшими угольными предприятиями и фабриками на территории РФ и стран СНГ. С каждым годом компания наращивает и развивает направления бизнеса, а также регионы поставок оборудования. В настоящее время офисы ООО «СТК» находятся в Москве, Кемерове, Пекине (КНР). В том числе у предприятия есть собственная производственная площадка в КНР совместно с **Tangshan Shengwei Machinery & Equipment Manufacture CO, Ltd.**, а также склад запасных частей на территории РФ.

Несмотря на то, что ООО «СТК» активно работает с заводами-изготовителями в КНР, с 2019 года компания наладила производство оборудования на территории РФ. Производственные мощности и технологии предприятия дают возможность создавать оборудование по индивидуальным габаритам заказчика, так как специалисты ООО «СТК» сотрудничают с лучшими международными проектными институтами и обладают высоким уровнем профессиональной компетенции в технологическом проектировании в области углеобогащения.

В настоящее время ООО «СТК» стремится расширить ассортимент поставляемой продукции на территории РФ современным высокотехнологичным горно-обоганительным оборудованием. Одним из приоритетных направлений является высокопроизводительные установки для обезвоживания продуктов переработки для горнодобывающих предприятий, такие как камерно-мембранные фильтр-прессы. В связи с этим в 2023 году в РФ было учреждено совместное предприятие **ООО «СТК — Дачжан»** с производителем камерно-мембранных фильтр-прессов и другого фильтровального оборудования **HENAN DAZHANG FILTER EQUIPMENT CO., LTD.**

ОФИСЫ ООО «СТК»:

МОСКВА

121357, г. Москва, ул. Верейская, д. 29,
стр. 134, офис А209
Бизнес-Центр «Верейская Плаза III»

КЕМЕРОВО

650025, г. Кемерово,
ул. Рукавишникова, 20,
офис 421

ПЕКИН (КНР)

100020, Beijing, Chaoyang district,
Guanghua road 8, building 30,
6th floor, Room 7018

ГЕОГРАФИЯ ПОСТАВОК СТК:

1. Республика Бурятия
2. Хабаровский край
3. Кемеровская область - Кузбасс
4. Пермский край
5. Белгородская область
6. Якутия, Республика Саха
7. Волгоградская область
8. Республика Хакасия
9. Челябинская область
10. Забайкальский край
11. Ставропольский край
12. Архангельская область



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»

МАЙ**5-2024 /1180/****УГОЛЬ****УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ**

Приветствия участникам Международных специализированных выставок: «Уголь России и Майнинг 2024», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и специализированной выставки «Промтехэкспо»	6
Научно-деловая программа XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг 2024»	12
Панов А.А. Уголь со счетов не спишешь	16

ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА

Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе «Уголь-Курьер»	20
Sever Minerals Пластинчатые сгустители как современное решение для повышения производительности и качества	22
ООО «Инжиниринг Групп»	23
Хроника. События. Факты. Новости	24
Чуденков Вячеслав Иванович (к 75-летию со дня рождения)	28

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Небратенко Г.Г., Фойгель Е.И., Студеникина С.В. История и современность Иркутского угольного бассейна	29
--	----

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С. Горизонтальные грохоты: эффективность без компромиссов	34
АО «Коралайна Инжиниринг» Обогащение угольного шлама при низкой плотности разделения	36
Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В. Факторы, влияющие на температуру размягчения каменноугольных пеков	38
Комарова А.Г., Чикишева Т.А., Прокопьев Е.С., Прокопьев С.А. Минералого-технологическая оценка отходов ОФ «Прокопьевскуголь»	42
Дубинкин Д.М., Зеяева Е.А., Аксенов В.В. Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности	47
Черкасова Т.Г., Тихомирова А.В., Пилин М.О., Баранцев Д.А. Обоснование выбора сырьевой базы для получения редких и редкоземельных элементов из отходов угледобычи и углепереработки	54

ЭКОЛОГИЯ

Михайлова Е.С., Иванова Л.А. Технологии опережающих очистных скважин для угольных предприятий: тенденции и перспективы	59
Осинцева М.А., Крюк В.А., Дюкова Е.А., Бурова Н.В. Изучение метода гидропосева как способа повышения приживаемости растений при проведении биологической рекультивации техногенно нарушенных земель	65

ЭКОНОМИКА

Пономарев В.П., Пучков А.Л. Фундаментальная политэкономическая особенность горнодобывающего бизнеса	72
Игнатьева О.В., Наянов Е.А., Арзамасова Е.Л., Мандрик Н.В., Кузьмина Т.И. Эконометрическая оценка эффективности контрактов стимулирующего регулирования для повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях	77

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЭК

Савон Д.Ю., Новоселов С.В., Борисова Л.В., Сафронов А.Е. Тенденции мирового потребления энергоресурсов и стратегическая роль угля в топливно-энергетическом балансе России	86
---	----

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

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

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

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

Двухлетний 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 06.05.2024.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 16,5 + 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 № 143272

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

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2024

Петренко И.Е.

Будущее рынка угля и что будет на него влиять _____

92

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Линник В.Ю., Линник Ю.Н.

Исследование закономерностей формирования неравномерности нагрузок на резах исполнительного органа угледобывающего комбайна _____

97

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Зеньков И.В., Патачаков И.В., Редькин Д.В., Чинь Ле Хунг, Юронен Ю.П.,

Черпакова А.А., Хоробрых Д.А., Конде А.С., Спиринов В.Е.

Исследование влияния горно-геологического строения на геомеханические параметры борта карьера при ведении горных работ на мультислойных двухпластовых угольных месторождениях _____

102

БЕЗОПАСНОСТЬ

Пернебек Б.П., Рассолова М.А., Серянина А.В.

К вопросу обеспыливания воздуха при погрузке и транспортировании угля _____

107

НЕДРА

Кузьмина О.Ю., Коновалова М.Е., Жиронкин С.А.

К вопросу существования абсолютной горной ренты. Часть 2 _____

111

ВОПРОСЫ КАДРОВ

Гостенина В.И., Мельников С.Л., Лапыко Т.П., Юдина Е.Н., Лимонова М.А.

Разработка мультиагентных симуляционных моделей для изучения взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности _____

115

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Малахов Ю.В., Кононенко С.Ю., Ракитин В.А., Пашков Д.А.

О реализации мер технической политики, направленных на обеспечение технологической независимости горнопромышленного комплекса в горношахтном оборудовании _____

124

Список реклам

Филиал УПП «НИВА»	1-я обл.	ООО «СТК»	1
Горный инструмент	2-я обл.	ООО «СТК»	2
TAPP Group	3-я обл.	ЛУКОЙЛ	19
ООО «Инжиниринг Групп»	4-я обл.	Piklema	27
		НПП Завод МДУ	58

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,15 (без самоцитирования – 0,79).

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

SCOPUS (рейтинг журнала Q2)**Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF**

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США).
Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO
Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических
библиотек по всему миру.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10
мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме
открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация
науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по
степени видимости материалов в Google Scholar.

Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar

Платформа CNKI Scholar (http://scholar.cnki.net) – ведущий китайский агрегатор
и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество
пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем
20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств,
корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн.

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 LLC

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

Tel.: +7 (499) 237-2223

E-mail: ugol1925@mail.ru

www.ugolinfo.ru

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

Established in October 1925

FOUNDERS

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

MAY

5' 2024

**UGOL' / RUSSIAN
COAL
JOURNAL**

UGOL OF RUSSIA & MINING

International specialized exhibitions:

“Ugol Rossii & Mining” – 2024 _____ 6

Panov A.A.

You cannot write coal off _____ 16

INFORMATION & ANALYTICS

Bulletin of operational information
about the situation in the coal business _____ 20

Plate thickeners as a modern solution
to enhance productivity and quality _____ 22

LLC «Engineering Group» _____ 23

The chronicle. Events. The facts. News _____ 24

HISTORICAL PAGES

Nebratenko G.G., Foygel E.I., Studenikina S.V.

The history and modernity
of the Irkutsk coal basin _____ 29

COAL PREPARATION

Lokhov D.S.

Horizontal screens: efficiency
without compromise _____ 34

Coal slurry treatment
at low separation densities _____ 36

Cherkasova T.G., Nevedrov A.V., Papin A.V.
Factors influencing softening temperature
of coal ashes _____ 38

Komarova A.G., Chikisheva T.A., Prokopiev E.S.,
Prokopiev S.A.

Mineralogical-technological assessment
of waste from Prokopievskugol
Enrichment Plant _____ 42

Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V.

Technical solutions of dump truck load
bearing structures (frames)
as an intellectual property item _____ 47

Cherkasova T.G., Tikhomirova A.V., Pilin M.O.,
Barantsev D.A.

Justification of raw material base selection
to produce rare and rare-earth elements
from coal mining and coal processing wastes _____ 54

ECOLOGY

Mikhaylova E.S., Ivanova L.A.

Technologies of pilot longhole drilling
in coal mining: trends and prospects _____ 59

Osintseva M.A., Kryuk V.A., Dyukova E.A., Burova N.V.

Studying hydroseeding as a way to increase
the survival rate of plants during the biological
reclamation of technogenically disturbed lands _____ 65

ECONOMICS

Ponomarev V.P., Puchkov A.L.

Fundamental political and economic feature
of mining business _____ 72

Ignatyeva O.V., Nayanov E.A., Arzamasova E.L.,
Mandrik N.V., Kuzmina T.I.

Econometric assessment of the effectiveness
of incentive regulation contracts
to increase labor productivity
at coal mining enterprises _____ 77

FUEL AND ENERGY COMPLEX OUTLOOK

Savon D.Yu., Novoselov S.V., Borisova L.V., Safronov A.E.

Trends in global energy consumption
and the strategic role of coal in the fuel
and energy balance of the Russian Federation _____ 86

Petrenko I.E.

The future of the coal market and
what will influence it _____ 92

UNDERGROUND MINING

Linnik V.Yu., Linnik Yu.N.

Study of the regularities of non-uniformity
of loads formation on the cutters of the executive
body of the coal-mining combine harvester _____ 97

SURFACE MINING

Zenkov I.V., Patachakov I.V., Redkin D.V.,
Trinh Le Hung, Yuronen Yu.P., Cherpakova A.A.,
Khorobrykh D.A., Conde A.S., Spirin V.E.

Investigation into the impact of mining
and geological structure on the geomechanical
parameters of open pit walls during mining
operations at the synclinal two-seam
coal deposits _____ 102

SAFETY

Pernebek B.P., Rassolova M.A., Seryanina A.V.

On the issue of dust clearing air during loading
and transportation of coal _____ 107

SUBSOIL USE

Kuzmina O.Yu., Konovalova M.E., Zhironkin S.A.

On the issue of the absolute mining rent.
Part 2. _____ 111

STAFF ISSUES

Gostenina V.I., Melnikov S.L., Lapyko T.P.,
Yudina E.N., Limonova M.A.

Development of multi-agent simulation models
to study the interaction of stakeholders
in the field of education and training
in the coal industry _____ 115

MINING EQUIPMENT

Malakhov Yu.V., Kononenko S.Yu.,
Rakitin V.A., Pashkov D.A.

On the implementation of technical policy
measures aimed at ensuring technological
independence of the mining industry
in mining equipment _____ 124



Уважаемые коллеги!

Поздравляю организаторов, участников и гостей с началом работы XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг».

Угольная промышленность на протяжении многих лет играет важную роль в экономике страны, обеспечивая ее энергетическую безопасность. Развитие угольной отрасли во многом определяет динамику экономического и промышленного роста регионов, укрепляет экономику России и позиции отечественных производителей на внешних рынках.

В 2023 г. угледобывающими предприятиями России с учетом новых регионов было добыто более 443 млн т угля, что является историческим рекордом.

Для сохранения лидирующих позиций на мировых рынках, укрепления позиций на внутреннем рынке энергоресурсов предприятиям отрасли предстоит решить вопросы повышения эффективности на основе использования передовых технологий и высокопроизводительной техники, оптимизации транспортной логистики, повышения уровня промышленной безопасности и условий труда.

Расширяется взаимодействие по развитию угольной промышленности между странами БРИКС. В 2024 году председательство в БРИКС переходит к Российской Федерации, которое пройдет под девизом «Укрепление многосторонности для справедливого глобального развития и безопасности».

Уверен, по итогам работы выставки будут определены новые векторы развития угольной промышленности, включая вопросы промышленной безопасности и минимизации негативного влияния на окружающую среду.

Желаю коллективу выставочной компании «Кузбасская ярмарка», участникам и гостям мероприятий выставки интересных дискуссий и плодотворного сотрудничества!

С уважением,
С.В. Мочальников,
заместитель Министра энергетики
Российской Федерации



Дорогие друзья!

Ежегодно выставочная компания «Кузбасская ярмарка» проводит специализированные выставки «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и «Промтехэкспо». Демонстрация достижений и промышленного потенциала предприятий позволяет представителям горнодобывающей, металлургической, машиностроительной и металлообрабатывающей отраслей обмениваться опытом, заключать выгодные контракты на поставку продукции, укреплять партнерские отношения.

Традиционно представлен широкий спектр оборудования российского производства. Выпуск качественной, конкурентоспособной продукции для угольной отрасли – это серьезный шаг в обеспечении технологического суверенитета в горно-шахтном машиностроении.

В прошлом году мы провели Международную научно-практическую конференцию «Развитие производительных сил Кузбасса: история, современный опыт, стратегия будущего» и наметили векторы развития угольной отрасли региона на ближайшие годы. Будем опираться на новые научные подходы и разработки, затрагивающие все этапы – от геологоразведки до транспортировки продукции.

Весомый вклад в эту работу вносит Научно-образовательный центр «Кузбасс – Донбасс», который занимается реализацией первой в России комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс». В первую очередь мы планируем внедрить в угольную сферу цифровые решения. Цифровизация снижает издержки, повышает безопасность труда и оптимизирует весь процесс – от добычи до поставок потребителям.

Желаю всем участникам выставок и гостям нашего региона продуктивной работы!

С уважением,
С.Е. Цивилев,
губернатор Кузбасса



4-7 июня 2024
Новокузнецк

XXXII Международная специализированная
выставка технологий горных разработок

УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ**

XIV Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

IX Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

ШИРЕ, ЧЕМ КУЗБАСС! ГЛУБЖЕ, ЧЕМ УГОЛЬ!



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
Выставочный комплекс «Кузбасская ярмарка»,
ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк,
т: 8 (800) 500-40-42





XXXII Международная специализированная выставка технологий горных разработок «УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»



XIV Международная специализированная выставка «ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

IX Международная специализированная выставка «НЕДРА РОССИИ»

IV специализированная выставка «ПРОМТЕХЭКСПО»

4-7 июня 2024 г.

г. Новокузнецк, Кемеровская область – Кузбасс



Кузнецкбизнесбанк



ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

- Министерства энергетики РФ;
- Министерства промышленности и торговли РФ;
- Министерства труда и социальной защиты РФ;
- Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- НП «Горнопромышленники России»;
- Правительства Кузбасса;
- Администрации города Новокузнецка;

Главный партнер

- ООО «Партнерство, Инвестиции, Развитие» (г. Москва).

Генеральный спонсор

- АО «Энергия Холдинг» (г. Новокузнецк).

Генеральный партнер

- ООО «НПП «Завод модульных дегазационных установок» (г. Новокузнецк).

Официальный партнер

- ООО «Дис Групп» (г. Новокузнецк).

Партнеры

- АО «Копейский машиностроительный завод» (г. Копейск, Челябинская область),
- АО «Кузнецкбизнесбанк» (г. Новокузнецк),
- ООО «Доринг» (г. Долгопрудный, Московская область).

Спонсоры

- ООО «ТехСервис» (г. Москва),
- ООО «ЕРТ-Групп» (г. Екатеринбург),
- ООО «Фаза» (г. Новокузнецк),
- АНО «НПК «Система» (г. Москва).

Спонсор регистрации посетителей

- ПАО «Сбербанк России» (г. Кемерово).

Партнеры научно-деловых мероприятий

- АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (г. Кемерово),
- ФГОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк).

Главный информационный спонсор

– журнал «Уголь».

Информационный спонсор

– журнал «Уголь Кузбасса».

Международный информационный партнер

– журнал «Горная промышленность».

Стратегический информационный партнер

– «Добывающая промышленность».

Отраслевой информационный партнер

– журнал «Горный журнал Казахстана».

Официальный информационный партнер

– экономический еженедельник «Авант-ПАРТНЕР».

Главный деловой партнер

– журнал «Глобус».

Стратегический медиапартнер

– издательский дом «Энергетика и промышленность России».

Ведущий медиапартнер

– ООО «Бизнес-медиа «Дальний Восток».

Главный интернет-партнер– портал <https://dprom.online/>.**СТАТУС ВЫСТАВКИ «УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ»:**

1996 г. – присвоен знак Международного Союза выставок и ярмарок (ныне Российского, РСВЯ);
 2003 г. – получен статус «Мероприятие, одобренное UFI» (Всемирной ассоциации выставочной индустрии, Париж);
 2007, 2009, 2012, 2015, 2018, 2022 годы – выставочный аудит с оценкой «Достаточная степень достоверности».

По данным Общероссийского рейтинга выставок, «Уголь России и Майнинг» признана самой крупной выставкой в России в номинациях «Выставочная площадь», «Профессиональный интерес», «Международное признание» и «Охват рынка» по тематике «Природные ресурсы. Горнодобывающая промышленность».



Мероприятия научно-деловой программы по традиции пройдут в формате тематических дней: «Министерский день», «День генерального директора», «День технического директора», «День главного механика».



*Выставочная компания «Кузбасская ярмарка»
 (Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк).
<https://www.ugolmining.ru>
 телефон горячей линии: 8-800-500-40-42*



Уважаемые организаторы, участники и гости выставок!

От имени Российского независимого профсоюза работников угольной промышленности приветствую участников и организаторов важнейших событий в угольной отрасли, желаю всем успешной работы.

Целью Росуглепрофа, его уставной обязанностью являются защита трудовых прав и связанных с ними социально-экономических интересов членов профсоюза, улучшение условий и охраны труда. Мы принимаем самое активное участие в организации и подготовке проводимых под эгидой Министерства топлива и энергетики Российской Федерации ежегодных Всероссийских совещаний работников угольной промышленности по вопросам промышленной безопасности и охраны труда. В этих совещаниях участвуют как представители работодателей, так и наш профсоюзный актив в лице представителей первичных профсоюзных организаций.

Росуглепроф - один из первых профсоюзов, начал подготовку из числа своих активистов общественных инспекторов труда Ростехнадзора. Для предприятий и организаций профсоюза нами подготовлены плакаты по охране труда и технике безопасности, которые размещаются на угледобывающих предприятиях.

Регулярно проводимое обучение профсоюзных правовых и технических инспекторов труда повышает их квалификацию



и позволяет активно участвовать в совместных проверках по обеспечению промышленной безопасности на угледобывающих и перерабатывающих предприятиях. Принимаемые нами меры необходимы для того, чтобы уходящий на работу человек возвращался после работы домой живым и здоровым. Это наше жизненное кредо!

Особенно это актуально сегодня, учитывая большой дефицит рабочих кадров на предприятиях угольной отрасли, что значительно увеличивает опасность производственного травматизма.

Нашу работу в этом направлении поддерживает руководство страны.

Уверены, что проводимые международные специализированные выставки, которые на протяжении 32 лет организует выставочная компания «Кузбасская ярмарка», вносят свой значительный вклад в наше общее дело, модернизацию, обновление основных фондов, совершенствование технологий, окажут большое влияние на процесс развития угольных предприятий страны, будут способствовать безаварийной работе предприятий.

*С уважением,
И.И. Мохначук,
председатель Росуглепрофа*

Уважаемые новокузнецкие, гости нашего города, участники и организаторы Международной специализированной выставки «УГОЛЬ РОССИИ и МАЙНИНГ – 2024»!

От души приветствую Вас и поздравляю счастием в одном из самых значимых ежегодных бизнес-событий Новокузнецка.

Пользуясь случаем, сердечно благодарю команду организаторов – выставочную компанию «Кузбасская ярмарка» за многолетний труд, личный вклад в развитие данного проекта. В непростое для России время вы способствуете сохранению экономической стабильности Новокузнецка, Кузбасса, нашей любимой страны, создаете условия для развития эффективного делового сотрудничества среди представителей горнодобывающей, перерабатывающей и других отраслей дружественных государств ближнего и дальнего зарубежья.

Сегодня Новокузнецк – это индустриальная столица Кузбасса, столица Южно-Кузбасской агломерации, один из старейших городов за Уралом. Он с честью носит звание Города трудовой доблести. Это высокое звание было присвоено за вклад новокузнецчан в Победу в Великой Отечественной войне, за массовый трудовой героизм и самоотверженность в обеспечении бесперебойного производства военной и гражданской продукции на промышленных предприятиях.

Жители города трепетно относятся к своей истории и во всех современных проектах стараются продолжать лучшие традиции, заложенные героическим поколением своих земляков. В дни проведения выставки Вы можете ознакомиться с достопримечательностями Новокузнецка, посетить музеи и приобщиться к уникальным историческим сведениям и фактам.



Новокузнецк известен многим жителям нашей страны как город с особым характером. Он был и остается крупнейшим индустриальным центром и промышленным оплотом России с мощным производственным потенциалом и развитым уровнем социальной общности. Во время выставки «Уголь России и Майнинг» он преображается и наполняется особой энергией сотрудничества и содружества городов, стран, предприятий. В эти дни формируются новые пути для развития всей отрасли, мы вместе можем увидеть всю мощь угольной промышленности России, ознакомиться с новейшими достижениями, настоящими прорывами в области технологий, профессиональных компетенций и производственного оборудования.

Уверен, что и в этом году XXXII Международная специализированная выставка «Уголь России и Майнинг – 2024» станет традиционно ярким, авторитетным и влиятельным событием, объединит для плодотворной работы представителей не только угольной отрасли, но и других деловых кругов и даст зеленый свет новым перспективным и прорывным проектам.

Желаю всем успехов и добро пожаловать в Новокузнецк!

*С уважением,
С.Н. Кузнецов,
глава города Новокузнецка*

Дорогие друзья!

Приветствую Вас на XXXII Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг».

Международный горнопромышленный форум в Новокузнецке – уникальная платформа, предоставляющая возможность познакомиться с новейшими технологическими разработками различных отраслей горнодобывающей промышленности, открыть российским предприятиям новые горизонты сотрудничества и развития бизнеса.

Обсуждаемые на форуме вопросы характеризуются особой значимостью, поскольку создание и расширение инновационных производств являются определяющим фактором для развития национальной экономики и технологического суверенитета Российской Федерации.

Выражаю надежду, что демонстрация потенциала российских производителей горного оборудования и профессиональный



диалог по наиболее актуальным вопросам отрасли будут способствовать дальнейшему независимому развитию добывающей и перерабатывающей индустрии нашей страны на фоне текущих стремительных конъюнктурных изменений в мире.

Искренне желаю участникам и гостям мероприятия достижения поставленных профессиональных целей, конструктивных дискуссий и продуктивной работы! Выставочной компании «Кузбасская ярмарка» и Международному горнопромышленному форуму – дальнейшего процветания!

*С уважением,
М.И. Иванов,*

*заместитель министра промышленности
и торговли Российской Федерации*

Уважаемые организаторы, участники и гости выставки!

От имени депутатского корпуса Парламента Кузбасса поздравляю вас с началом работы XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «УГОЛЬ РОССИИ и МАЙНИНГ» и международных специализированных выставок «ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА и ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ», «НЕДРА РОССИИ», «ПРОМТЕХЭКСПО».

Более 30 лет на этой авторитетной отраслевой площадке, организованной «Кузбасской ярмаркой», демонстрируются самые современные технологии, заключаются крупнейшие сделки, обсуждаются важнейшие вопросы развития отрасли.

Вопреки беспрецедентному санкционному давлению угольная отрасль России успешно справляется с вызовами. Сохранены объемы добычи угля, обеспечены потребности внутренне-



го рынка, исполняются обязательства перед иностранными партнерами.

По прогнозам экспертов, спрос на уголь в мире продолжит расти, особенно со стороны крупнейших экономик Азии. Кузбасс способен сполна обеспечить эту потребность, но важно обеспечить отрасли технологический суверенитет, расширить железнодорожную и портовую инфраструктуру. Все эти, а также многие другие важнейшие вопросы – в научно-деловой программе форума.

Желаю всем участникам интересной и плодотворной работы!

*С уважением,
А.А. Зеленин,*

председатель Парламента Кузбасса

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

От имени Торгово-промышленной палаты Российской Федерации приветствую организаторов, участников и гостей XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIV специализированной выставки «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», IX специализированной выставки «Недра России», IV специализированной выставки «Промтехэкспо».

Выставка «Уголь России и Майнинг» – это традиционное место встречи лидеров и начинающих участников горнодобывающей отрасли, а также уникальная и востребованная площадка, позволяющая российским и международным участникам представить свои уникальные достижения, новейшие разработки, инновационные решения в области горной добычи и переработки сырья.



Сегодня промышленности принадлежит одна из ключевых ролей в достижении технологического суверенитета. Современные технологии, система подготовки кадров, безопасность труда, новые форматы межрегиональной и международной кооперации – обширная повестка, которая находит свое отражение в деловой и выставочной программе мероприятия.

Желаю организаторам – выставочной компании «Кузбасская ярмарка» и участникам успешной работы, новых свершений и достижений в бизнесе!

*С уважением,
С.Н. Катырин,*

*президент Торгово-промышленной
палаты Российской Федерации*

Научно-деловая программа

XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг»

С 4 по 7 июня 2024 г. XXXII Международная специализированная выставка технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» вновь соберет на площадке выставочного комплекса «Кузбасская ярмарка» в Новокузнецке ведущих игроков горнорудной промышленности и смежных областей. В рамках мероприятия запланирована насыщенная научно-деловая программа с участием представителей отрасли, государственной власти, научного сообщества и других экспертов. Посещение интерактивных сессий, конференций, семинаров и круглых столов доступно для участников и гостей выставки.

4 июня –

«День генерального директора»

В первый день работы выставки состоится ряд профильных встреч, организаторами которых в том числе выступят Министерство энергетики РФ и Министерство угольной промышленности Кузбасса, ПАО «Ростелеком» и другие. Так, Сибирский филиал ООО «Газпром газомоторное топливо» предлагает посетить панельную сессию «Развитие рынка газомоторного топлива в Кемеровской области – Кузбассе. Ремоторизация. Переоборудование». Руководителей и сотрудников юридических отделов предприятий приглашают на семинар от ООО «Пепеляев Групп», посвященный теме правовых рисков для добывающих компаний.

5 июня – «Министерский день»

В этот день Министерством энергетики РФ запланировано заседание рабочих групп, на котором эксперты

«Уголь России и Майнинг» – крупнейшая выставка технологий горных разработок, ежегодно проходящая в городе Новокузнецке. Она проводится при поддержке Министерства энергетики РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства труда и социальной защиты РФ, НП «Горнопромышленники России», Правительства Кузбасса и Администрации города Новокузнецка.

обсудят состояние экологической безопасности и предложат меры по повышению безопасности и улучшению условий труда в угольной промышленности. Темы экологии и безопасности также обсудят участники круглого стола «Получение комплексного экологического разрешения. Технологическое нормирование и повышение экологической эффективности» и семинара «Перспективы направления для обеспечения геомеханической безопасности в угольных шахтах» от партнера выставки – АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли».

Министерство финансов Кузбасса проведет круглый стол «Финансовые технологии развития промышленности», а «Кузбасский технопарк» организует конференцию «Финансирование разработок инновационной продукции для горнодобывающей промышленности. Презентация разработок Сколково».



Решение технических вопросов предложат на конференциях «Современные тенденции развития привода переменного тока для карьерных экскаваторов» от АО «РУДО-АВТОМАТИКА им. В.В. Сафошина» и «Импортозамещение в действии. Реализация систем диспетчеризации и автоматизации», которую проведет ООО «МПС софт». Сибирский государственный индустриальный университет предлагает посетить XXXII Международную научно-практическую конференцию «Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов», которая продлится два дня – 5 и 6 июня.

6 июня – «День технического директора и главного механика»

Одним из ключевых событий дня и премьерой 2024 г. станет интерактивная сессия «Новые времена – Новые герои», организатором которой выступает Агентство по работе с маркетинговым нигилизмом «Маркетинг от Тимченко». Мероприятие объединит как новых, так и хорошо известных производителей и поставщиков. Участники ожидают презентацию новых имен, обсуждение отраслевых решений, цифровизации горнодобывающей отрасли, кадрового вопроса, экологии и охраны окружающей среды.

Программа состоит из четырех тематических блоков. В первом блоке «Инфраструктура: от геологоразведки до ГОКа» выступят производители и поставщики продуктов и услуг, обеспечивающие основные этапы создания и работы предприятий. Они обсудят основные трансформации современного рынка спроса и предложения, критерии выбора производителя, роль поставщика спецтехники и оборудования и другие важные аспекты.

Второй тематический блок «По пути цифровой трансформации», интеллектуальным партнером которого выступает «МАЙНЕКС Россия», будет посвящен цифровым технологиям и решениям. В нем примут участие разработчики горно-геологических информационных систем, продуктов для цифровизации и информационной безопасности.

Участники блока «Безопасность. Охрана труда и окружающей среды» обсудят актуальные требования в области охраны труда и окружающей среды в горнодобывающей промышленности, опыт реализации собственных программ, правовые аспекты, СИЗы для сотрудников и многие другие вопросы.

Четвертый блок «Кадры решают все» организован при стратегическом партнерстве с НИТУ МИСИС. Он будет посвящен решению проблемы нехватки квалифицированных специа-

листов в отрасли, успешным практикам сотрудничества с учебными заведениями и собственным программам подбора и удержания кадров.

Также в третий день работы выставки состоится заседание технического комитета «Горное дело», посвященное вопросам безопасности в угольной отрасли и импортозамещению горношахтного оборудования. Его организаторами станут Министерство промышленности и торговли РФ, Технический комитет «Горное дело», АО «НЦ ВостНИИ» и Представительство Ассоциации НП «Горнопромышленники России» по СФО.

Министерство природных ресурсов и экологии Кузбасса проведет круглый стол, посвященный роли промышленных предприятий в современной климатической повестке.

Участников и гостей выставки приглашают на семинар «Импортозамещение подшипников для добывающей отрасли. Новые возможности. Примеры успешного внедрения» от ООО ТД «Сибирский подшипник». Также состоится круглый стол «Обеспечение безопасности труда на предприятиях угольной промышленности», который организуют АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» и Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева.



Директор выставочного проекта Альбина Бунеева: «Уголь России и Майнинг» – это площадка для открытых дискуссий и поиска новых решений в отрасли. Ежегодно выставка собирает более 600 компаний и 50000 тысяч профессионалов из России и других стран, которые готовы поделиться с единомышленниками своим уникальным опытом. В 2024 г. запланировано более 70 мероприятий, охватывающих такие актуальные темы, как экология, цифровизация, безопасность и многие другие».



Научно-деловая программа будет пополняться новыми событиями, информацию о которых можно узнать на сайте мероприятия:
<https://www.ugolmining.ru/#/>

Уважаемые коллеги!

Уважаемые участники, гости и организаторы Международного горнопромышленного форума и связанных с ним выставок: XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIV Международной специализированной выставки «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», IX специализированной выставки «Недра России» и IV специализированной выставки «Промтехэкспо»!

От имени Российского союза выставок и ярмарок и от себя лично я рад приветствовать Вас на этом важном мероприятии, которое служит площадкой для демонстрации инновационных достижений и развития стратегических партнерств в сфере горнодобывающей и угольной промышленности.

Международный горнопромышленный форум за годы своего существования стал не только ключевым событием в отрасли, но и символом инноваций, высоких стандартов, развития и сотрудничества. Это место, где встречаются лучшие умы, самые передовые технологии и перспективные проекты.

Горнопромышленный сектор, включая угольную промышленность, играет невероятно важную роль в экономике России, обеспечивая не только энергетическую безопасность, но и стимулируя развитие множества других отраслей. Стоит отметить, что Россия является одним из крупнейших производителей угля в мире, обеспечивая значительную часть как внутреннего, так и мирового рынка.



По последним данным, угольная промышленность России занимает ключевое место в энергетическом комплексе страны, обеспечивая около 20% всей произведенной электроэнергии. Более того, горнодобывающая отрасль является одной из ведущих по объемам производства и экспорта сырьевых ресурсов.

Прошлогодний форум еще раз подтвердил все вышесказанное! В мероприятии приняли участие 638 компаний из различных уголков Российской Федерации и зарубежных стран, а посетили выставку почти 60 тысяч человек. Это еще одно подтверждение того, что Международный горнопромышленный форум является важным событием для всех заинтересованных сторон.

Я уверен, в этом году ВК «Кузбасская ярмарка» подготовила не менее насыщенную деловую программу, и нас ждет богатая выставочная экспозиция от лидеров рынка. Желаю всем успешных и продуктивных дней на предстоящем мероприятии. Пусть каждая встреча принесет Вам новый опыт, новые идеи и перспективные решения для развития бизнеса и отрасли в целом!

*С уважением,
С.Г. Воронков,
президент РСВЯ*

Уважаемые организаторы, участники и гости Форума!

Рад приветствовать организаторов, гостей и участников XXXII Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIV Международной специализированной выставки «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», IX специализированной выставки «Недра России» и IV специализированной выставки «Промтехэкспо».

В Кузбассе дислоцируется крупнейшая группировка горноспасателей в России – 4 военизированных горноспасательных отряда общей численностью около 1300 человек и аэромобильный отряд быстрого реагирования в составе Национального центра подготовки горноспасателей и шахтеров в Новокузнецке. Сегодня это профессионально подготовленная, высококвалифицированная спасательная служба, на вооружении которой около 300 единиц автомобильной, пожарной и спецтехники, современное оборудование для проведения аварийно-спасательных и поисковых работ. В разные годы горноспасатели участвовали в ликвидации различных по сложности чрезвычайных ситуаций на угледобывающих предприятиях не только в нашем регионе, но и за его пределами.



Бесспорно, безопасный труд шахтеров и горняков – одна из наших общих задач! Ежегодно в этих целях учеными, экспертами, представителями деловых кругов и профессионального сообщества внедряются передовые разработки, новые технологии и методики.

Международный горнопромышленный форум, ежегодно организуемый Выставочной компанией «Кузбасская ярмарка», дает уникальную возможность изучить весь комплекс современных достижений в этой области, обменяться опытом и обсудить широкий круг актуальных вопросов. Такие мероприятия позволяют сделать еще один шаг к повышению уровня безопасности ведения горных работ и благополучия тех, кто связал свою жизнь с горнодобывающей промышленностью.

Желаю всем плодотворной работы на Форуме, эффективного взаимодействия и укрепления партнерства для совместной реализации перспективных инициатив и проектов!

*С уважением,
А.Ю. Шульгин,
начальник Главного управления МЧС России
по Кемеровской области – Кузбассу,
генерал-майор внутренней службы*

Уважаемые участники и организаторы форума!

Приветствую вас на открытии XXXII Международного горнопромышленного форума, в рамках которого, наряду с дискуссионными площадками, начали работу несколько международных специализированных выставок: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России» и «Промтехэкспо».

В эти дни Новокузнецк становится угольной столицей России, привлекая внимание экспертов из различных стран, инженеров и разработчиков, руководителей компаний и представителей органов власти.

Сегодня это единственный конгрессно-выставочный проект в России, реализуемый выставочной компанией «Кузбасская ярмарка», в котором объединены деятельность, интересы и запросы всех отраслей угольной и горнорудной промышленности. Именно здесь прорабатываются новые сценарии и перспективы развития угольной отрасли и смежных с ней отраслей.

В настоящее время отечественная угольная промышленность переживает непростые времена. Санкционные ограничения, проблемы с логистикой и узкими транспортными коридорами на Восточном полигоне оказывают серьезное влияние на отрасль.



В то же время, несмотря на «зеленую» повестку и планы по постепенному снижению использования угля, потребность в нем пока велика. Согласно данным Coal 2023, мировой спрос на уголь в прошлом году вырос на 1,4%. Основными бенефициарами в энергетическом его использовании выступают государства юго-восточной Азии.

Сегодня наши научные коллективы нащупывают и экспериментально обосновывают новые ниши использования ресурса в неэнергетическом плане. Ведь уголь - уникальный продукт, который может применяться, например, при производстве удобрений, мелиорации, рекультивации земель, в строительстве дорог и жилья. Уверена, расширение его неэнергетического применения сможет открыть в будущем хорошие перспективы для отрасли.

Международный горнопромышленный форум, несомненно, задаст новые тренды развития угольной генерации в России и мире. Всем участникам и организаторам желаю плодотворной работы, свежих идей и надежного сотрудничества!

*С уважением,
Т.О. Алексеева,
президент Кузбасской ТПП*



Уголь со счетов не спишешь

Несмотря на все трудности и экономические санкции со стороны недружественных западных стран, угольная отрасль Кузбасса демонстрирует высокую степень устойчивости. Огромный ресурсный потенциал, широкая сырьевая база углей, колоссальный опыт угледобычи и самоотверженность кузбасских горняков – залог успешного развития угледобывающей отрасли региона. В преддверии события огромной важности для угольной промышленности России и Кузбасса – Международного горнопромышленного форума «Уголь России и Майнинг» в Новокузнецке было записано интервью с заместителем губернатора Кузбасса по топливно-энергетическому комплексу, транспорту и экологии.

– До 2060 года Россия планирует достичь углеродной нейтральности. Как такие амбициозные планы по декарбонизации отразятся на развитии угольной отрасли в стране и Кузбассе – главном угольном регионе?

– Прежде всего, нужно развести понятия – достижение углеродной нейтральности не равно отказу от ископаемого топлива. Суть процесса в том, что совокупный объем выбросов углекислого газа от всех видов деятельности должен быть равен тому, сколько его могут поглотить все экосистемы.

Учитывая, что уголь используется в основном для производства электроэнергии, потребление которой в мире год от года увеличивается, «хоронить» угледобычу смысла нет. Есть фантазии, а есть реальность: угольная генерация продолжает быть самой дешевой и безопасной.

Строго говоря, любые технологии получения электроэнергии полностью экологически чистыми не являются. Для сравнения: нефтегазовый сектор дает более 50% выбросов метана, угольный – около трети.

Атомная энергетика с точки зрения парниковых газов идеальна, но там свои сложности с радиоактивными отходами. Для солнечной и ветряной энергетике требуется масса невозобновляемых ресурсов, прежде всего, редкоземельных металлов. И вопрос утилизации использован-



ПАНОВ А.А.
заместитель
губернатора Кузбасса
по топливно-энергетическому
комплексу, транспорту
и экологии

ных аккумуляторов и других элементов по-прежнему открыт.

Поэтому будущее не в отказе от угля, а в массовом внедрении новых технологий, позволяющих сделать угольную генерацию чистой во всех отношениях. Поэтому страны Азиатско-Тихоокеанского региона планируют к вводу более 200 ГВт угольных генерирующих мощностей. И Кузбасс со своим качественным углем здесь как нельзя кстати.

– В связи с глобальными политическими и экономическими трудностями многие отрасли переживают непростые времена уже сейчас. Как повлияла мировая повестка на угольную промышленность на текущий момент?

– Численность занятых в угольной отрасли региона составляет порядка 90 тыс. человек, или 65% от общей занятости в угольной отрасли России.

Углепром служит исходным звеном для многих сопряженных производств – металлургии, химии и энергетики. Плюс обеспечивает заказами машиностроение, грузоперевозки, легкую промышленность и строительный комплекс. И, несмотря на все трудности, угледобыча по-прежнему играет ключевую роль в нашей региональной экономике.

Полностью преодолеть последствия кардинальной смены вектора поставок за относительно небольшой срок



невозможно. Тем не менее, по итогам 2023 г. из Кузбасса было экспортировано 113,8 млн т угля, что на 7% меньше уровня 2022 г. (-8,6 млн т). В условиях санкций со стороны Запада это очень неплохой результат.

Отдельной проблемой для грузоотправителей угля стал рост транспортных расходов и прежде всего рост тарифов ОАО «РЖД». Так, например, только по тарифной нагрузке прирост для кузбасского энергетического угля в декабре 2023 г. по отношению к декабрю 2021 г. в зависимости от направления составил от 73% до 107%, для коксующегося угля – до 80%. Кроме того, выросли ставки на перевалку угля в портах, фрахт судов и страхование груза. Наибольшие потери среди угледобывающих регионов России несет Кузбасс, так как именно у нас наибольшее транспортное «плечо» доставки грузов.

Угольные предприятия региона ведут постоянную работу, направленную не только на укрепление позиций на внутреннем и внешнем рынках, но и на выстраивание новых долгосрочных партнерских отношений. Так, высокое качество нашей угольной продукции давно известно на рынках Северной Африки и Ближнего Востока, налаживаются поставки в Латинскую Америку. При этом Кузбасс заинтересован в грамотном выстраивании логистических цепочек, дальнейшем расширении железнодорожных магистралей и увеличении пропускных способностей для своевременного вывоза угля из региона. Это принципиальные для нашего региона вопросы. И мы продолжим на всех уровнях добиваться их решения в пользу кузбасских шахтеров.

– Угольная отрасль не может развиваться без тесного взаимодействия с наукой. Какая работа в этом направлении ведется в Кузбассе?

Сегодня в регионе предприятия совместно с представителями научного сообщества – участниками НОЦ «Кузбасс» – в рамках реализации КНТП активно разрабатывают инновационные проекты в области цифровизации промышленности и энергетики. Это и геоинформационная система цифрового управления, и цифровая платформа мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов, и система управления автономными транспортными средствами на основе проецируемой траектории движения, и многое другое.

На угольных предприятиях региона не первый год действуют автоматизированные системы управления и цифровые системы технологической радиосвязи отечественного производства, которые позволяют контролировать загрузку самосвалов и нарушения, параметры эксплуатации и состояния горных машин.

Мы нацелены на создание комплекса технологий, повышающих эффективность угледобычи и углепереработки, обеспечивающих высокий уровень промышленной безопасности и экологии, снижающих риски профессиональных заболеваний. Помимо этого Кузбассу нужна эффективная система управления исследованиями, инновациями, производством и выводом на рынок новых продуктов на основе научно-производственного партнерства научных и образовательных организаций и предприятий реально сектора экономики.



– А есть какие-то конкретные примеры?

Угольные предприятия региона активно применяют промышленную электронику, динамическое 3D-моделирование, IT-технологии с использованием спутниковых навигационных систем диспетчеризации технологического транспорта разреза, мониторинга деформации карьерных выработок, техногенных и природных откосов и насыпей. Кроме того, предприятия движутся к полной цифровизации и автоматизации основных производственных процессов благодаря использованию комплексов «Умный разрез», «Умная шахта» и «Интеллектуальный карьер».

Среди флагманов здесь – «УК «Кузбассразрезуголь». Компания реализует проект «Трехмерное моделирование угольных месторождений и организация дистанционного контроля состояния ведения горных работ». Цель – сделать производство безопасным и безаварийным. Для создания цифрового двойника в компании разрабатываются трехмерные геологические модели разрезов. Наполнение моделей оперативными и достоверными данными обеспечивается дистанционно, с использованием цифровых технологий и оборудования: радар, скважинные датчики, квадрокоптеры, GPS-системы, мобильные лазерные сканирующие системы, гидрографический комплекс.

На Калтанском и Краснобродском разрезах введена в промышленную эксплуатацию цифровая система технологической радиосвязи отечественного производства. Новая радиосвязь обеспечивает надежность коммуникации между производственными службами, от которой зависит не только эффективность работы предприятия, но и безопасность горняков.

– А какой-то экономический эффект от этого есть?

– Цифровизация угольной отрасли позволяет снижать удельные затраты на производство, увеличивать производительность труда и оборудования, повышать эффективность технологических процессов горнодобывающей и смежных отраслей промышленности, снижать негативное воздействие на окружающую среду. В дальнейшем внедрение цифровых технологий позволит угольной отрасли Кузбасса выйти на качественно новый уровень, в том числе и в части обеспечения безопасности производства.

Уважаемые участники и гости XXXII Международного горнопромышленного форума – ведущего в России проекта для всех отраслей горнорудной промышленности!

От имени коллектива выставочной компании «Кузбасская ярмарка» рад приветствовать вас на XXXII Международной специализированной выставке технологий и горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIV Международной специализированной выставке «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», IX Международной специализированной выставке «Недра России» и IV специализированной выставке «Промтехэкспо».

Выставка «Уголь России и Майнинг» проходит под девизом «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!», объединяя компании, работающие в различных отраслях промышленности, связанных с добывающим сектором экономики: горнодобывающей, металлургической, машиностроительной и металлообрабатывающей. Это уникальная площадка для демонстрации новейших технологий, потенциала предприятий, развития бизнеса, которую ежегодно выбирают более 600 экспонентов и 50000 посетителей.

Среди участников этого года производители и поставщики горношахтного оборудования и спецтехники, инструмента и оснастки, сервисные и добывающие предприятия из 103 городов России, Казахстана, Республики Беларусь, Китая, Турции, Индии и российские представители компаний из Европы.

В этом году мы впервые запустили дополнительную – южную площадку для размещения экспозиций с тяжелой техникой площадью 15000 кв. м, что позволило принять еще больше участников.

В рамках научно-деловой программы на 12 коммуникационных площадках пройдут более 60 мероприятий



с участием экспертов высокой квалификации, представителей Министерства энергетики РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства труда и социальной защиты РФ, МЧС России и других государственных структур, научных организаций, собственников и руководителей угольных компаний и промышленных предприятий. Мероприятия направлены на повышение безопасности и улучшение условий труда, промышленной и экологической безопасности, снижение зависимости угольной промышленности от импорта оборудования, формирование плана экспортных перевозок угольной продукции железнодорожным транспортом в восточном направлении и многое другое.

Благодарим за всестороннее содействие в организации выставок и программы мероприятий отраслевые министерства РФ, Правительство Кузбасса, НП «Горнопромышленники России», Торгово-промышленные палаты России и Кузбасса, Администрацию г. Новокузнецка, НЦ ВостНИИ, Сибирский государственный индустриальный университет, всех наших партнеров и спонсоров выставки, средства массовой информации и многих других.

Уверен, профессиональный диалог в рамках форума будет содействовать появлению инновационных решений, способствующих развитию и продвижению новых проектов, внедрению современных технологий в угольной и горнодобывающей отраслях.

Желаю всем участникам и гостям XXXII Международного горнопромышленного форума коммерческих успехов и взаимовыгодного сотрудничества.

С уважением,

В.В. Табачников,

*генеральный директор ВК «Кузбасская ярмарка»,
вице-президент Российского союза выставок и ярмарок,
президент Союза предпринимателей Новокузнецка*



ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РЕКЛАМА



ЛУКОЙЛ
AVANTGARDE
ULTRA M3
15W-40

Двигатель

ЛУКОЙЛ
ТЕРМОФЛЕКС
EP 2-180

Подшипники ступиц
передних колес

ЛУКОЙЛ
СТИЛО SYNTH
680

Редуктор
мотор-колеса

ЛУКОЙЛ
КАРБОФЛЕКС
OG HD

Открытые зубчатые
передачи /
поворотный круг

ЛУКОЙЛ
СИНТОФЛЕКС
АРКТИК
1-100 HD

Централизованная
система смазки

ЛУКОЙЛ
ГЕЙЗЕР ЛТ ЦФ
ЛУКОЙЛ
ГЕЙЗЕР ММ

Гидравлическая
система

ООО «ЛЛК-Интернешнл»
Москва, Садовническая ул. 75
masla-sales@lukoil.com

ЛУКОЙЛ
СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



УГОЛЬ – КУРЬЕР

МАЙ

Бюллетень оперативной информации о ситуации в угольном бизнесе

2024

Угледобывающие регионы

Добыча угля в России за январь-март 2024 г. составила 108 млн т (101,5% к аналогичному периоду 2023 г.), в том числе каменного угля – 83,7 млн т (102,3%). Добыча антрацита составила 6 млн т (91,6%). Коксующихся углей добыто 28,3 млн т (111,1%). Добыча бурого угля составила 24,3 млн т (98,7%).

Ростат.

В I квартале в Кемеровской области добыто 52,8 млн т угля. Это на 1,1 млн т меньше, чем за аналогичный период прошлого года. Сокращение произошло за счет падения добычи углей энергетических марок: 35,5 млн т в январе-марте 2024 г. против 36,9 млн т в январе-марте 2023-го. Добыча коксующихся марок, напротив, выросла на 300 тыс. т (до 17,3 млн т). **Коммерсантъ.**

В первом квартале 2024 г. в Республике Саха (Якутия) добыча угля достигла 11,4 млн т, что на 33% превышает показатели аналогичного периода прошлого года (8,6 млн т). **Новости Нерюнгри.**

На территории Магаданской области добыча каменного угля за январь-март составила 150 тыс. т. Это на 27% больше, чем за аналогичный период годом ранее. **NEDRADV.**

Государственное регулирование

Увеличение налога на добычу угля в настоящее время не обсуждается, сообщил журналистам министр энергетики РФ Николай Шульгинов. Он также добавил, что вопрос с курсовой пошлиной для угля будет закрыт «до конца месяца». **TACC.**

Правительство РФ утвердит паспорт инвестиционного проекта третьего этапа развития Восточного полигона (объединяет Транссиб и БАМ) в ближайшее время. В целях выполнения поручений президента РФ принято решение одобрить проект паспорта инвестиционного проекта, в бли-

жайшее время паспорт указанного проекта будет утвержден правительством. Главная цель обсуждаемого инвестпроекта – обеспечение развития провозной и пропускной способности Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей до 2035 г. В частности, планируется достичь пропускной способности в объеме 210 млн т к концу 2030 г. и 270 млн т к концу 2032 г. **TACC.**

В Минэнерго России прошло заседание рабочей группы по вопросам вывоза угля на экспорт в восточном направлении. Заместитель министра энергетики РФ С.В. Мочальников сообщил, что вывоз угля на восток за январь-февраль 2024 г. увеличился на 7% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В мероприятии приняли участие представители правительств регионов, РЖД и угольные компании. **Минэнерго России.**

Комиссия Госсовета по энергетике считает, что угольная отрасль РФ стоит на пороге тяжелого кризиса, который приведет к убыткам в 450 млрд руб. по итогам года, перекрывающим заработок в 2020-2021 гг. Для поддержки отрасли предлагается отменить экспортную пошлину или ввести цену отсечения, ниже которой она не применяется, а также вернуть льготы и дать новые скидки к тарифам ОАО «РЖД». **Коммерсантъ.**

Новости угольного рынка

Экспорт российского угля в Китай по итогам 2023 г. превысил 100 млн т (по итогам 2022 г. поставки угля в Китай составили 67 млн т). **TACC.**

Россия за год увеличила поставки коксующегося угля в Индию на 200% и вошла в тройку крупнейших поставщиков после Австралии и США. **TACC.**

Статистика добычи угля в России в 2024 г. будет учитывать показатели Донецкой и Луганской Народных

Республик, ее объем прогнозируется на уровне 443,5 млн т. **TACC.**

Австралийская компания Tigers Realm Coal Ltd (TIG) продаст российской компании «АПМ-инвест» (Москва) угольные активы на Чукотке за 49 млн дол. США. В пакет продажи входят ООО «Берингпромуголь» (основной добывающий актив), ООО «Берингугольинвест» (управляющая компания), ООО «Порт Угольный» (оператор морского Беринговского угольного терминала), ООО «Берингпромсервис» (сервисная компания) и АО «Северо-Тихоокеанская угольная компания» (проведение геологоразведочных работ). Сделка подлежит одобрению акционеров. **PrimaMedia.**

В I квартале 2024 г. экспорт угля составил почти 45 млн т, что на 11,6% ниже показателей аналогичного периода 2023 г. Основной объем экспорта в январе-марте шел через порты – 39,7 млн т (-16,8% к январю-марту 2023 г.), в то время как через пограничные переходы было перевезено 5,3 млн т угля (рост в 1,7 раза). **FINMARKET.RU.**

В настоящее время основными покупателями российского угля являются страны Азии, главным образом Китай и Индия. При этом доля поставок в дружественные страны за 2023 г. увеличилась с 60,2 до 82%, а доля поставок в недружественные страны сократилась с 39,8 до 18%. С начала 2024 г. цены на коксующийся уголь в Китае снизились на 18% на фоне замедления темпов роста китайской экономики. В последнее время российскому углю становится все труднее конкурировать по цене с экспортерами из Индонезии и Австралии на фоне антироссийских санкций, затронувших Мечел и СУЭК, а также ввода Китаем импортных пошлин в начале 2024 г. Импортные пошлины, введенные Китаем, делают поставки из РФ менее конкурентоспособными, в то время как поставщики из Индонезии и Австралии не пострадали благодаря на-

личию соглашений о свободной торговле с КНР. **Финам.Ру.**

Австралия сократила прогноз экспорта металлургического угля в финансовом году, заканчивающемся в июне 2024 г., с 166 до 161 млн т. Снижение прогноза объясняется лишь частичным восстановлением внутреннего производства. **Platts.**

Цены на австралийский металлургический уголь НСС подскочили выше 250 дол./т на фоне активных покупок со стороны Китая, где наблюдался рост цен в связи с увеличением загрузки металлургических предприятий. **EastRussia.**

Экспортные цены на российский энергетический уголь в начале апреля снизились до минимумов 2021 г. из-за низкого спроса на рынках сбыта: FOB Черное море – 72 дол./т, FOB Балтика – 61 дол./т, FOB Дальний Восток – 95 дол./т. Основная причина снижения экспортных цен – падение спроса на уголь в Индии и Китае. При текущих экспортных ценах поставки российского угля за рубеж стали нерентабельными. **TACC.**

В конце апреля на угольном рынке Европы отмечалась высокая волатильность цен, которые двигались в диапазоне 117-126 дол./т на фоне резкого подорожания газа до трехмесячного максимума (350 дол./1000 м³) в связи с эскалацией конфликта на Ближнем Востоке. **EastRussia.**

Новости угольных компаний

Восточная горнорудная компания (ВГК) продолжает подготовку к запуску магистрального угольного конвейера протяженностью 23 км, который предназначен для транспортировки угля с Солнцевского разреза до порта Шахтерск на Сахалине. Ввод в эксплуатацию конвейера, состоящего из трех участков, запланирован на лето 2024 г. В настоящее время проводится подготовка специалистов для работы на стакерах-реклаймерах мощностью до 4 тыс. т в час. **EastRussia.**

Для компании «Востсибуголь» (входит в Эн+) 2023 г. стал рекордным по объемам инвестиций в социальную поддержку персонала, работающего на предприятиях в Иркутской области и Красноярском крае. На эти цели направили 330 млн руб. Годом ранее со-

циальные инвестиции компании составили 270 млн руб. Рост на 22% обеспечила дополнительная финансовая поддержка. **Сибновости.**

Компания «ВоркутаУголь» инвестирует 56 млрд руб. в свое развитие – в основном в реконструкцию Печорской ЦОФ. Компания планирует увеличить объем угледобычи с 6 до 7 млн т в год, срок ожидаемой реконструкции – 10 лет. **MASHNEWS.**

На шахте имени 7 Ноября Новая шахтоуправления имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс» приступили к отработке лавы № 26-9 с запасами угля боле 6,5 млн т. Очистной забой оборудован 210 секциями механизированной крепи и высокопроизводительным очистным комбайном. Ожидаемая среднемесячная нагрузка на забой – не менее 380 тыс. т угля. **Кузбасс.**

УК «Колмар» в 2023 г. сократила производство до 11,6 млн т (-0,8 млн т, или -6,4% к уровню 2022 г.). В связи с ограниченной провозной способностью инфраструктуры и неблагоприятной конъюнктурой на международном рынке угля планы компании по добыче угля будут пересмотрены в сторону понижения. **EastRussia.**

ОАО «Шахта «Угольная» по итогам 1 кв. извлекла на Чукотке 13,06 тыс. т бурого угля, в годовом сопоставлении результат снизился на 38%. В период с 2018- 2020 гг. недропользователь значительно снизил добычу угля в связи с переходом основного заказчика – Анадырской ТЭЦ – на газ. Также снижение объемов добычи было обусловлено технической модернизацией оборудования. **NEDRADV.**

Логистика

К грузовому причалу № 1 морского терминала «Порт Эльга», строящегося в Хабаровском крае, пришвартовалось первое судно – теплоход «Геннадий Цыганков». Проектная мощность «Порта Эльга» составит 50 млн т в год, терминал сможет принимать суда дедвейтом до 100 тыс. т класса Panamax. **PortNews.**

АО «Усть-Лужский контейнерный терминал» (УЛКТ, Ленинградская область, входит в Global Ports) намерено увеличить мощности по перегрузке энергетического угля до 4 млн т в год, начато проведение соответству-

ющей комплексной оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). **INTERFAX.RU.**

В течение января-февраля 2024 г. через железнодорожные переходы на границе России с Китаем проследовало почти 3 млн т грузов – это в 1,4 раза больше, чем за аналогичный период прошлого года. В частности, через железнодорожный пункт пропуска «Гродеково-Суйфэньхэ» в Приморском крае в Китай было экспортировано 1,4 млн т грузов, значительная часть перевозок пришлась на уголь (593 тыс. т). Через пункт пропуска «Камышовая-Хуньчунь» в Приморском крае за два месяца прошло 676 тыс. т грузов, основную долю объема (615 тыс. т) составили перевозки угля. Через новый железнодорожный мост «Нижнеленинское-Тунцзян», открытый в ноябре 2022 г., в КНР в течение января-февраля было экспортировано 838 тыс. т грузов, в т. ч. 555 тыс. т угля. **Trans.ru.**

Погрузка на железных дорогах РФ в первом квартале заметно снизилась, по предварительным оценкам, на 3,2%. Основные потери приходятся на перевозки угля на экспорт и строительных грузов внутри страны. Из 9,7 млн т общих потерь 8,7 млн т были недогружены на южном направлении. **Коммерсантъ.**

В апреле текущего года на Восточном полигоне ОАО «РЖД» начался третий этап реализации проекта его модернизации. В 2024 г. пропускная способность магистралей полигона должна вырасти до 180 млн т, а к 2032 г. – до 270 млн т. **NEDRADV.**

Угольный терминал ОТЭКО в Тамани понизил тарифы на перевалку угля на 2 кв. 2024 г. с 32-38 дол./т до 18-19 дол./т. Однако рентабельность поставок FOB из Кузбасса остается отрицательной, в связи с чем спад экспорта угля продолжится, и мощности инфраструктуры будут оставаться незагруженными. **EastRussia.**

В терминале морского порта Ванино завершили прокладку ж. д. путей. Модернизация порта идет параллельно с развитием второго пути БАМа и Транссиба. По проекту пропускная способность здесь должна в ближайшие годы превысить 40 млн т в год. **Вести Хабаровск.**

Петренко И.Е.

Пластинчатые сгустители как современное решение для повышения производительности и качества

Sever Minerals – поставщик комплексных технологических решений для горнодобывающей, металлургической и химической отраслей на протяжении полного жизненного цикла: от предпроектных проработок до ввода объекта в эксплуатацию и сервисного обслуживания под ключ.

Сегодня на предприятиях угольной отрасли прослеживается тенденция изменения сырьевой базы. Построенные ранее многочисленные предприятия проектировались для обогащения одной-двух марок угля, где преобладали легкообогатимые угли. В текущих реалиях новым и действующим предприятиям жизненно необходимо адаптироваться к переработке трех, четырех, не редко и большего количества марок, где преобладают труднообогатимые угли. Данная тенденция связана главным образом с изменением сырьевой базы: разной крупностью, разным содержанием полезного компонента, отходов и примесей. Для сохранения рынка и рентабельности производства возникает острая необходимость в доработке и оптимизации технологических схем, включая поставку нового и модернизацию действующего технологического оборудования.

Ввиду данных факторов основными задачами становятся улучшение качества оборотной технической воды и минимизация или исключение аварийных остановок предприятия по отработке водно-шламовой схемы. Качество оборотной технической воды напрямую влияет на работу обогатительной фабрики в целом – это получение качества и количества готового продукта, объем расходных материалов, а также износ и работоспособность основного и вспомогательного технологического оборудования. На начальных этапах многие предприятия пытаются достигнуть работоспособности действующих схем путем небольших доработок либо изменения графика работы фабрики и ППР. Но абсолютное большинство приходит к выводу о необходимости увеличения фронта сгущения и обезвоживания.

На обогатительной фабрике ЦОФ Березовская на сгущении хвостов флотации использовался классический радиальный сгуститель, работающий с повышенной нагрузкой ввиду изменения сырьевой базы предприятия. Данное оборудование сгущения не отвечало требованиям по производительности и качеству конечных продуктов сгущения.

 SEVER MINERALS



Одной из главных задач Sever Minerals было улучшение качества оборотной воды с целью улучшения процессов обогащения, снижения потребления расходных материалов, а также исключения снижения производительности предприятия по исходному сырью.

На выставке Уголь России и Майнинг – 2024 в Новокузнецке вы сможете обсудить свои производственные задачи и их возможные решения со специалистами Sever Minerals на стенде номер 16.

Главной проблемой были стесненные условия действующего участка фильтр-прессового отделения, в рамках которого требовалась разработка технического и технологически наиболее эффективного решения для обеспечения качества технологической воды с минимальным содержанием твердого.

В качестве решения командой Sever Minerals заказчику была предложена установка пластинчатого сгустителя СПВ-ЦН НПО «Пассат» в рамках действующего участка фильтр-прессового отделения. Данное решение было разработано совместно с производителем оборудования и согласовано с проектным институтом.

Установленный сгуститель полностью отвечает заявленным требованиям по производительности и качеству слива. Достигнута производительность 500-550 куб. м с содержанием твердого в питании 10-50 г/л и пиковым содержанием 100 г/л, содержанием твердого в сливе 0,5 г/л, содержанием твердого в сгущенном продукте не менее 350 г/л.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДАННОГО РЕШЕНИЯ:

- возможность компоновки оборудования в рамках действующего корпуса, монтаж и ввод оборудования в эксплуатацию без остановки производства;
- снижение времени монтажа и ввода оборудования в эксплуатацию, а также CAPEX за счет меньших размеров оборудования;
- размеры оборудования, система пластин, которая позволяет увеличить площадь осаждения при небольших габаритах сгустителя;
- трехкратное снижение времени ввода оборудования в эксплуатацию после планового ремонта или в случае аварийной ситуации на предприятии;
- снижение энергопотребления;
- высокая скорость осаждения и уплотнения осадка, что обеспечивает снижение времени отработки водно-шламовой схемы;
- снижение расхода флокулянта (в среднем на 30%).

ООО «Инжиниринг Групп»

LLC «Engineering Group»

«Инжиниринг Групп» – современная инженеринговая компания, специализирующаяся на поставках отдельных единиц и комплексов оборудования для горнодобывающих и обогатительных предприятий.

Компания «Инжиниринг Групп» сотрудничает и имеет эксклюзивные партнерские соглашения с ведущими заводами-производителями оборудования и комплектующих в Китае, ЕС, ЮАР, США и РФ, обладает эксклюзивными правами и полномочиями представлять продукцию и услуги ряда иностранных компаний-производителей на российском и международном рынках. С целью поиска качественных и оптимальных решений по проектам, контроля процесса реализации проектов и с целью удовлетворения запросов заказчиков и обеспечения непосредственного контакта со специалистами заказчиков ООО «Инжиниринг Групп» имеет подразделения, удаленные офисы и представителей в различных российских регионах (Московская, Ленинградская, Кемеровская области) и за рубежом (Китай, ОАЭ).

Стоит отметить, что на сегодняшний день компания «Инжиниринг Групп» является эксклюзивным дилером продукции завода-производителя Shanghai Chuangli Group Co., Ltd. (КНР) на рынке Российской Федерации. Shanghai Chuangli Group Co., Ltd. (КНР) – одна из ведущих компаний в отрасли проектирования и производства, автоматизации и обслуживания горношахтного оборудования в Китае.

Компания Shanghai Chuangli Group Co., Ltd. (АО «Чуанли Групп») расположена в центральной точке интегрированной демонстрационной зоны Шанхая, рядом с международным транспортным узлом Хунцяо. Компания была основана в 2003 г. и на сегодняшний день является ведущим производителем и поставщиком электротехнического оборудования и комплексного оборудования для высокоэффективной эксплуатации шахт.

АО «Чуанли Групп» предлагает широкий спектр продукции, включающий интеллектуализированные угледобывающие машины, буровое оборудование, отбойные машины, станции эмульсионного распыления и другие устройства. Компания также предлагает комплексные технологии и оборудование для умных шахт, основанные на технологиях 5G и искусственного интеллекта, а также комплексные технологии и оборудование для интеллектуальной обогатительной фабрики угля. В состав группы входят пять полностью контролируемых дочерних компаний, девять контролируемых компаний и две совместные компании. Продукция АО «Чуанли Групп» сохраняет стабильные продажи на протяжении многих лет и занимает лидирующие позиции на внутреннем и международном рынках.



ENGINEERING
GROUP



Мы ценим Ваш интерес к сотрудничеству с нами!
Для связи с ООО «Инжиниринг Групп» выберите удобный для Вас способ контакта.

ООО «Инжиниринг Групп»
LLC «Engineering Group»
121596, г. Москва,
ул. Горбунова, д.2, стр.3, этаж 9,
офис В912

Тел.: +7 (903) 008-89-97
Факс: +7 (495) 728-18-75
E-mail: info@engrgroup.ru
Сайт: www.engrgroup.ru



Очистной комбайн



Болтер Майнер в комплекте

Сотрудники компании «СУЭК-Красноярск» стали экспертами чемпионата по робототехнике

Национальный чемпионат по робототехнике прошел в пятый раз в Красноярске. Масштабное мероприятие объединило 572 команды из 52 регионов России, Казахстана и Кыргызстана – всего 3 тысячи участников. Юные конструкторы, младшим из которых едва исполнилось 4 года, а старшие заканчивают в этом году вузы, соревновались по 11 направлениям.

Тема чемпионата в этом году была сформулирована как «Сокровища недр», а все его проекты связаны с добычей и использованием полезных ископаемых. Действительно, Красноярский край – не только «столица роботов», регион занимает одно из ведущих мест в России по запасам полезных ископаемых – угля, железной руды, цветных и редких металлов, нефти, газа. И неслучайно в качестве экспертов были привлечены специалисты СУЭК – по объемам добычи угля край занимает второе место в России после Кузбасса.

«Экспертом на таком чемпионате я была впервые. Оценивала работы участников в группе 7-14 лет. Я была приятно удивлена, насколько серьезные темы выбира-



ли ребятами для разработки, насколько глубоко погружались в них – изучали интернет, литературу, даже ездили на предприятия, встречались с учеными в институтах, насколько грамотно презентовали проекты, какие создавали макеты, прототипы – подвижные, с управлением с пульта или телефона. Коллегам после чемпионата сказала: с таким заинтересованным, любознательным поколением нам спокойно за будущее наше, наших предприятий, нашей страны», – поделилась впечатлениями от чемпионата эксперт, **главный маркшейдер АО «СУЭК-Красноярск» Татьяна Князева.**

Организаторы Национального чемпионата по робототехнике поблагодарили экспертов за помощь в оценке детских проектов в области добычи, переработки и хранения полезных ископаемых: «Выбрать лучшие проекты – всегда сложная задача, тем более, когда их авторы – дети, но вы с ней справились на 100 процентов. Уже этим летом победители национального чемпионата смогут представить свои разработки на международных чемпионатах».

Национальный чемпионат по робототехнике в Красноярске входит в перечень мероприятий Минпросвещения РФ и является одним из этапов комплексного межведомственного проекта по созданию условий для развития инженерно-технического мышления у детей и молодежи. СУЭК со своей стороны также проводит в городах присутствия интересные инженерные уроки для школьников и дошколят, помогает приобретать конструкторы для секций лего-конструирования, интерактивные экспонаты для музеев естественных наук.

Пресс-служба АО «СУЭК-Красноярск»



СУЭК совместно с Новосибирским государственным техническим университетом (НГТУ) и российским разработчиком и производителем электрооборудования ООО «Энергия Холдинг» (г. Новокузнецк) создает Отраслевой Центр силовой электроники и энергетики (ОЦ СЭЭ)

Основная цель ОЦ СЭЭ – комплексная реализация силами ООО «Энергия Холдинг» и НГТУ научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), исходя из производственных задач предприятий СУЭК в области силовой электроники и энергетики. Изготовление специализированных изделий, монтаж, наладка и сервисное обслуживание опираются на технологические возможности компании ООО «Энергия Холдинг».

Презентация ОЦ СЭЭ состоялась в рамках семинара «Проблемы развития силовой электроники и энергетики», участниками которого стали руководители энергомеханических служб всех региональных подразделений СУЭК, а также представители АО «ЕСК СУЭК», НГТУ, ООО «Энергия Холдинг».

Директор по производственным операциям АО «СУЭК» Александр Логинов подчеркнул важность эффективного и стабильного обеспечения электроэнергией предприятий Компании, надежности работы электрооборудования. Тем более, что в ряде регионов планируется значительное наращивание объемов добычи угля. Еще одним фактором создания ОЦ СЭЭ является сотрудничество с учеными и машиностроителями в действенном решении вопросов импортозамещения, внедрения перспективных технологий. Также предусматривается организация практик студентов НГТУ профильных специальностей на предприятиях СУЭК для укрепления кадрового потенциала Компании.

Генеральный директор ООО «Энергия Холдинг» Виктор Ефанов, обращаясь к руководителям энергомеханических служб СУЭК, подчеркнул важность создания Отраслевого Центра, целью которого станет решение практических задач в области силовой электроники и энергетики.

В ходе семинара преподаватели НГТУ познакомили угольщиков со своими научными разработками, представители предприятий поделились опытом эксплуатации на шахтах и разрезах различного электрооборудования.

Также участники семинара побывали на заводе по ремонту и производству горношахтного оборудования «СИБ-ДАМЕЛЬ» (Ленинск-Кузнецкий) и на производственной площадке компании ООО «Энергия Холдинг» (Новокузнецк). Все участники семинара высоко оценили возможности, перспективы сотрудничества. Намечено проведение еще ряда совместных конференций и семинаров, направленных на консолидацию сил в решении технических задач.

Пресс-служба АО «СУЭК»



На ЦОФ «Кузнецкая» состоялся экотур с участием экологов, журналистов и жителей Новокузнецка

Председатель комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов Администрации Новокузнецка, журналисты, представители общественного экологического совета и городского Совета народных депутатов побывали на центральной обогатительной фабрике (ЦОФ) «Кузнецкая» Распадской угольной компании (РУК). Участникам экотура рассказали о природоохранных мероприятиях, проведенных в рамках федеральной программы «Чистый воздух» нацпроекта «Экология», и о работе предприятия при режимах неблагоприятных метеорологических условий (НМУ).

ЦОФ «Кузнецкая» является старейшей фабрикой Кузбасса. Свою работу она начала в 1966 г. За время эксплу-

РАСПАДСКАЯ
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

тации на предприятии была проведена модернизация отделений сушки, флотации, углеприема и погрузки. Благодаря внедрению инновационного оборудования и технологий

удалось минимизировать негативное влияние предприятия на экологию.

За последние пять лет ЦОФ «Кузнецкая» направила 110 млн руб. на природоохранные мероприятия. Были отремонтированы три сушильных агрегата, проведена замена дымососов, питателей, сушильных барабанов, что позволило снизить выбросы в атмосферу более чем на 50 т. В 2022 г. для осуществления оперативного контроля работы систем обеспечения безопасности и технологических параметров цехов сушки, флотации, системы аэрогазового

контроля, работы основного технологического оборудования на предприятии была введена в эксплуатацию автоматизированная система «Видеостена». Затраты на ее приобретение составили 3 млн руб. Ввод в эксплуатацию установки пылеподавления и создания «туманных завес» на угольных складах позволил снизить выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду на 98%. На ЦОФ «Кузнецкая» осуществляется тщательный производственный контроль, работают санитарно-экологические лаборатории.

В 2024 г. стартовал инвестпроект по замыканию водно-шламовой системы. Он включает приобретение, установку и монтаж комплекса оборудования для обезвоживания отходов флотации. Система оказывает минимальное воздействие на природу, так как вся вода циркулирует внутри фабрики. Реализация проекта продлится до 2027 г. Кроме того, до 2026 г. планируется заменить газоочистное оборудование фабрики.

ЦОФ «Кузнецкая» заключила договор с гидрометобсерваторией на оповещение в периоды режимов НМУ. При 1, 2 или 3-м режимах предприятие переходит на снижение производительности котельной, труб-сушилок и технологического оборудования, сокращение расхода топлива котельной и сушки, объема концентрата, поступающего на склад, а также объема сварочных работ и резки. Также в этот период будет производиться лабораторный контроль на организованных источниках.

Распадская угольная компания реализует социально и экологически значимые инициативы, направленные на повышение качества жизни в регионе.



Директор фабрики Виктор Эстрин знакомит участников экотура с технологическим процессом



На видеостене центральной диспетчерской предприятия - все параметры работы оборудования

Управление по связям с общественностью
Распадской угольной компании

**МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА
ИЗМЕРЕНИЯ ГРАНСОСТАВА В ЗАБОЕ**
на базе нейронных сетей

PIKLEMA CVision.PitFace

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ПЛАНИРОВАНИЯ БВР

↑ 2–3 % производительность
экскаваторов (т/ч)

↑ 3–7 % КГТ
экскаваторов

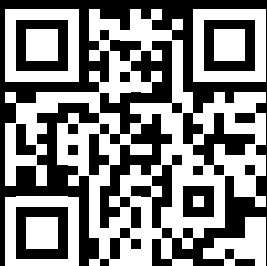
↓ 1–2 % количество
используемых БВ

РЕЗУЛЬТАТЫ

РАБОТЫ

В PIKLEMA

CVISION.PITFACE





ЧУДЕНКОВ Вячеслав Иванович

(к 75-летию со дня рождения)

24 мая 2024 г. исполнилось 75 лет известному специалисту в области создания горношахтного оборудования, Почетному работнику угольной промышленности, Почетному работнику топливно-энергетического комплекса, генеральному конструктору ООО «Гипроуглемаш» – Вячеславу Ивановичу Чуденкову.

Окончив в 1971 г. Московский горный институт, Вячеслав Иванович начал свою трудовую деятельность в Государственном проектно-конструкторском и экспериментальном институте угольного машиностроения «Гипроуглемаш». За 53 года работы в Гипроуглемаше он прошел путь от инженера до главного конструктора проекта, а затем возглавил работу отдела комбайнов. С января 2008 г. руководит компанией в должности генерального конструктора.

Вячеслав Иванович Чуденков является одним из создателей очистных комбайнов: К58, К120, К128П, К103М, РКУ10, РКУ13, РКУ16, РКУП20, РКУП25, К85, К500, К600, К800 и главным конструктором комбайна РКУ10М. Он участвовал в промышленных испытаниях комплексов КМ120, КМ138 и КМ127. В разработку и освоение производства очистных комбайнов К120, РКУ16, К85 и К50 он вложил немало сил, а комбайны К103М, РКУ10, РКУ13 выпускаются и по сей день. В настоящее время Вячеслав Иванович руководит также созданием и постановкой на производство большого ряда ленточных конвейеров с шириной ленты от 500 до 2000 мм, поставляемых горнодобывающим предприятиям как в России, так и за ее пределами.

В.И. Чуденков является автором большого количества научных публикаций, достаточно известной в отрасли угольного машиностроения книги «Очистные комбайны», а также имеет ряд авторских свидетельств и патентов.

За многолетний, добросовестный и безупречный труд В.И. Чуденкову присвоены звания Почетный работник угольной промышленности, Почетный работник топливно-энергетического комплекса. Он награжден почетным знаком «Шахтерская слава» всех трех степеней, медалью «В память 850-летия Москвы», а в 1996 г. за создание очистного комбайна К85 – премией Правительства РФ.

Конструкторское бюро ООО «Гипроуглемаш», возглавляемое генеральным конструктором В.И. Чуденковым, сегодня активно и успешно занимается созданием и модернизацией современного очистного оборудования для подземной добычи угля и оборудования для горнодобывающей и других отраслей промышленности. Понимая важность технического прогресса, В.И. Чуденков выполняет задачу импортозамещения по заданию Минпромторга, при его непосредственном руководстве был создан ряд механизированных крепей для отработки пластов мощностью от 1,5 м до 5,5 м.

Вячеслав Иванович постоянно способствует повышению квалификации работников. Свой богатый опыт конструктора, шахтера, машиностроителя и руководителя с удовольствием передает молодым коллегам.

Он тесно сотрудничает с Горным институтом НИТУ «МИСИС» по вопросам обучения и практической подготовки студентов к конструкторской деятельности, привлекая большое количество молодежи для работы в своем бюро.

Кем бы ни работал Вячеслав Иванович и какую бы должность ни занимал, он всегда проявляет большой конструкторский и организаторский талант, пользуется уважением и заслуженным авторитетом в коллективе.

Коллеги по работе и друзья, редколлегия и редакция журнала «Уголь» сердечно поздравляют Вячеслава Ивановича с юбилеем и от всей души желают доброго здоровья, благоденствия и дальнейших творческих успехов во всех начинаниях!

УДК 622.33(517.53) «311»:001.89 © Г.Г. Небрятенко ^{1,2,3},
Е.И. Фойгель⁴, С.В. Студеникина², 2024

UDC 622.33(517.53) «311»:001.89 © G.G. Nebratenko^{1,2,3},
E.I. Foygel⁴, S.V. Studenikina², 2024

¹ Южно-Российский институт управления – филиал Российской академии Народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 344002, г. Ростов-на-Дону, Россия

¹ South Russian Institute of Management, a branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation

² Донской государственный технический университет, 344000, г. Ростов-на-Дону, Россия

² Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

Академия управления МВД России, 125993, г. Москва, Россия

³ Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, 125993, Russian Federation

⁴ Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, Россия

⁴ Baikal State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation

✉ e-mail: gennady@nebratenko.ru

✉ e-mail: gennady@nebratenko.ru

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ИРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

The history and modernity of the Irkutsk coal basin

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-29-33>

Иркутский угольный бассейн является одним из крупнейших в России, питающих энергоносителями Восточную Сибирь и Дальний Восток и имеющих выход на международный рынок. В организации работы предприятий угольной промышленности определенная роль отводится обеспечению морально-психологического климата в трудовых коллективах, основанного на культивации горняцких традиций и популяризации истории, включающей вехи развития угольных бассейнов, месторождений, шахтерских выработок и разрезов. Насущные проблемы работы с тружениками угольной промышленности и членами их семей актуализируются грядущим 80-летием Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов. Поэтому предложенная научная статья освещает вехи становления и развития Иркутского угольного бассейна, особо отмечается факт присвоения Иркутску почетного звания Российской Федерации «Город трудовой доблести», что имеет патриотическое значение, направленное на формирование приоритетов в работе с молодежью, старшим поколением и ветеранами, в том числе участвовавшими в вооруженных конфликтах современности.

Ключевые слова: история горного дела, Иркутский угольный бассейн, предприятия угольной промышленности, мемориальная работа, музеи горного дела, Город трудовой доблести, Великая Отечественная война, Иркутская область, патриотическое воспитание.

Для цитирования: Небрятенко Г.Г., Фойгель Е.И., Студеникина С.В. История и современность Иркутского угольного бассейна // Уголь. 2024;(5):29-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-29-33.

НЕБРАТЕНКО Г.Г.

Доктор юрид. наук, профессор,
профессор кафедры теории и истории государства и права
Южно-Российского института управления –
филиала Российской академии народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте Российской Федерации,
профессор кафедры процессуального права
Донского государственного технического университета,
профессор кафедры государственно-правовых дисциплин
Академии управления МВД России,
125993, г. Москва, Россия,
e-mail: gennady@nebratenko.ru

ФОЙГЕЛЬ Е.И.

Доктор юрид. наук, доцент,
директор Института юстиции
Байкальского государственного университета,
664003, г. Иркутск, Россия,
e-mail: foiguelena@gmail.com

СТУДЕНИКИНА С.В.

Канд. юрид. наук, доцент, заведующая кафедрой
процессуального права Донского государственного
технического университета,
344000, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: stud.svetlana@yandex.ru

Abstract

The Irkutsk coal basin is one of the largest in Russia, supplying energy to Eastern Siberia and the Far East, and having access to the international coal trading market. In organizing the work of coal industry enterprises, a certain role is assigned to ensuring the moral and psychological climate of labor collectives, based on the cultivation of mining traditions and popularization of history, including milestones in the development of coal basins, deposits, mining workings and sections. The urgent problems of educational work with workers of the coal industry and their family members are actualized by the upcoming 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War of 1941-1945. Therefore, the proposed scientific article highlights the milestones of the formation and development of the Irkutsk coal basin, and highlights the fact that Irkutsk was awarded the honorary title of the Russian Federation "City of Labor Valor", which has patriotic significance aimed at forming priorities in working with youth, the older generation and veterans, including those who participated in the armed conflicts of our time.

Keywords

Mining history; Irkutsk coal basin; coal industry enterprises; memorial work; mining museum; City of Labor Valor; Great Patriotic War; Irkutsk region; patriotic education.

For citation

Nebratenko G.G., Foygel E.I., Studenikina S.V. The history and modernity of the Irkutsk coal basin. *Ugol'*. 2024;(5):29-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-29-33.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая угольная промышленность в XXI столетии остается передовой энергетической отраслью вопреки стремлению некоторых потребителей переходить на другие виды топлива, связанные только с развитием экологических технологий, при этом Россия, как и прежде, является крупнейшим поставщиком угля на фоне отказа Евросоюза защищать импорт дешевого трубного газа. Стоимость сырья нестабильна, но по итогам 2023 г. демонстрировала рост, что соответствует прогнозам Международного энергетического агентства (IEA), рассчитанным до 2026 г., поскольку энергии от сжигания иных видов топлива не хватает [1]. Потребность в угле в среднесрочной перспективе будет относительно стабильной.

Китай и Индия, как динамично развивающиеся государства, становящиеся локомотивами международной экономики, непрерывно нуждаются в поставках угля, при этом

КНР по уровню используемого сырья в 2023 г. в четыре раза опередила Индию, стимулируя повышение спроса на мировом рынке [2], предопределяя интерес к месторождениям, способным обеспечить стабильную добычу и быструю доставку энергоносителей. Китайская Народная Республика, невзирая на наличие собственных месторождений и совершенствование методов их разработки, остается крупнейшим в мире импортером топлива [3], ежегодно потребляя до 50% добываемого сырья, поэтому возрастает внимание к угольным бассейнам, расположенным в азиатской части Российской Федерации. Одним из таких является Иркутский угольный бассейн, экспортная привлекательность которого определяется рядом факторов: более дешевым открытым способом добычи высококачественного угля; малым «транспортным плечом» из-за близости к Монголии и Китаю; наличием Транссибирской железнодорожной магистрали, связанной с соседними государствами [4]; кластеризацией производства, снижающей себестоимость добычи и доставки продукции [5].

Дополнительный интерес к месторождениям Иркутской области предопределен разворачиванием Стратегии экономического развития «Один пояс – один путь», рассчитанной до 2049 г. и являющейся данностью современной мировой экономики [6]. Один из планируемых коридоров международной инициативы, начинающийся в Пекине и Харбине, зайдет в Российскую Федерацию через Монголию с узловым центром в Иркутске. Возведение «восточносибирского кластера» увеличит экономическую привлекательность области и расположенных на ее территории природных залежей. Перспективы Восточной Сибири в XXI столетии, как одного из динамично развивающихся регионов России, актуализирует внимание к его прошлому, настоящему и будущему (рис. 1) [7].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Иркутский бассейн расположен в одноименном угольном районе на юге Иркутской области, природой наделенной многими полезными ископаемыми, среди которых длиннопламенный каменный и бурый уголь, не глубоко залегающий на возвышенностях между реками Прибайкалья. Крупными вырабатываемыми месторождениями Иркутского угольного бассейна, из более двух десятков геологоразведанных, являются Черемховское, Тулунское, Каранцайское и Новометелкинское. Получение доступа к ним связано с освоением Россией в XVII столетии Восточной Сибири, устройством русских поселений, а также логистическим развитием Саян и Приангарья [8].

Юридическое закрепление земель с недрами произошло по Нерчинскому трактату, заключенному с Цинской империей 27 августа 1689 г. (по старому стилю). Однако из-за транспортной отдаленности от Европейской России геологическая разведка полезных ископаемых стала возможной только в последней трети XVIII столетия.

Первые залежи углей неподалеку от Иркутска были обнаружены профессором минералогии Иваном Георги. Рос-



Рис. 1. Схема маршрутов Международной экономической стратегии «Один пояс – один путь»

сийская академия наук в 1768-1774 гг. организовала масштабную научную экспедицию, занимавшуюся всесторонним изучением регионов империи, и в 1771 г. Иван Георги по поручению академика Петра Палласа отправился исследовать земли вокруг озера Байкал и в отдалении от него обнаружил выходящие на поверхность угольные пласты. Сведения о прибайкальских недрах были обобщены и в дальнейшем опубликованы Петром Палласом, возглавлявшим «физическую экспедицию» на территории Восточной Сибири и сделавшим полученную информацию доступной для широкой общественности [9]. Разработка угольных пластов и их доразведка были отложены на столетие из-за отсутствия практической надобности, для возникновения которой требовалась индустриализация края (рис. 2).

Между тем выходы угольной породы на поверхность в южной части Иркутской губернии упоминаются в записях многих российских ученых, в последующем посещавших район залегания горючих осадочных пород, хотя определение границ Иркутского угольного бассейна было произведено только в 1869 г. Александром Чекановским – представителем «Русского географического общества». В 1886 г. на территории губернии появился первый рудник по добыче «горючего камня», затем образовались еще несколько десятков небольших производств, использовавших нетехнологичный способ добычи ресурсов с применением кирок и лопат, человеческой мускульной силы и лошадиной тяги.

Системообразующие условия для возникновения угольной промышленности в Восточной Сибири сложились к концу XIX столетия в ходе прокладки Транссибирской железнодорожной магистрали, где Иркутская станция стала узловой. Паровозная тяга, лежавшая в основе железнодорожного движения, требовала десятков тысяч тонн энергоносителей, получение которых способствовало технологичному освоению старейшего в Иркутском угольном бассейне Черемховского месторождения, к настоящему времени наиболее выработанному. Кроме того, стальные пути, подведенные к недрам земли, позволяли доставлять проходческую, вентиляционную и забойную технику, делавшую труд шахтеров более безопасным, продуктивным и удобным.

Оценка потенциала Черемховского месторождения была проведена в 1891 г. выдающимся российским ученым Владимиром Обручевым, обеспечившим в 1895-1898 г. горно-геологическое сопровождение Транссиба, проложенного через Восточную Сибирь. Другой ученый – горный инженер Карл Богданович, возглавлявший геологическую партию для изучения Прибайкалья, составил подробную физическую карту бассейна в местах его примыкания к транспортному коридору. Совмещение результатов научных исследований и практической потребности их внедрения привело к запуску в 1896 г. первой крупной шахты Черемховского каменноугольного месторождения, питавшего железнодорожный транспорт от Иркутска до Читы, затем по Китайско-Восточной железной дороге – до Владивостока. В декабре

1907 г. владельцы Черемховских угольных копий учредили первое в Восточной Сибири товарищество «Уголь», а центром месторождения стало село Черемхово, с 1917 г. – город, расположенный по обеим сторонам Транссиба, что нашло отражение в символике муниципального образования, в основе которой «энергия длиннопламенных углей» (рис. 3).

В начале XX столетия интенсивная промышленная разработка Иркутского угольного бассейна предопределила выход местной продукции на общероссийский рынок, но февральская и октябрьская революции 1917 г., гражданская война и военная интервенция спровоцировали неизбежный экономический спад. Однако установление советской власти, приведшее к смене хозяйствующих субъектов, вновь актуализировало разведку и выработку топлива, и в 1920-е годы геологическое исследование «Иркутбасса» и его промышленное освоение активизировались. Этому способствовало создание в 1920 г. Главного управления копей Черемховского угольного бассейна, преобразованного в 1924 г. в трест, а в 1926 г. – в рудоуправление, а с 1931 г. – в трест «Востсибуголь».

В 1930-е годы проводимая индустриализация советской экономики стимулировала углубленное научно-техническое и промышленно-производственное освоение Черемховских угольных залежей, а также начало разработки Тулунского месторождения высококачественного бурого угля. Изначально месторождение именовалось Азей-

ским (в настоящее время – Азейский разрез), причем, обнаружение залежей произошло случайно, когда для обеспечения водой местного станционного железнодорожного пункта бурилась скважина и из толщи земли были вынуты керны бурого угля. В 1938 г. началась разработка Азейского месторождения, а в 1939 г. появился Храмцовский разрез, где стал применяться открытый способ добычи угля, приемлемый для Иркутского бассейна из-за небольшой глубины залегания угля. В 1980-е годы от Азейского отпочковался Мугунской разрез, причем, оба расположены поблизости от города Тулун, примерившего на себя роль одного из центров иркутской угольной промышленности.



Рис. 2а. Портрет академика Ивана Ивановича Георги (1729-1802)



Рис. 2б. Портрет академика Петра Симона Палласа (1741-1811)



Рис. 3. Флаг Черемховского муниципального образования Иркутской области, административного центра Черемховского угольного месторождения

Великая Отечественная война (1941-1945 гг.), к празднованию 80-летия Победы в которой своевременно и масштабно готовятся многие предприятия угольной промышленности [10], стимулировала освоение новых месторождений, поскольку немецко-фашистская оккупация Донбасса привела к выведению местных шахт из эксплуатации, лишив Европейскую часть СССР стабильных поставок топлива. Однако потребность в угле возросла из-за железнодорожных перевозок личного состава и военной техники Красной Армии, имущества эвакуируемых предприятий и граждан, ценных грузов, предопределив появление в Восточной Сибири новых производств. Для управления ими 24 мая 1945 г. по решению Народного комиссариата угольной промышленности СССР был создан комбинат «Востсибуголь», включивший предприятия на территории Иркутской области, Забайкальского и Красноярского краев, а также Бурятии и Хакасии. Важной послевоенной задачей стал переход на открытый способ получения угля с использованием технологии направленного взрыва.

Восстановление в 1947 г. геологического изучения Иркутского угольного бассейна привело к открытию новых месторождений, например Каранцайского и Новометелкинского, при этом с 1957 г. особое внимание уделялось поиску коксующихся углей, необходимых для предприятий металлургической промышленности Ангарска, Братска, Иркутска и Шелехова. В конце 1960-х годов в связи с выработкой ряда участков на разрезах Иркутбасса стал решаться вопрос рекультивации земель за счет укладки на поверхность плодородной почвы, что минимизировало экологический вред, наносимый природе Прибайкалья. Системная реализация комплекса промышленно-производственных мероприятий, в обеспечении которых задействовались различные организации и предприятия, привела к появлению в 1974 г. производственного объединения «Востсибуголь» как локомотива Иркутского угольного бассейна. Одним из достижений объединения стал полный переход 28 декабря 1978 г. на открытый способ добычи угля, к концу 1980-х годов доведенный до совершенства с учетом объема поднимаемой и транспортируемой продукции.

Между тем перестройка и деконструкция СССР в 1985-1991 гг., а также приватизация 1990-х годов изменили промышленно-производственный ландшафт Иркутского угольного бассейна, приведя к смене организационно-правовых форм хозяйствующих субъектов, использовавших недра Восточной Сибири. Образование предприятия «Красноярскуголь» увенчало смену собственника красноярских и хакасских активов Востсибугля, который к началу XXI в. сохранил акционерский контроль над угледобывающей промышленностью Иркутской и Читинской (ныне – Забайкальский край) областей, а также Республики Бурятия, в 2001 г. приняв участие в образовании акционерного общества «Сибирская угольная энергетическая компания». Роль данного предприятия в стабилизации угольной промышленности Российской Федерации и смежных отраслей, сложно переживавших разрыв единого экономического пространства бывшего СССР, еще предстоит оценить, но уже сейчас понятно, что она позитивная и связана с продолжением технологичного развития добычи, транспортировки и переработки угля [11].

В настоящее время СУЭК является одним из крупнейших в мире холдингов угольной промышленности, более чем за 20 лет своего существования поставив на мировой рынок более 650 млн т высококачественного сырья. Динамично развивается и компания «Востсибуголь», в 2019 г. получившая право на разработку Вознесенского месторождения угля, расположенного в Черемховском районе Иркутской области, для нужд отечественных и зарубежных потребителей. При экспорте ресурсов могут использоваться возможности различных торговых площадок, среди которых «Североамериканский рынок финансовых деривативов» (CME Group), «Лондонская межконтинентальная биржа» (ICE Futures Europe) и «Фьючерская биржа в Китае» (Zhengzhou Commodity Exchange) [12], а с 10 февраля 2023 г. – Санкт-Петербургская международная товарно-сырьевая биржа (SPIMEX) [13]. В результате сложились условия для формирования справедливой цены на российские энергоносители, в том числе на продукцию Иркутского угольного бассейна, использовать которую на рыночных условиях могут иностранные покупатели с учетом покрытия затрат производителей и в интересах отечественной экономики, превалирующих вопреки политике санкций, развязанной в отношении Российской Федерации [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, Иркутский угольный бассейн в период своего существования, вплоть до настоящего времени, надежно обеспечивает потребность в энергоносителях при промышленно-производственном развитии Восточной Сибири и смежных регионов России, при этом обладая мощным экспортным потенциалом. Для коммерческой реализации этого потенциала требуется технологическое перевооружение предприятий угольной промышленности, исходя из стратегических и конъюнктурных изменений международной экономической системы, учитывая на перспективу интересы национальной экономики [15]. В этом смысле история Иркутбасса – это бесценное достояние, трудовой и жизненный подвиг поколений горняков и членов их семей, чтящих профессиональные традиции. В воздаяние заслуг жителей Иркутской области, судьбой связанных с угольной промышленностью и со многими смежными производствами, в 2020 г. городу Иркутску присвоено почетное звание Российской Федерации «Город трудовой доблести».

Заслуги горняков перед страной, победившей в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг., велики и особому смотрятся в настоящее время, когда Россия вновь столкнулась с рецидивами нацизма, возродившимися в Европе. Чтя память о героях, мужественно сражавшихся на фронтах войны, а также о тружениках тыла, 1 октября 2022 г. в торжественной обстановке в столице Иркутской области была открыта стела «Город трудовой доблести» (рис. 4). Такие события имеют важное морально-психологическое значение в свете грядущего 80-летия Победы в Великой Отечественной войне, стимулируя современников к новым ратным подвигам и трудовой доблести,

позволяющим укреплять национальную безопасность Российской Федерации. В этом вопросе история и современность Иркутского угольного бассейна демонстрируют монолит горняцкого труда и шахтерского духа как основы продолжения профессиональных традиций в XXI столетии.

Список литературы • References

1. Coal 2023: International energy agency (IEA): Analysis and forecast to 2026. Paris: OECD/IEA, 2023.
2. Угольная отрасль России в 2023 году. 2024. [Электронный ресурс]. Аудиторско-консалтинговой группы «DELOVOY PROFIL» [Сайт]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ugolnaya-otrasl-rossii-v-2023-godu/> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Xie J., Xin L., Hu X. et al. Technical application of safety and cleaner production technology by underground coal gasification in China. *Journal of Cleaner Production*. 2020;(250):119487.
4. Карчинская А.Н. Геоэкономическое положение Сибири как макрорегиона // *Global and regional research*. 2019. Т. 1. № 1. С. 5-7. Karchinskaya A.N. Geo-economic position of Siberia as a macro-region. *Global and regional research*. 2019;1(1):5-7. (In Russ.).
5. Epifanova T.V., Shatkovskaya T.V., Romanenko N.G., Mosienko T.A., Tkachenko M.A. Legal provision of clustering in Russia as environment for development of innovations. *International Journal of Trade and Global Markets*. 2017;10(2-3):217-225.
6. Chuvilov I.A., Malevich Ju.I. Community with a shared future for mankind and how this concept is related to the Belt and road initiative. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Mezhdunarodnye otnosheniya*. 2022;(1):43-50.
7. Литовкина А.М., Гилимыанова З.Р. Сибирь на геополитическом пространстве Восточной Азии // *Global and regional research*, 2022. Т. 4. № 3. С. 205-210. Litovkina A.M., Gilimyanova Z.R. Siberia in the geopolitical space of East Asia. *Global and regional research*. 2022;4(3): 205-210. (In Russ.).
8. Дамешек Л.М. Под сенью Двуглавого орла: об оценке экономической инкорпорации Сибири в Россию (XVIII – начало XX в.) // *Историко-экономические исследования*. 2023. Т. 24. № 4. С. 525-542. Dameshek L.M. Under the shadow of the double-headed eagle: on the assessment of the economic incorporation of Siberia in Russia (XVIII – Early XX Centuries). *Istoriko-ekonomicheskie issledovaniya*. 2023;24(4):525-542. (In Russ.).
9. Елаев Э.Н., Базарова И.З. 250 лет экспедиции П.С. Палласа и И.Г. Георги по югу Восточной Сибири: исторические изменения фауны / Эволюция биосферы и техногенез. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Чита, 2022. С. 251-254.
10. Кемеровская область – Кузбасс на пути к 80-летию Победы в Великой Отечественной войне / Г.Г. Небрatenko, И.Г. Смирнова, Е.И. Фойгель, Д.В. Глущенко // *Уголь*. 2023. № 5. С. 16-21. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-16-21. Nebratenko G.G., Smirnova I.G., Foygel E.I., Glushchenko D.V. Kemerovo region – Kuzbass on the way to the 80th anniversary of victory in the Great Patriotic War. *Ugol'*. 2023;(5):16-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790- 2023-5-16-21.
11. СУЭК: 20 лет роста и созидания. На шахтах СУЭК внедряются подземные мини-погрузчики // *Уголь*. 2021. № 3. С. 48. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032021pdf> (дата обращения: 15.04.2023). SUEK: 20 years of growth and creation. Underground mini loaders are introduced at the SUEK mines. *Ugol'*. 2021;(3):48. Available at:



Рис. 4. Стела «Город трудовой доблести», расположенная на Байкальском кольце города Иркутска

<http://www.ugolinfo.ru/Free/032021pdf> (accessed 15.04.2023). (In Russ.).

12. Катюха П.Б. Мировой рынок энергоресурсов: структура, ценообразование, тенденции. Монография. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2020. С. 294.
13. За первый год биржевых торгов углем реализовано свыше 340 тыс. тонн. 2024. [Электронный ресурс]. Санкт-Петербургская Международная Товарно-сырьевая Биржа. [Сайт]. URL: https://spimex.com/press_centre/news/39254/ (дата обращения: 15.04.2024).
14. Belikov E.O. Economic sanctions and their dual impact on Russia's economy. *Innovation & Investment*. 2023; (3):28-31.
15. Яновский А.Б. Результаты структурной перестройки и технологического перевооружения угольной промышленности России и задачи по перспективному развитию // *Уголь*. 2019. № 8. С. 8-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-8-8-16>. 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):8-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-8-16.

Authors Information

Nebratenko G.G. – Doctor of Law Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and History of State and Law, The South Russian Institute of Management, a branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation, Professor of the Department of Procedural Law, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation, Professor of the Department of State and Legal Disciplines, Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, 125993, Russian Federation, e-mail: gennady@nebratenko.ru

Foygel E.I. – Doctor of Law Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Justice, Baikal State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: foiguelena@gmail.com

Studenikina S.V. – PhD (Law), Associate Professor, Head of the Department of Procedural Law, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation, e-mail: stud.svetlana@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 27.02.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received February 27, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Горизонтальные грохоты: эффективность без компромиссов



ЛОХОВ Д.С.

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

Ключевые слова: обогатительные предприятия, TAPP Group, горизонтальные грохоты .

Горизонтальные грохоты – это наиболее распространенное оборудование для отсева в горно-обогатительном секторе. Мы проектируем и производим грохоты, которые не только интегрируются с максимальной точностью в существующие процессы, но и способствуют значительному увеличению производственных показателей.

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- На фабрике одного из наших клиентов мы заменили классифицирующий грохот производительностью 260 т/ч на грохот Prime производительностью 400 т/ч. Модернизация позволила сократить время остановки для перехода на комбинированную схему работы на тяжелосреднем гидроциклоне с 24 до 4 часов планово-предупредительного ремонта.

- На другом предприятии установка горизонтального грохота Prime и настройка дробления увеличили производительность комплекса с 360 т/час до 650 т/час и извлечение апатита на 6%! Грохот позволяет эффективно классифицировать и отмывать руду без затягивания ячеек сит.

Оборудование демонстрирует высокую надежность и долговечность даже в тяжелых эксплуатационных условиях.

- Горизонтальные грохоты габаритами 4080, установленные в 2018 г. на предприятии нашего клиента в условиях тяжелой среды, и по сей день работают исправно и без нареканий. Все сита, балки, футеровки износу не подвержены. В интервью сотрудник предприятия отмечает, что еще даже не меняли весь комплект сит.

- Другой пример – это горизонтальный грохот, установленный в 2020 г. на концентрате после тяжелосреднего сепаратора, который демонстрирует высокую надежность и прекрасно справляется с работой без каких-либо претензий.



ПЕРИОДИЧНОСТЬ И ПРОСТАТА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Одной из ключевых характеристик горизонтального грохота Prime является простота обслуживания. Так, например, замена масла в виброблоках требуется всего лишь один раз каждые 1000 мото-часов. Этот процесс занимает порядка 30 минут на два виброблока. Смазка кардана и главного вала требует чуть больше времени – около часа. Необходимо снять кожух и внести нормированное количество смазки в каждую тавотницу. Эту процедуру легко может выполнить один специалист.

Это позволяет осуществлять обслуживание в рамках запланированного планово-предупредительного ремонта без необходимости выделения дополнительного времени.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА КОНСТРУКЦИИ

Особое внимание заслуживают балки и бортовины грохота. Срок их службы рассчитан таким образом, чтобы выдерживать эксплуатацию на протяжении всего периода использования оборудования. Для достижения такой долговечности мы применяем судостроительную сталь для изготовления поперечных балок с круглым сечением. Внутренние поверхности балок защищены от коррозии, что предотвращает их преждевременное разрушение.

Бортовины грохота не прожигаются на плазме или лазерном станке, они сверлятся. Это имеет большое значение т.к. это исключает конусность отверстий, за счет чего обеспечиваются равномерность захвата НУСК-болта и отсутствие люфта.

После проведения любых сварочных работ проводится снятие сварных напряжений. Компоненты грохота очищаются дробью, после чего покрываются эпоксидной грунтовкой, а затем готовым покрытием. Корпус грохота обеспечивает структурную прочность, минимальное напряжение и легкий вес, что обеспечивает минимальное потребление энергии при максимальной эффективности, а также снижает шум.

Прецизионная точность изготовления достигается благодаря использованию фрезерных станков, способных обрабатывать два фланцевых соединения одновременно, что исключает любые перекосы или деформации в балках, а также смещения и люфты.

**Готовы узнать больше? Свяжитесь с нами уже сегодня
и узнайте, как мы можем помочь вам
повысить производительность!**



**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:



На шахте СУЭК в Кузбассе введена лава с запасами угля более 6,5 млн т

На шахте имени 7 Ноября Новая шахтоуправления имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс» приступили к отработке лавы №26-9 с запасами угля более 6,5 млн т.

Очистной забой оборудован 210 секциями механизированной крепи. В лавный комплект также вошел забойно-транспортный комплекс и новый высокопроизводительный очистной комбайн. Вынимаемая мощность пласта Сычевский-1 составляет 4,7 м, марка угля «Д». Полная длина выемочного столба 2,9 км. Ожидаемая среднемесячная нагрузка на забой – не менее 380 тыс. т угля.

Отрабатывает лаву №26-9 слаженная бригада Игоря Малахова участка №5. В 2023 г. этот коллектив в сложных горно-геологических условиях залегания пласта выдал на-гора 3 млн 552 тыс. т угля. Это лучший результат в СУЭК и первый производственный рекорд самой молодой шахты Компании, введенной в эксплуатацию 2021 г. Также отметим, что в рамках корпоративного профессионального клуба «Добычник» бригада Игоря Малахова неоднократно становилась призёром производственного соревнования АО «СУЭК-Кузбасс».

Пресс-служба АО «СУЭК-Кузбасс»





Обогащение угольного шлама при низкой плотности разделения

Проф. И.И. Углёв продолжает публикацию ответов на вопросы, задаваемые персоналом углеобогатительных фабрик. В данной статье рассматриваются двухстадийные схемы обогащения угольного шлама при работе на низкой плотности разделения.

Ключевые слова: сепаратор-гидросайзер, спиральный сепаратор, тяжелосредный гидроциклон, двухстадийная схема обогащения, эффективность обогащения, погрешность разделения угля.

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

Как уменьшить потери угля в шламовой схеме?

У нас на обогатительной фабрике угольный шлам крупностью 0,2-1 мм обогащается в гидросайзерах. На гидросайзере получаем концентрат и отходы. При плотности разделения менее 1,5 г/см³ и трудной обогатимости угля наблюдается большое засорение легкими фракциями отходов. Различные регулировки в подаче питания и настроек режимов работы гидросайзера не привели к существенному снижению потерь угля. Можете ли рекомендовать мероприятия по снижению потерь с отходами гидросайзера?

Технолог ОФ, Воркута

Вопрос, заданный вами, затрагивает важную проблему для углеобогатительных фабрик. В последнее время для достижения низких плотностей разделения менее 1,5 г/см³ при обогащении угольного шлама за рубежом рассматривались три различных процесса: сепарация в качающемся слое (гидросайзеры), удлиненные спирали от семи до десяти витков и тяжелосредные гидроциклоны.

Исследования показали, что даже на усовершенствованных удлиненных спиралях с 7 и 10 витками достижение эффективного разделения угля при плотности менее

1,5 г/см³ невозможно. Поэтому в дальнейшем их для вашей обогатительной фабрики не рассматриваем.

Гидросайзеры могут эффективно работать на плотностях разделения до 1,25 г/см³. Однако эти аппараты требуют большего внимания к настройке их рабочих параметров.

Применение тяжелосредных гидроциклонов для обогащения угольного шлама 0,2-2 мм показывает наиболее высокую эффективность разделения на низкой плотности и обеспечивает обогащение наиболее широкого диапазона размеров частиц. Исследования и опыт эксплуатации тяжелосредных схем в ЮАР показали высокую эффективность разделения угольного шлама как отдельным классом, так и совместно с крупным классом.

Анализ практики обогащения угольного шлама за последние два десятилетия приводит к выводу, что для эффективного обогащения при низкой плотности разделения требуется, как минимум, двухстадийная структура схем, при которой промежуточный продукт аппарата первой стадии поступает на обогащение в аппараты следующей стадии.

В таблице приведены принципиальные двухстадийные схемы обогащения угольного шлама для низкой плотности разделения. В нижней строке таблицы приведены значе-

Погрешности разделения угольного шлама в различных схемах, рассчитанные с помощью теории линейных цепей

Одностадийная	Двухстадийные			
1	2	3	4	5
$E_{pm_1} = 0,120$	$E_{pm_2} = 0,110$	$E_{pm_3} = 0,100$	$E_{pm_4} = 0,092$	$E_{pm_5} = 0,064$

Условные обозначения в таблице: ГС – гидросайзер; ТСГЦ – тяжелосредный гидроциклон; И – исходное питание схемы; К – концентрат; М – микст (промпродукт + отходы); О – отходы; П – промпродукт.

ния погрешности разделения E_{pm} , полученные в результате математического анализа теории линейных цепей для различных конфигураций схем. Самая высокая эффективность – самое низкое значение E_{pm} может быть достигнуто в двухстадийной схеме (5), где на второй стадии стоит тяжелосредний гидроциклон.

Иногда в двухстадийной схеме прибегают к циркуляции микста (или промпродукта), что приводит к накоплению в схеме фракций частиц, близких по плотности к плотности разделения схема (3). В этой схеме требуется периодический вывод промпродукта.

Математические решения по определению погрешности разделения в процессе анализа различных двухстадийных схем представляют собой большой объем вычислений, но выводы, которые получаются в результате таких вычислений, подтверждаются практикой. Из нижней строчки таблицы видно, что в рассматриваемых схемах можно понизить погрешность разделения по сравнению с одностадийной схемой (1).

Математические расчеты погрешности разделения угля позволили сформулировать правила создания двухстадийных схем.

ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ ДВУХСТАДИЙНЫХ СХЕМ:

На второй стадии ставится аппарат с погрешностью разделения E_{pm} не хуже аппарата, установленного на первой стадии. Применяя двухстадийные схемы с установкой на последней стадии аппарата с более высокой эффективностью разделения, такого, как тяжелосредний гидроциклон, можно существенно повысить эффективность извлечения угля и тем самым уменьшить потери угля с отходами.

Таким образом, согласно этим правилам, если у вас на фабрике применена одностадийная схема обогащения угольного шлама с гидросайзером, то рекомендую применить двухстадийную схему с установкой на второй стадии тоже гидросайзера соответствующей производительности. Это будет наиболее экономичный вариант.

В компании «СУЭК-Кузбасс» возродили проведение «Дней повышенной добычи» и «Дней повышенной проходки»

Согласно Положениям, основными целями Дней являются совершенствование организации производства, профессиональное развитие горняков, мотивация очистных и подготовительных бригад на высокопроизводительный и безопасный труд.

Среди очистных коллективов по итогам работы за сутки первым победителем признана бригада Сергея Шмальца шахты имени А.Д. Рубана, добывшая 23 тыс. т из лавы №807. Среди подготовителей – бригада Сергея Безуглова шахты имени С.М. Кирова. За сутки фронтальным комбайном пройдено 26 м. Этот коллектив продолжает оставаться лидером дней повышенных производственных показателей. Для очистников основным критерием победы является достижение объема добычи угля выше установленного норматива суточной нагрузки на определенный очистной забой.

У подготовителей все бригады поделены на три группы. В первую входят коллективы, работающие на комбайнах фронтального типа. Суточный норматив проведения горной выработки в «День повышенной проходки» составляет 25 м, а для комбайнов, не имеющих навесных бурильных установок, – 20 м. Вторая группа включает проходческие бригады, работающие на комбайнах избирательного типа. Установленный норматив проведения горной выработки – 14 м в сутки. И третья группа – бригады, работающие в особых условиях: проведение выработок по породе, с установкой рамной (арочной) крепи. Норматив – 6 м в сутки.

«Днями повышенной проходки» и «Днями повышенной добычи» определены среда и суббота. Обязательным усло-



вием является соблюдение стандартов безопасной работы. Все подготовительные и очистные бригады, выполнившие свои суточные задания, премируются.

В «СУЭК-Кузбасс» более 15 лет действуют корпоративные профессиональные клубы «Добычник» и «Проходчик», также направленные на повышение производительности труда, обмен передовым опытом по внедрению новых технологий, улучшение состояния техники безопасности. Бригады, занявшие призовые места в клубном производственном соревновании, награждаются кубками, грамотами и денежными премиями. А за наиболее выдающиеся результаты, рекордные показатели лучшим горнякам вручаются легковые автомобили.



Пресс-служба АО «СУЭК-Кузбасс»

УДК 662.749.33 © Т.Г. Черкасова✉, А.В. Неведров, А.В. Папин, 2024

UDC 662.749.33 © T.G. Cherkasova✉, A.V. Nevedrov, A.V. Papin, 2024

Институт химических и нефтегазовых технологий ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия
✉ e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation
✉ e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Факторы, влияющие на температуру размягчения каменноугольных пеков*

Factors influencing softening temperature of coal ashes

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-38-41>

ЧЕРКАСОВА Т.Г.

Доктор химических наук, профессор,
научный руководитель
Института химических и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

НЕВЕДРОВ А.В.

Канд. техн. наук, доцент,
доцент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: nevedrov@kuzstu.ru

ПАПИН А.В.

Канд. техн. наук, доцент,
доцент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pav.htnt@kuzstu.ru

В статье рассматривается процесс получения каменноугольного пека методом атмосферной перегонки каменноугольной смолы. Перегонка смолы осуществлялась при варьировании следующих факторов: максимальной температуры перегонки смолы и времени выдержки каменноугольного пека при максимальной температуре. При проведении исследований конечная (максимальная) температура кубового остатка в колбе составляла 400–430 °С, время выдержки пека при данных температурах – 0–60 мин. Полученные образцы каменноугольного пека подвергались исследованию по определению их качественных характеристик: температуры размягчения, зольности, выхода летучих веществ и др. Результаты исследований анализировались на соответствие качества полученных образцов пека требованиям ГОСТ 10200-2017. На основании результатов исследований сделаны выводы о влиянии параметров процесса атмосферной перегонки смолы на температуру размягчения и другие качественные характеристики получаемого каменноугольного пека.

Ключевые слова: каменноугольная смола, каменноугольный пек, атмосферная перегонка, электродное производство, температура размягчения.

Для цитирования: Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В. Факторы, влияющие на температуру размягчения каменноугольных пеков // Уголь. 2024;(5):38-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-38-41.

Abstract

The article discusses the process of obtaining coal tar by atmospheric distillation of coal tar. The resin was distilled with the following factors varying: the maximum temperature of the resin distillation and

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1193).

the holding time of the coal pitch at maximum temperature. During the research, the final (maximum) temperature of the cubic residue in the flask was 400-430 °C, the baking time at these temperatures was 0-60 minutes. The obtained samples of coal tar were studied to determine their qualitative characteristics: softening temperature, ash content, volatile matter yield, etc. The research results were analyzed for compliance of the quality of the obtained pitch images with the requirements of GOST 10200-2017. Based on the research results, conclusions were drawn about the influence of the parameters of the atmospheric distillation of resin on the softening temperature and other qualitative characteristics of the resulting coal pitch.

Keywords

COAL tar, coal pitch, atmospheric distillation, electrode production, softening temperature.

For citation

Cherkasova T.G., Nevedrov A.V., Papin A.V. Factors influencing softening temperature of coal ashes. *Ugol'*. 2024;(5):38-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-38-41.

Acknowledgements

The research was financially supported by a grant from the Russian Ministry of Education and Science (Agreement No. 075-15-2022-1193).

ВВЕДЕНИЕ

Каменноугольный пек используется в качестве сырья для производства большого количества продуктов [1, 2, 3, 4, 5]. Главным потребителем пека является алюминиевая отрасль. В технологии электродного производства каменноугольный пек используется как связующее для твердых высокоуглеродистых материалов. В процессе обжига электродной массы входящий в ее состав каменноугольный пек коксуется и, оставляя достаточное количество прочного кокса, придает изделиям необходимую прочность и однородность. Это важнейшая функция связующих материалов в электродном производстве. Вторая функция пека как связующего материала заключается в том, что он сообщает связность формируемой массе, пластифицирует ее, то есть делает возможным прессование из массы изделий. Прочность же спрессованных изделий должна быть настолько высокой, чтобы они не деформировались под собственным весом и при транспортировке [6].

Каменноугольный пек является продуктом переработки каменноугольной смолы, образующейся в качестве побочного продукта на коксохимических производствах. Пек представляет собой смесь конденсированных ароматических углеводородов и гетероароматических соединений с числом колец в молекуле четыре и более.

В составе пека находятся около 5000 соединений, многие из них не идентифицированы [7]. Поэтому при характеристике состава пека его разделяют не на химические индивидуальные вещества, а на группы веществ для последовательной экстракции различными растворителями. Пеки разделяют на следующие группы [8, 9]:

– мальтены (γ -вещества, по составу преимущественно полициклические соединения с 4-6 кольцами), растворимые в изооктане;

– асфальтены (β -вещества, полициклические соединения с 8-10 кольцами и молекулярной массой 350-450), не растворимые в изооктане, но растворимые в толуоле (бензоле);

– карбены (α_2 -фракция, высококонденсированные соединения неустойчивой структуры), не растворимые в толуоле, но растворимые в хинолине (пиридине);

– карбоиды (α_1 -фракция, высококонденсированные соединения неустойчивой структуры с молекулярной массой, в несколько раз большей, чем α_2 -фракции, кроме того, частицы графита, угля, кокса, полициклических ароматических углеводородов), не растворимые в любом растворителе, то есть нерастворимый остаток.

Естественно, $\gamma + \beta + \alpha_2 + \alpha_1 = 100\%$.

Данные фракции оказывают различное влияние на технологические свойства пека. При коксовании α_1 -фракции выход кокса очень велик и достигает 80%. Графитируемость кокса хуже, чем коксов из других фракций. С увеличением α -фракции ($\alpha = \alpha_2 + \alpha_1$) в пеке приходится увеличивать количество связующего в шихте, так как пластичность пека и его смачивающая способность снижаются. При операциях смешения и прессования требуются более высокие температуры. Но при обжиге усадка изделий снижается. Механические свойства обожженных и графитированных изделий возрастают, электропроводность снижается.

Выход кокса из асфальтенов составляет 32-50%. Кокс хорошо графитируется. При увеличении содержания асфальтенов в пеке возрастает усадка изделий при обжиге.

Мальтены улучшают пластифицирующие свойства пека. Участие их в образовании коксового остатка мало (при нагреве они почти полностью переходят в летучие вещества) [10, 11].

В зависимости от температуры размягчения пеки разделяют на низкотемпературные с температурой размягчения 40-65°C, среднетемпературные – 65-90°C и высокотемпературные – выше 90°C [12]. Пеки с большей температурой размягчения дают больший выход коксового остатка. Высокотемпературные пеки получают из среднетемпературных путем их окисления и отгонки легкокипящих компонентов. В электродной промышленности существует тенденция к замене среднетемпературного пека высокотемпературным.

Пеки с большей температурой размягчения дают больший выход коксового остатка. Среднетемпературные пеки дают лучше графитирующийся кокс, а высокотемпературные, давая больший выход кокса, значительно хуже графитируются.

В Институте химических и нефтегазовых технологий ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» были проведены исследования по изучению влияния различных факторов на температуру размягчения каменноугольного пека, полученного при атмосферной перегонке каменноугольной смолы. Исходная каменноугольная смола имела следующие качественные характеристики: массовая доля воды – 2,0%; массовая доля веществ, не растворимых в толуоле – 11,0%; массовая доля веществ, не растворимых в хинолине – 6,7%; зольность – 0,1%.

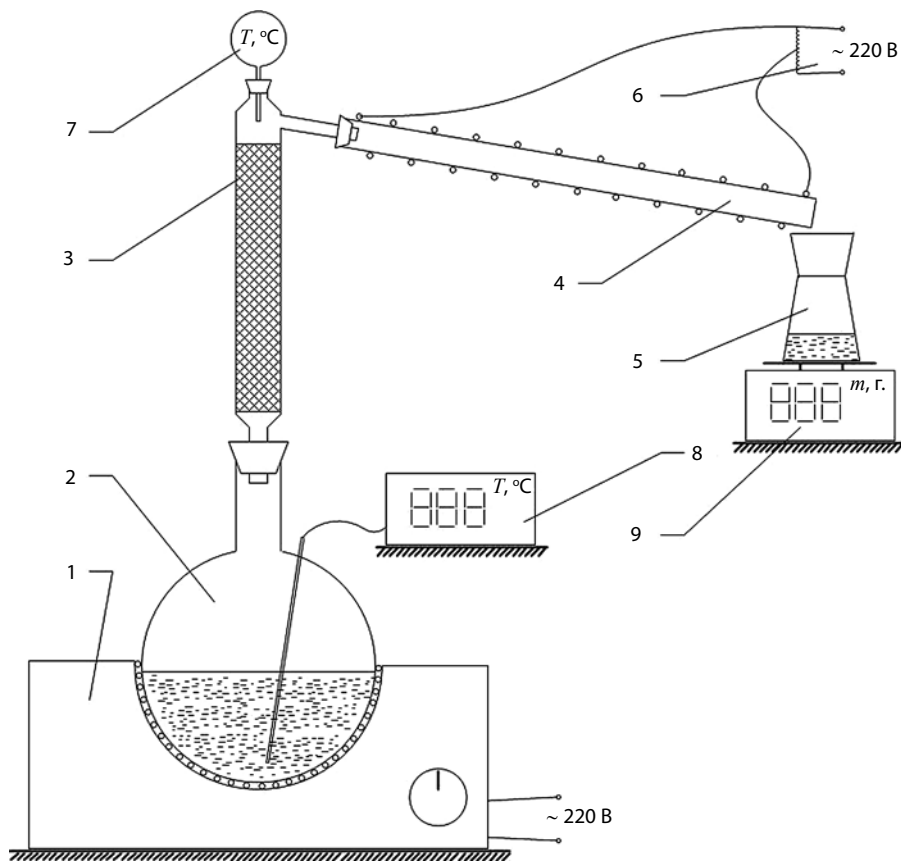


Схема лабораторной установки для перегонки каменноугольной смолы при атмосферном давлении: 1 – колба-нагреватель; 2 – колба медная; 3 – дефлегматор; 4 – холодильник (обогреваемый); 5 – сборник фракций; 6 – автотрансформатор; 7 – термометр ртутный; 8 – измеритель температуры TRM-101; 9 – весы лабораторные

A schematic diagram of a laboratory unit for distillation of coal tar at the atmospheric pressure: 1 – a flask heater; 2 – a copper flask; 3 – a fractional distilling tube; 4 – a refrigerator (heated); 5 – a fraction collector; 6 – an automatic transformer; 7 – a mercury thermometer; 8 – the TRM-101 temperature gauge; 9 – laboratory scales

Каменноугольная смола подвергалась разделению на фракции путем ее перегонки при атмосферном давлении на лабораторной установке (см. рисунок).

образцов каменноугольного пека, полученных при различных условиях осуществления процесса разгонки каменноугольной смолы, представлены в таблице.

В ходе перегонки каменноугольной смолы из нее выделялись следующие фракции (в скобках указаны интервалы температур кипения фракций): легкая ($\leq 170^\circ\text{C}$); фенольная ($170\text{--}210^\circ\text{C}$); нафталиновая ($210\text{--}230^\circ\text{C}$); поглотительная ($230\text{--}270^\circ\text{C}$); антраценовая ($270\text{--}360^\circ\text{C}$), пек ($\geq 360^\circ\text{C}$). По мере увеличения температуры из смолы удалялись легкокипящие фракции, а пек накапливался в колбе.

Одной из наиболее важных качественных характеристик каменноугольного пека для электродного производства является температура размягчения [13]. Было исследовано влияние конечной (максимальной) температуры перегонки каменноугольной смолы и времени выдержки пека при данной температуре на температуру размягчения полученных образцов каменноугольного пека. Максимальная температура перегонки смолы варьировалась в интервале $400\text{--}430^\circ\text{C}$, время выдержки при максимальной температуре составляло от 0 до 60 минут.

Кроме температуры размягчения для полученных образцов пека также были определены следующие показатели качества каменноугольного пека для электродного производства, включенные в ГОСТ 10200-2017: растворимость в толуоле и хинолине, зольность, выход летучих веществ.

Результаты исследований качества

Качественная характеристика каменноугольного пека

Qualitative characteristics of the coal tar pitch

Параметры процесса перегонки смолы		Качественные характеристики каменноугольного пека				
Максимальная температура перегонки, $^\circ\text{C}$	Время выдержки пека, мин	Температура размягчения, $^\circ\text{C}$	Содержание веществ, не растворимых в толуоле (α -фракция), %	Содержание веществ, не растворимых в хинолине (α_1 -фракция), %	Зольность (A^d), %	Выход летучих веществ (V^{deg}), %
400	0	57,6	23,4	6,3	0,16	67,1
400	60	69,5	28,8	6,7	0,19	62,9
430	0	79,8	34,2	8,2	0,21	59,8
430	60	102,3	40,7	11,7	0,23	52,5
Требования к качеству пека по ГОСТ 10200-2017		65-95	Не менее 24	7-16	Не более 0,3	Не более 63

Из результатов исследований, представленных в таблице установлено, что температура размягчения каменноугольного пека, полученная при атмосферной перегонке каменноугольной смолы, значительно зависит от максимальной температуры нагрева смолы и времени выдержки пека при максимальной температуре. С увеличением максимальной температуры перегонки смолы и времени выдержки пека при данной температуре возрастает температура размягчения получаемого пека. При повышении температуры перегонки в получаемом каменноугольном пеке увеличиваются содержание α -фракции и α_1 -фракции, зольность пека, но уменьшается выход летучих веществ. Аналогичное влияние на качественные характеристики каменноугольного пека оказывает время выдержки пека при максимальной температуре.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований по получению и исследованию качества лабораторных образцов каменноугольного пека, полученных в результате перегонки каменноугольной смолы при атмосферном давлении при варьировании значений максимальной температуры перегонки и времени выдержки пека при максимальной температуре, показали, что данные параметры процесса перегонки смолы оказывают значительное влияние на качество получаемого продукта. Путем изменения данных параметров можно получать каменноугольный пек с различной температурой размягчения, соответствующей требованиям к сырью для различных областей применения пека. Температурный режим перегонки каменноугольной смолы также оказывает влияние и на другие качественные характеристики получаемого пека.

Список литературы • References

1. Коротеева Л.И. Технология и оборудование для получения волокон и нитей специального назначения. М.: ИНФРА-М, 2019. 288 с.
2. Wang D., Wang Y., Chen Y., Liu W., Wang H., Zhao P., Li Y., Zhang J., Dong Y., Hu S., Yang J. Coal tar pitch derived N-doped porous carbon nanosheets by the in-situ formed g-C₃N₄ as a template for supercapacitor electrodes. *Electrochimica Acta*. 2018;(283):132-140.
3. Blümer G.P. Tar and Pitch // Industrial Carbon and Graphite Materials. Volume I: Raw Materials. *Production and Applications*. 2021;(1): 172-210.
4. Diez M.A., Garcia R. Coal tar: a by-product in cokemaking and an essential raw material in carbochemistry. *New trends in coal conversion*. Woodhead Publishing. 2019:439-487.
5. Zhu Y., Liu H., Xu Y., Hu C., Zhao C., Cheng J., Xingxing C., Zhao X. Preparation and characterization of coal-pitch-based needle coke (part III): the effects of quinoline insoluble in coal tar pitch. *Energy & Fuels*. 2020;34(7):8676-8684.
6. Левашова А.И., Кравцов А.В. Химическая технология углеродных материалов. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. 112 с.
7. Крутский Ю.Л. Производство углеграфитовых материалов. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. 116 с.
8. Валинурова Э.Р., Кудашева Ф.Х. Структурно-групповой состав волоконобразующих нефтяных пеков // Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. Вып. 7. С. 62-65.
Valinurova E.R., Kudasheva F.H. Structural and group composition of fiber-forming oil pitches. *Khimiya i khimicheskaya tehnologiya*. 2015;58(7):62-65. (In Russ.).
9. Zhu Y., Zhao X.F., Gao L.J., Jun L., Cheng J.X., Lai S.Q. Properties and micro-morphology of primary quinoline insoluble and mesocarbon microbeads. *Journal of Materials Science*. 2016;(51):8098-8107.
10. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых. Санкт-Петербург: Недра, 2009. 832 с.
11. Технология углеграфитных материалов / Е.В. Васильева, Е.А. Кошелев, А.В. Неvedров и др. Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2020. 158 с.
12. Тесаловская Т.М., Андрейков Е.И., Карпин Г.М. Способы управления качеством электродного пека // Кокс и химия. 1992. Т. 6. С. 27-33.
Tesalovskaya T.M., Andreikov E.I., Karpin G.M. Methods of quality management of electrode pitch. *Koks i khimiya*. 1992;(6):27-33. (In Russ.).
13. Kozlov A.P., Cherkasova T.G., Subbotin S.P., Solodov V.S. Regularities of changes in pitch characteristics when varying the parameters of PJSC «KOKS» coal tar distillation. *Fuel*. 2023;(354):129279.

Authors Information

Cherkasova T.G. – Doctor of Chemistry Sciences, Professor, Scientific supervisor of Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Nevedrov A.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: nevedrov@kuzstu.ru

Papin A.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: pav.httt@kuzstu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 3.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 3, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

УДК 552.574 © А.Г. Комарова^{1,3}, Т.А. Чикишева^{2,3}, Е.С. Прокопьев^{1,2}, С.А. Прокопьев^{1,2}, 2024

UDC 552.574 © A.G. Komarova^{1,3}, T.A. Chikisheva^{2,3}, E.S. Prokopiev^{1,2}, S.A. Prokopiev^{1,2}, 2024

¹ ООО НПК «Спирит», 664033, г. Иркутск, Россия

¹ LLC SPC "Spirit", Irkutsk, 664033, Russian Federation

² ФГБУН «Институт земной коры СО РАН, 664033, г. Иркутск, Россия

² Institute of the Earth Crust SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation

³ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», 664003, г. Иркутск, Россия

³ Irkutsk State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation

✉ e-mail: cta@spirit-irk.ru

✉ e-mail: cta@spirit-irk.ru

Минералого-технологическая оценка отходов ОФ «Прокопьевскуголь»*

Mineralogical-technological assessment of waste from Prokopievskugol Enrichment Plant

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-42-46>

КОМАРОВА А.Г.

Ведущий инж.-минер. ООО НПК «Спирит», преподаватель кафедры полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», 664003, г. Иркутск, Россия, e-mail: kag@spirit-irk.ru

ЧИКИШЕВА Т.А.

Канд. геол.-минер. наук, младший научный сотрудник отдела комплексного использования минерального сырья ФГБУН «Институт земной коры СО РАН, руководитель минер. группы ООО НПК «Спирит», доцент кафедры полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», 664003, г. Иркутск, Россия, e-mail: cta@spirit-irk.ru

После добычи полезных ископаемых образуется большое количество отвалов, до недавнего времени считавшихся бесполезным, отработанным сырьем. В настоящее время они приобретают статус потенциальных месторождений полезных ископаемых, в том числе и угля. На территории Кузбасса отвалы угледобычи занимают огромные площади. Их утилизация является важной геологической и экологической задачей. В работе представлены результаты исследования лежалых хвостов флотации углеобогадательной фабрики «Прокопьевскуголь». Методами технологической минералогии изучены минеральный и мацеральный составы пробы, а также показатели зольности. Авторы установили, что хвосты флотации могут быть вовлечены в переработку в качестве энергетического сырья.

Ключевые слова: отходы углеобогащения, комплексная переработка минерального сырья, лежалые хвосты, Кузнецкий угольный бассейн, минералого-технологическая оценка сырья.

* Работы выполнены в рамках комплексного научно-технического проекта при финансовой поддержке 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.



Для цитирования: Минералого-технологическая оценка отходов ОФ «Прокопьевскуголь» / А.Г. Комарова, Т.А. Чикишева, Е.С. Прокопьев и др. // Уголь. 2024;(5):42-46. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-42-46.

Abstract

After the development of deposits, a large number of mining waste are formed. It was considered useless until recently. Today, they are acquiring the status of potential mineral deposits, including coal. Coal mining waste occupy huge areas in the Kuzbass region. Their disposal is an important geological and environmental mission. The paper contains the results of the sample of flotation tailings study from the Prokopyevskugol coal preparation plant. The mineral composition, coal macerals and ash content were studied using the methods of technological mineralogy. The authors found that flotation tailings can be involved in recycling as energy raw materials.

Keywords

Coal mining waste, complex processing of mineral raw materials, stale tailings, Kuznetsk coal basin, mineralogical and technological assessment of raw materials.

For citation

Komarova A.G., Chikisheva T.A., Prokopiev E.S., Prokopiev S.A. Mineralogical-technological assessment of waste from Prokopievskugol Enrichment Plant. Ugol'. 2024;(5):42-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-42-46.

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of the complex scientific and technical project of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation № 075-15-2022-1192 "Processing of coal preparation plant tailings to produce commercial coal concentrate" with the support of the complex scientific and technical programme of full innovation cycle "Development and implementation of a set of technologies in the field of exploration and production of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing of coal raw materials with consistent reduction of ecological load on the environment and risks for the life of the population", approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1144-r dated May 11, 2022.

ВВЕДЕНИЕ

Кузнецкий угольный бассейн является одним из наиболее экономически значимых районов России [1]. На его территории насчитывается более 150 угледобывающих и перерабатывающих предприятий, из которых 57 это обогатительные фабрики и установки. Обогащительные фабрики, расположенные на территории Кузбасса, имеют отличные производственные показатели.

К примеру, на обогатительной фабрике «Краснобродская-Коксовая» получают угольный концентрат с зольностью около 8%, а ее производственная мощность составляет 3,5 млн т в год, а обогатительная фабрика «Прокопьевскуголь» в период только с 2005 по 2010 г. переработала свыше 19 млн т рядовых углей, из которых получено 15 млн т высококачественной продукции. И при всех впечатляющих масштабах работы фабрик постоянно наращиваются объемы переработки угольного сырья.

Однако существует и обратная сторона медали – в результате переработки образуются и миллионы тон отходов обогащения, которые занимают значительную территорию и оказывают колоссальную нагрузку на экосистему [2, 3].

ПРОКОПЬЕВ Е.С.

Научный сотрудник
отдела комплексного использования
минерального сырья
ФГБУН «Институт земной коры СО РАН»,
директор по технологиям
и инновациям ООО НПК «Спирит»,
664033, г. Иркутск, Россия,
e-mail: pes@spirit-irk.ru

ПРОКОПЬЕВ С.А.

Канд. техн. наук,
руководитель отдела
комплексного использования
минерального сырья
ФГБУН «Институт земной коры СО РАН»,
генеральный директор ООО НПК «Спирит»,
664033, г. Иркутск, Россия,
e-mail: psa@spirit-irk.ru

В последнее время ученые по всему миру проводят исследования горно-промышленных отходов, в том числе и угольных [4, 5, 6, 7, 8, 9], с целью вовлечения их во вторичную комплексную переработку и, таким образом, сокращения их объемов. Угледобывающая отрасль Кемеровской области не является исключением. Вопрос вторичной переработки угольных отходов стоит достаточно остро, необходимо срочное внедрение технологических решений данной проблемы.

Для правильного выбора методов и технологических схем переработки угольных отвалов требуется детальное изучение вещественного состава. Одним из важнейших показателей качества углей является показатель зольности, который напрямую зависит от состава и количества минеральных примесей, содержащихся в нем.

В данной работе содержатся результаты минералогических исследований лежалых хвостов флотации углеобогащительной фабрики «Прокопьевскуголь», проведенных с целью оценки минеральной составляющей, выполненной для подбора технологий получения топливной (угольной) и нетопливной (минеральной) продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оптико-минералогический анализ пробы лежалых хвостов углеобогащительной фабрики «Прокопьевскуголь» выполнялся в минералогическом отделе ООО НПК «Спирит» по методическим рекомендациям НСОММИ [10] с применением бинокулярного стереомикроскопа Микромед МС-2-ZOOM 2CR. Рентгенографический анализ выполнялся в центре коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН на дифрактометре ДРОН-3.0.

Изучение минеральной составляющей углесодержащей пробы производилось с применением сканирующего электронного микроскопа [11] MIRA3 LMH TESCAN в центре коллективного пользования «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН в режиме обратно-рассеянных электронов и поляризационного микроскопа Olympus BX53-F в научно-учебной лаборатории экспериментальной геологии геологического факультета ИГУ. Исследование производилось по межгосударственным стандартам^{1, 2, 3}.

¹ Межгосударственный стандарт ГОСТ 9414.1-94 (ИСО 7404-1-84). Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Часть 1. Словарь терминов. М.: Изд-во стандартов, 1995. 23 с.

² Межгосударственный стандарт ГОСТ 9414.2-93 (ИСО 7404-2-85). Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Часть 2. Метод подготовки образцов угля. М.: Изд-во стандартов, 1995. 18 с.

³ Межгосударственный стандарт ГОСТ 9414.3-93 (ИСО 7404-3-84). Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Часть 3. Методы определения групп мацералов. М.: Изд-во стандартов, 1995. 12 с.

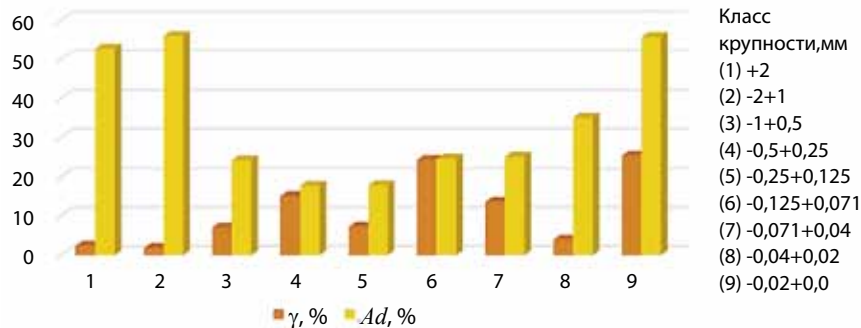


Рис. 1. Показатель зольности и распределение отходов флотации по классам крупности: Ad – показатель зольности, γ – выход класса

Fig. 1. Ash content index and distribution of flotation waste by size classes. Ad is the ash content indicator, γ is the output of the class

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование состава пробы проводилось на классифицированном материале. При изучении распределения материала пробы по классам крупности установлено, что в материале крупностью менее 0,071 мм сосредоточено 42,63% материала пробы, из которых 25,28% приходится на материал крупностью менее 0,020 мм, а показатель зольности в нем составляет 55,6% (рис. 1). Классы крупности +2 мм и -2+1 мм также имеют высокие показатели зольности, и при этом общий выход этого материала составляет всего 4,05 %.

При проведении микроскопических исследований было установлено, что основная масса исследуемой пробы сложена углем – 75,54%. Минеральная составляющая пробы в основном сложена глинистыми минералами (каолинитом и смешанно-слоистыми образованиями), кварцем, полевыми шпатами и обломками пород. В десятых и сотых долях процента обнаружены сульфиды (пирит, халькопирит), гидроксиды железа, слюды и карбонаты. В единичных зернах визуализируются магнетит, апатит, барит и амфиболы.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ В ОТРАЖЕННОМ И ПРОХОДЯЩЕМ СВЕТЕ

Исследования образцов в отраженном свете показали, что они представлены каустобиолитами с различным соотношением микрокомпонентов в них, а также вмещающими уголь породами – алевролитами и аргиллитами.

При исследовании каустобиолитов в отраженном свете по визуально наблюдаемым признакам в них было выделено три группы микрокомпонентов (рис. 2) – витринит, липтинит, инертинит, а также минеральные составляющие. Мацералы имеют разную степень сохранности клеточной структуры. Бесструктурные мацералы образуют скопления и слагают полосы, структурные разновидности рассеяны в коллините.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

При исследовании шлифов с помощью сканирующего электронного микроскопа установлено, что в исследуемом материале

дуремых образцах угля содержится значительное количество минеральных включений: кварца, каолинита, полевых шпатов, сидерита, апатита, пирита, халькопирита, барита, рутила и др.

Преимущественно минеральная матрица представлена каолинитом. Каолинит заполняет клеточные полости, встречается в виде линз (рис. 3), прослоек, тонкодисперсных частиц, а также выступает цементирующим веществом во вмещающей уголь породе. Зачастую наблюдаются микропереслаивания угля и минеральных агрегатов, содержащих каолинит и кварц.

В редких случаях в минеритах наблюдаются сульфиды (халькопирит, пирит), гетит, рутил, карбонаты (сидерит, доломит) и барит.

Пирит обнаружен в виде прожилков, а халькопирит – в виде выделений неправильной формы. Гетит и рутил также обнаружены в виде включений неправильной формы. Барит имеет форму игольчатых кристаллов. Доломит заполняет клеточные полости (рис. 4, А), сидерит образует выделения неправильной формы (рис. 4, Б).

Во вмещающих уголь породах, наблюдаются обособления кварца, хлоритов и полевых шпатов, в редких случаях – амфиболов и турмалинов. В составе цементирующей массы отмечаются выделения мусковита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минералогический анализ лежалых отходов обогатительной фабрики «Прокопьевскуголь» показал, что они являются перспективным техногенным угольным сырьем, так как основная масса исследуемого материала (75,54%) состоит из угля. Кроме того, отходы углеобогащения содержат в себе ряд минералов, которые также можно отнести к потенциально ценным. На основе данных минералогического анализа разработана комплексная технология переработки исследуемого сырья.

Вовлечение лежалых отходов углеобоганительной фабрики «Прокопьевскуголь» во вторичную комплексную переработку даст возможность получать как угольную высококачественную продукцию, так и ряд продуктов с высокими концентрациями различных компонентов, что имеет ряд эко-



Рис. 2. Микрофотография фрагмента аншлиф-брикета. Отраженный свет, анализатор выключен, Vt_t – телинит, Vt_k – коллинит, L_{sp} – споринит

Fig. 2. Micrography of a fragment of an anshliff briquette.

Reflected light, analyzer off, Vt_t – telinite, Vt_k – collinite, L_{sp} – sporinite

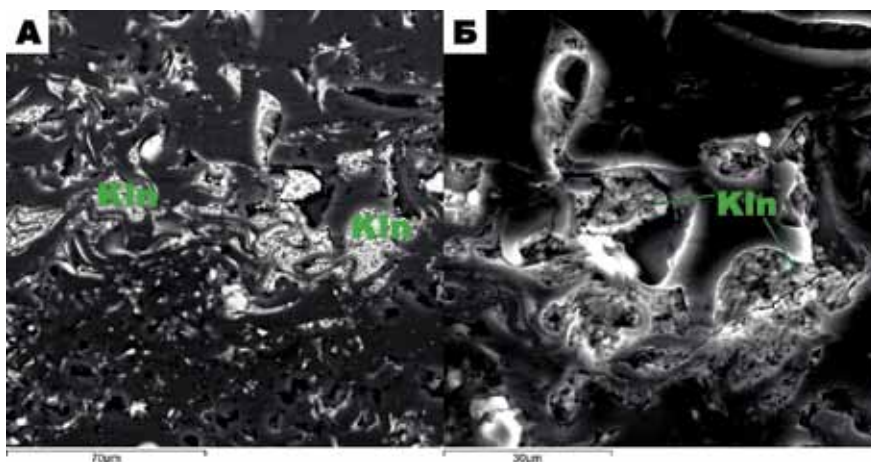


Рис. 3. Микрофотографии фрагментов аншлиф-брикета.

Изображение во вторичных электронах. Kln – каолинит

Fig. 3. Micrographs of fragments of the anshliff briquette.

The image is in secondary electrons. Kln – kaolinite

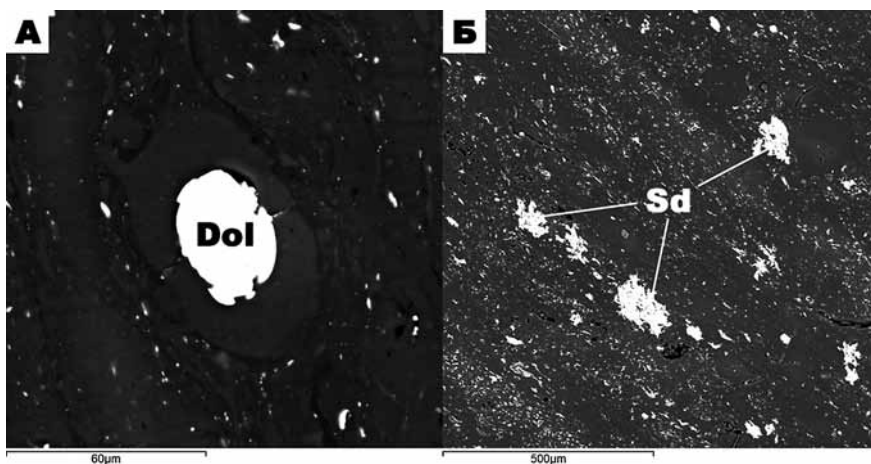


Рис. 4. Микрофотографии фрагментов аншлиф-брикета: А – доломит (Dol), заполняющий клеточные полости; Б – выделения сидерита (Sd) в угле (черное). Изображение в обратнорассеянных электронах

Fig. 4. Micrographs of fragments of the anshliff briquette: А – dolomite (Dol) filling the cell cavities; Б – siderite (Sd) secretions in the coal (black). Image in backscattered electrons

номических и экологических преимуществ. Полученный угольный концентрат может быть использован как энергетическое сырье, а оставшийся после извлечения угля материал – как потенциальное сырье для строительной промышленности.

Список литературы • References

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. 604 с.
2. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 51–58.
Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A. Regularities of restoration of vegetation cover on the dumps of Kuzbass. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal*. 2016;(2):51-58. (In Russ.).
3. Инженерно-геологические и экологические проблемы при эксплуатации и рекультивации высоких отвалов на разрезах Кузбасса / Ю.И. Кутепов, Н.А. Кутепова, А.Д. Васильева и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 8. С. 164-178. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-8-0-164.
Kutepov Yu.I., Kutepova N.A., Vasilyeva A.D., Mukhina A.S. Engineering-geological and environmental problems during operation and recultivation of high dumps at Kuzbass sections. *Gornyj informatsionno-analyticheskij byulleten'*. 2021;(8):164-178. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-8-0-164.
4. Ali Ucar, Oktay Sahbaz, Nezahat Ediz, Ismail Goktay Ediz. An investigation into the enrichment of coal wastes of Western Lignite Company (WLC) by physical and physico-chemical methods. *Madencilik – Mining*. 2023;62(1):7-15. <https://doi.org/10.30797/madencilik.1111260>.
5. Debjani N., Bidyut D., Rashmi S., Santosh S., Ajinkya M., Pratik Swarup D. Effect of grinding behavior on liberation of coal macerals. *ISIJ International*. 2022;62(1):99-103. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2021-209>.
6. Jay N. Meegoda, Li-ming HU, Nabil M.A. AL-Joulani. Solid waste and ecological issues of coal to energy. *Journal of Hazardous, Toxic and Radioactive Waste*. April 2021:99-107. DOI: 10.1061/(ASCE)HZ.1944-8376.0000071.
7. Menshikova E., Blinov S., Belkin P., Ilaltdinov I., Volkova M. Dumps of the Kizel coal basin as a potential source of rare and rare-earth elements. *Science and Global Challenges of the 21st Century*, 2022, LNNS 342, pp. 352-361. <https://www.researchgate.net/deref/https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1007%2F978-3-030-89477-1-35>.
8. Nguyen Cong Thang, Nguyen Van Tuan. The potential use of waste rock from coal mining for the application as recycled aggregate in concrete. *Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining*. 2021;(1):550-561. DOI: 10.1007/978-3-030-60839-2-29.
9. Yoginder P. Chugh, Paul T. Behum. Coal waste management practices in the USA: an overview. *International Journal of Coal science and technology*. 2014;1(2):163-176. DOI: 10.1007/s40789-014-0023-4.
10. Оптико-минералогический анализ шлиховых и дробленых проб: Методические рекомендации № 162. Научный совет по методам минералогических исследований (НСОММИ). М.: ВИМС, 2012. 23 с.
11. Гамов М.И., Наставкин А.В., Вялов В.И. Результаты применения растровой электронной микроскопии для изучения минеральных компонентов углей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 1. С. 10-23.
Gamov M.I., Mentor A.V., Vyvalov V.I. Results of the use of scanning electron microscopy for the study of mineral components of coals. *Gornyj informatsionno-analyticheskij byulleten'*. 2016;(1):10-23. (In Russ.).

Authors Information

Komarova A.G. – Leading mineralogist engineer, LLC SPC “Spirit”, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Lecturer of Department of Minerals, Geochemistry, Mineralogy and Petrography, Irkutsk State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: kag@spirit-irk.ru

Chikisheva T.A. – PhD (Geology and Mineralogy), Head of mineralogical department, LLC SPC “Spirit”, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Research Associate, Institute of the Earth Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Associate Professor of Department of Minerals, Geochemistry, Mineralogy and Petrography, Irkutsk State University, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: cta@spirit-irk.ru

Prokopiev E.S. – Director for technology and innovation, LLC SPC “Spirit”, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Research Associate, Institute of the Earth Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: pes@spirit-irk.ru

Prokopiev S.A. – PhD (Engineering), General Director, LLC SPC “Spirit”, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Chief Department of Comprehensive Use of Mineral Resources, Institute of the Earth Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: psa@spirit-irk.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

УДК 622.684 © Д.М. Дубинкин¹, Е.А. Зеляева², В.В. Аксенов², 2024UDC 622.684 © D.M. Dubinkin¹, E.A. Zelyaeva², V.V. Aksenov²¹ Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ), 650000, г. Кемерово, Россия¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation² Научный центр «Цифровые технологии», г. Кемерово, 650000, Россия² Scientific center "Digital Technologies", Kemerovo, 650000, Russian Federation

✉ e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

✉ e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности*

Technical solutions of dump truck load bearing structures (frames) as an intellectual property item

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-47-53>

При выполнении патентных исследований несущих систем (рам) карьерных самосвалов (КС) комплексной научно-технической программы (КНТП) «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» в части выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ рассмотрены технические решения несущих систем (рам) КС. Выявлено разделение патентных документов по типу несущих систем (рам) КС (лонжеронные рамы из балок коробчатой конструкции, имеющие стойки с верхними поперечными балками и лонжеронные рамы лестничного типа), а также по типу сечения лонжеронов рам и поперечных балок. Технические решения, выявленные по результатам патентных исследований, направлены на: равномерное распределение нагрузок; упрощение конструкции; снижение металлоемкости, трудоемкости сборки; повышение надежности и прочности и т.д.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению от 30.09.2022 № 075-15-2022-1198 с ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» 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 из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс») в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» в части выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

ДУБИНКИН Д.М.

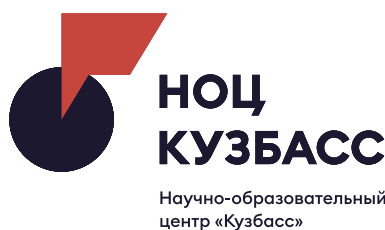
Канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры Горных машин и комплексов
Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ),
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

ЗЕЛЯЕВА Е.А.

Младший научный сотрудник
научного центра «Цифровые технологии»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: zelayeva@kuzstu.ru

АКСЕНОВ В.В.

Доктор техн. наук, главный научный сотрудник
научного центра «Цифровые технологии»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: 55vva42@mail.ru



Ключевые слова: карьерный самосвал, несущие системы (рамы), патентные исследования, технические решения.

Для цитирования: Дубинкин Д.М., Зеляева Е.А., Аксенов В.В. Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности // Уголь. 2024;(5):47-53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

Abstract

When carrying out patent research of load-bearing systems (ram) of the dump truck of the integrated scientific and technical program (ISTP) "Clean Coal – Green Kuzbass" as part of the implementation of the event "Development and creation of an unmanned shuttle-type mining dump truck with a lifting capacity of 220 tons" in terms of carrying out research and development work, technical solutions for load-bearing systems (frames) of mining dump trucks DT are considered. A division of patent documents by type of load-bearing systems (frames) of the DT was revealed (spar frames made of box-shaped beams, having racks with upper transverse beams and ladder-type spar frames); as well as by the type of cross-section of frame side members and cross beams. Technical solutions identified based on the results of patent research are aimed at uniform distribution of loads; simplification of design; reducing metal consumption, labor intensity of assembly, increasing reliability, strength, etc.

Keywords

Mining dump truck, load-bearing systems (frames), patent research, technical solutions.

For citation

Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V. Technical solutions of dump truck load bearing structures (frames) as an intellectual property item. *Ugol*. 2024;(5):47-53. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

Acknowledgements

This work was done with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under the agreement dated 30.09.2022 № 075-15-2022-1198 with FSBEI HE "T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University" Integrated scientific and technical program of the full innovation cycle "Development and implementation of a set of technologies in the areas of exploration and mining of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing of coal raw materials with a consistent reduction of the environmental impact and risks to human life" (ISTP "Clean Coal – Green Kuzbass") in the implementation of the event "Development and creation of unmanned shuttle-type dump truck of 220 tons carrying capacity" in terms of research and development works.

ВВЕДЕНИЕ

При открытом способе добычи полезных ископаемых для транспортировки горной массы в основном применяются карьерные самосвалы (КС) [1, 2, 3].

Наиболее ответственным элементом КС, на который монтируются другие агрегаты является несущая система (рама). Эксплуатационное состояние КС во многом зави-

сит от несущей системы (рамы), воспринимающей значительные нагрузки, связанные не только с неровностями дороги, но и с динамикой процессов погрузки, движения и разгрузки. При проектировании несущих систем необходимо определять параметры, которые должны обеспечивать не только безопасную эксплуатацию, но и долговечность, от которой зависит срок службы КС [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Для разработки технической и конструкторской документации по комплексной научно-технической программе полного инновационного цикла (КНТП) «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс» в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» необходимо выполнить патентные исследования существующих технических решений несущей системы (рамы) КС.

ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ

Цель исследований направлена на анализ технических решений конструкций несущих систем (рам) КС с выявлением направлений совершенствования. Для достижения поставленной цели необходимо:

- определить конструктивные особенности технических решений конструкций несущих систем (рам) КС;
- выявить направления совершенствования технических решений конструкций несущих систем (рам) КС;
- провести анализ конструктивных особенностей и направлений совершенствования технических решений конструкций несущих систем (рам) КС.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ СИСТЕМ (РАМ) КС

Для определения конструктивных особенностей технических решений несущих систем (рам) КС и выявления направлений совершенствования рассмотрим несколько технических решений несущих систем (рам) КС.

CN204775470. Рама карьерного самосвала [11]

Рама карьерного самосвала (рис. 1) содержит узел продольной балки 1, порталную балку 2, переднюю поперечную балку 3, балку 4 и торсионный цилиндр 5. Портальная балка содержит верхнюю и нижнюю балки. Нижняя балка

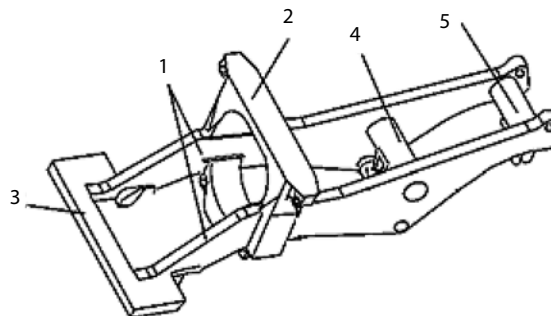


Рис. 1. Структурная схема рамы карьерного самосвала (CN204775470)

Fig. 1. Block diagram of the frame of a mining dump truck (CN204775470)

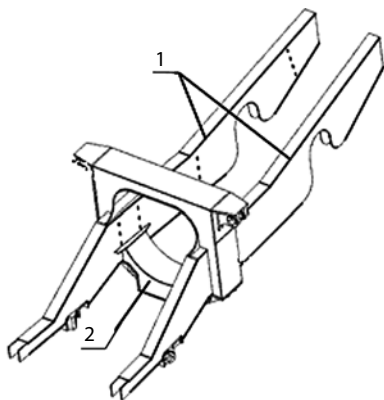


Рис. 2. Рама карьерного самосвала (CN103523085)

Fig. 2. Mining Truck Frame (CN103523085)

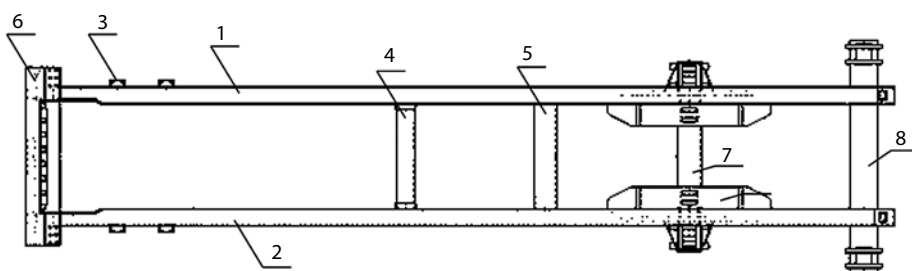


Рис. 3. Рамная конструкция электрического транспортного средства (CN 216232548)

Fig. 3. Frame structure of electric vehicle (CN 216232548)

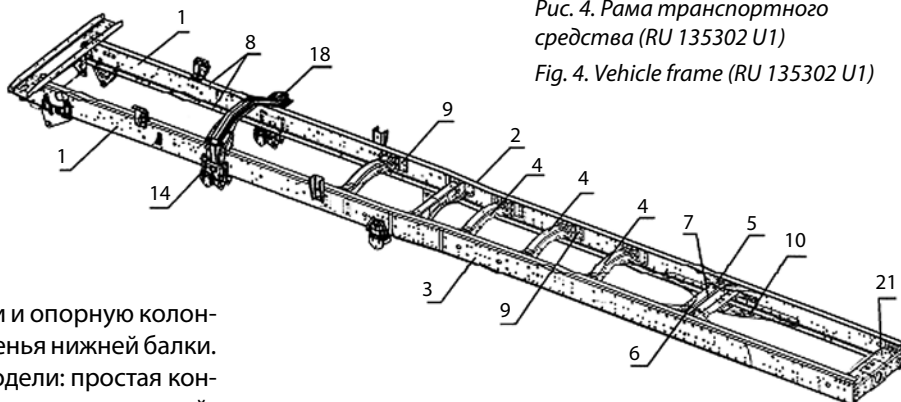


Рис. 4. Рама транспортного средства (RU 135302 U1)

Fig. 4. Vehicle frame (RU 135302 U1)

включает в себя сиденье нижней балки и опорную колонну, расположенную на двух концах сиденья нижней балки.

Положительный эффект полезной модели: простая конструкция, удобные эксплуатация и сборка, улучшены устойчивость к изгибу рамы и прочность, кручение и жесткость.

CN103523085. Портальная балка карьерного самосвала и рама карьерного самосвала [12]

Рама карьерного самосвала (рис. 2) имеет пару продольных продолжающихся балок 1 и поперечные балки 2, расположенные перпендикулярно продольным балкам.

CN 216232548. Рамная конструкция электрического транспортного средства [13]

Полезная модель раскрывает рамную конструкцию электрической горной машины (рис.3), которая характеризуется тем, что состоит из левой и правой продольной балок 1, 2, монтажного кронштейна 3, первой поперечной балки 4, второй поперечной балки 5, передней концевой балки 6, балансирной соединительной балки 7, задней балки 8. Левая и правая продольные балки коробчатой конструкции.

Рамная конструкция электрического горнодобывающего транспортного средства настоящей полезной модели имеет повышенную ударопрочность, обладает большей несущей способностью, что подходит для сложных участков.

RU 135302 U1. рама транспортного средства [14]

Рама транспортного средства (рис. 4) содержит лонжероны 1 П-образного сечения, соединенные между собой с помощью поперечин, образующих жесткую несущую конструкцию. Лонжероны в центральной части имеют изгиб 2, а снаружи к ним прикреплены усилители 3. Благодаря имеющемуся в центральной части изгибу и постоянному профилю лонжеронов изменяется ширина рамы. Две поперечины

размещены спереди рамы и установлены на верхних полках 8 лонжеронов, а остальные закреплены с помощью крепежных фланцев 9 или косынок 10 с внутренней стороны лонжеронов. Поперечины 4 имеют выгнутую форму, а поперечина 5 состоит из двух балок 6 швеллерного сечения, соединенных между собой стенками 7. Задняя поперечина 21 имеет П-образное сечение. Кронштейны 14 подвески выполнены объединенными из двух кронштейнов. Кронштейны 14 снабжены резиновым буфером 15 с металлической опорой 16, проушинами 17 и соединены с выгнутой поперечиной 18, закрепленной спереди на верхних полках лонжеронов с помощью кронштейнов 19, выполненных с ребрами жесткости 20. Рама дополнительно содержит поперечину 11 цилиндрической формы, выполненную совместно с буксирными кронштейнами 12 и установленную в передней части под П-образной поперечиной 13, используется как опорная площадка для крепления кронштейнов кабины, улучшает схему распределения нагрузки. Кроме того, проушины кронштейна подвески могут быть выполнены с разным диаметром. Ребра жесткости кронштейнов крепления выгнутой поперечины могут быть выполнены в П-образной форме.

Заявляемое техническое решение позволяет улучшить прочностные характеристики рамы, увеличить надежность конструкции в целом.

RU 142042 U1. Рама транспортного средства [15]

Рама транспортного средства (рис. 5) содержит лонжероны, связанные между собой поперечинами трубчатого и корытообразного сечения, причем поперечины трубчатого сечения соединены с лонжеронами при помощи

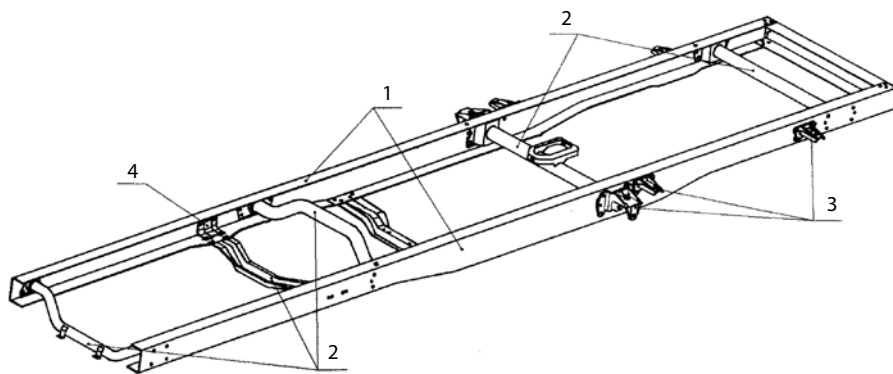


Рис. 5. Рама транспортного средства (RU 142042 U1)

Fig. 5. Vehicle frame (RU 142042 U1)

фланцев, выполненных в виде пластин с центральным монтажным отверстием под концы поперечины и с крепежными отверстиями для соединения с лонжеронами. Рама отличается тем, что на фланцах установлены дополнительные кронштейны, выполненные в форме трапеции с центральным монтажным отверстием под концы поперечины и крепежными отверстиями, совпадающими с крепежными отверстиями фланцев для соединения с лонжеронами.

Технический результат заключается в повышении прочности и надежности конструкции рамы автомобиля. Указанный результат достигается тем, что в заявленном техническом решении рама транспортного средства содержит лонжероны, связанные между собой поперечинами трубчатого и корытообразного сечения, причем поперечины трубчатого сечения закреплены на лонжеронах при помощи фланцев, выполненных в виде пластин с центральным монтажным отверстием под концы поперечины и с крепежными отверстиями для соединения с лонжеронами, а также дополнительно усилены кронштейнами. Кронштейны выполнены в форме трапеции с центральными монтажными отверстиями под концы поперечин, соединенные с трубой поперечин при помощи контактно-дуговой сварки и крепежных отверстий, совпадающих с крепежными отверстиями фланцев для соединения с лонжеронами, усиливающими места соединения фланцев с трубой поперечин.

Конструкция рамы транспортного средства представляет собой сборочную единицу, состоящую из лонжеронов 1, поперечин 2, кронштейнов 3, усилителей 4, соединенных с лонжеронами рамы с помощью заклепочного соединения.

RU 149530 U1. Рама транспортного средства [16]

Полезная модель относится к транспортным средствам, а именно к конструкции рамы грузового автомобиля. Рама транспортного средства – лестничного типа (рис. 6) и состоит из лонжеронов 1, соединенных поперечинами 2, буксирной поперечины и поперечины опоры кабины, соответственно 3 и 4, установленных в передней части рамы, силовой поперечины 5 и задней поперечины 6. Лонжероны 1 имеют профиль постоянного сечения и выполнены со скосом в передней части в виде выреза 7, а также вырезами 8. В этой же части рамы установлены П-образные усилители 9, закрепленные торцевыми стенками к лонжеронам 1, буксирная поперечина 3 и поперечина 4 опоры кабины, имеющие П-образный профиль. Поперечины 2, 3, 4, 5, 6 состоят из балок 11, закрепленных к лонжеронам 1 с помощью косынок 12. В торцах стенок поперечин выполнены радиусные вырезы 13. Вдоль горизонтальных полок балок 11 поперечин и на косынках 12 выполнены ряды отверстий 15 для крепежных элементов, что позволяет менять ширину поперечины, а соответственно, и рамы, без внесения изменения в конструкцию рамы, что значительно упрощает данный процесс, позволяет унифицировать раму по узлам и элементам. Технический результат заключается в упрощении конструкции рамы, технологии ее изготовления.

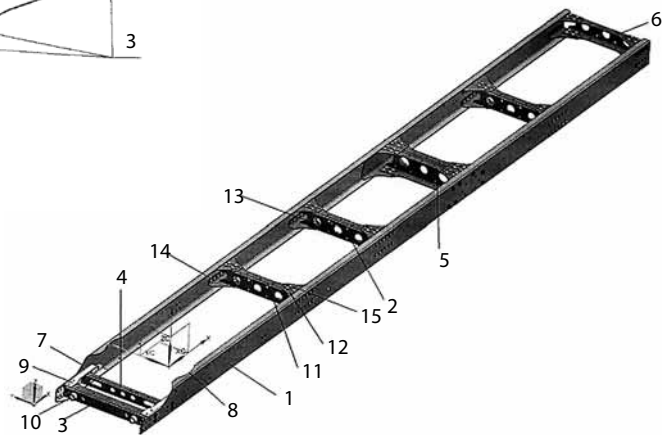


Рис. 6. Рама транспортного средства (RU 149530 U1)

Fig. 6. Vehicle frame (RU 149530 U1)

Задачей, на решение которой направлено заявляемое техническое решение, является упрощение конструкции рамы без снижения ее прочностных характеристик.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ СИСТЕМ (РАМ) КС

По результатам анализа выявленных технических решений несущей системы (рамы) КС возможно разделить патентные документы по типу несущих систем (рам):

- лонжеронные рамы из балок коробчатой конструкции, имеющие стойки с верхними поперечными балками;
- лонжеронные рамы лестничного типа.

Диаграмма процентного распределения в зависимости от типа несущей системы (рамы) КС представлена на рис. 7.

Из анализа данных, представленных на рис. 7, установлено, что большинство выявленных технических решений несущих систем (рам) КС – это лонжеронные рамы лестничного типа (61%) и лонжеронные рамы из балок коробчатой конструкции, имеющие стойки с верхними поперечными балками (23%).

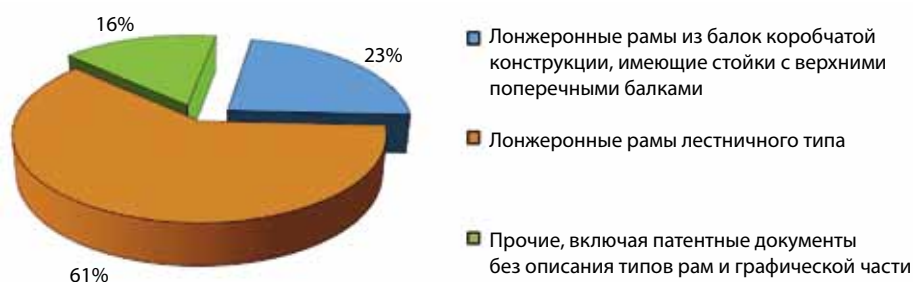


Рис. 7. Диаграмма процентного распределения в зависимости от типа несущей системы (рамы) КС

Fig. 7. Chart of the percentage distribution on the type of carriers systems (frames) DT

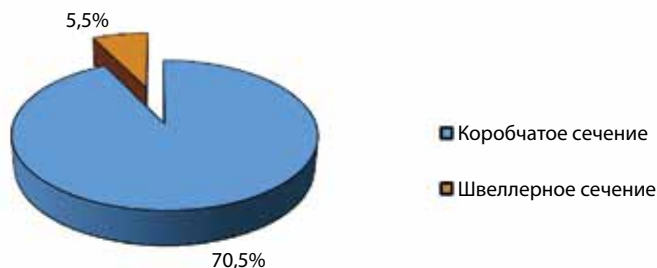


Рис. 8. Диаграмма процентного распределения лонжеронных рам, состоящих из балок коробчатой конструкции, имеющих стойки с верхними поперечными балками по типу сечения лонжеронов

Fig. 8. Diagram of the percentage distribution of spar frames consisting of box beams having struts with upper transverse beams by type of spar section spars

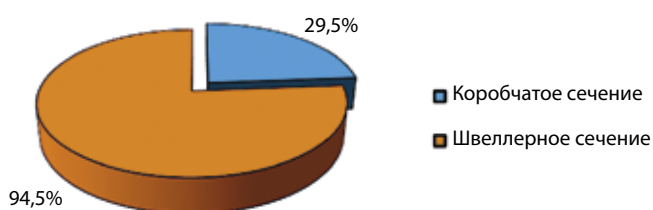


Рис. 9. Диаграмма процентного распределения лестничных лонжеронных рам по типу сечения лонжеронов

Fig. 9. Diagram of the percentage distribution of ladder spar frames by type of section of the spars



Рис. 10. Диаграмма процентного распределения несущих систем (рам) КС по типу сечения поперечин

Fig. 10 Diagram of the percentage distribution of load-bearing systems (frames) of DT by type of cross-section

Рама является основным элементом всей несущей системы и состоит из лонжеронов, поперечин, кронштейнов, проушин и бампера. По типу сечения лонжероны подразделяются на швеллерные, двутавровые, коробчатые [9, 10].

На диаграмме рис. 8 представлено процентное распределение лонжеронных рам, состоящих из балок коробчатой конструкции, имеющих стойки с верхними поперечными балками по типу сечения лонжеронов.

Сечение лонжеронов рам, состоящих из балок коробчатой конструкции, имеющих стойки с верхними поперечными балками, в большинстве (70,5%) представлено коробчатым сечением.

На диаграмме рис. 9 представлено процентное распределение лестничных лонжеронных рам по типу сечения лонжеронов.

Сечение лонжеронов лестничных рам в большинстве (94,5%) представлено швеллерным сечением.

Стоит отметить, что помимо вышеперечисленного типового различия сечения лонжеронов несущие системы (рамы) имеют и явное различие по типу сечения поперечных балок. Поперечные балки по типу сечения классифицируют на коробчатые, швеллерные (П-образные), цилиндрические, корытообразные, трубчатые.

На диаграмме рис. 10 представлено процентное распределение выявленных по результатам патентного поиска несущих систем (рам) КС по типу сечения поперечных балок.

Учитывая, что в большинстве патентных документов отсутствовало описание типов сечения поперечных балок, можно сделать вывод о том, что сечение поперечных балок несущих систем (рам) КС в основном представлено швеллерным сечением.

Выявленные по результатам патентного поиска технические решения направлены на равномерное распределение нагрузок; упрощение конструкции, снижение металлоемкости, трудоемкости сборки, повышение надежности, прочности.

Диаграмма процентного распределения направлений технических решений несущих систем (рам) КС представлена на рис. 11.

Из рис. 11 видно, что основное направление патентования технических решений несущих систем (рам) КС ориентировано на повышение устойчивости, надежности, прочности, ударопрочности, несущей способности, а также факторы, как упрощение конструкции и снижение металлоемкости, трудоемкости сборки, рассматривают в 2,5 раза реже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные особенности технических решений несущих систем (рам) КС, выявленных по результатам патентных исследований, заключаются в следующем:

– тип несущих систем (рам) КС подразделяется на лонжеронные рамы из балок коробчатой конструкции, имеющие стойки с верхними поперечными балками, и лонжеронные рамы лестничного типа;

– сечение лонжеронов рам, состоящих из балок коробчатой конструкции, имеющих стойки с верхними поперечными балками, в подавляющем большинстве (70,5%) представлено коробчатым сечением;

– сечение лонжеронов лестничных рам в подавляющем большинстве (94,5%) представлено швеллерным сечением;

– сечение поперечных балок несущих систем (рам) КС в подавляющем большинстве представлено швеллерным сечением;

– направление патентования технических решений несущих систем (рам) КС, по результатам патентных исследований, ориентировано на повышение устойчивости, надежности, прочности, ударопрочности, несущей способности.

Список литературы • References

1. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов и др. СПб.: Наука, 2004. 429 с.
2. Анистратов К.Ю. Анализ рынка карьерных экскаваторов и самосвалов в РФ и странах СНГ // Горная промышленность. 2012. № 2. С. 16-19.
Anistratov K.Yu. Analysis of the market for quarry excavators and dump trucks in the Russian Federation and CIS countries. *Gornaya promyshlennost'*. 2012;(2):16-19. (In Russ.).
3. Хазин М.Л. Направления развития карьерного автотранспорта // Недропользование. 2021. Т. 21. № 3. С. 144-150. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.3.7.
Khazin M.L. Directions for the development of quarry vehicles. *Nedropolzovanie*. 2021;21(3):144-150. (In Russ.). DOI: 10.15593/2712-8008/2021.3.7.
4. Дубинкин Д.М. Основы цифрового создания автономных карьерных самосвалов // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 2. С. 39-50. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-39-50.
Dubinkin D.M. Fundamentals of digital creation of autonomous mining dump trucks. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2022;(2):39-50. (In Russ.). DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-39-50.
5. Анализ и перспективность применения отечественного тягового привода автономного карьерного самосвала грузоподъемностью 240 т / Д.М. Дубинкин, В.Ю. Садовец, А.Б. Карташов и др. // Техника и технология горного дела. 2022. № 2. С. 22-36. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-22-36.
Dubinkin D.M., Sadovets V.Yu., Kartashov A.B. et al. Analysis and prospects of using the domestic traction drive of an autonomous mining dump truck with a lifting capacity of 240 tons. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*. 2022;(2):22-36. (In Russ.). DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-22-36.

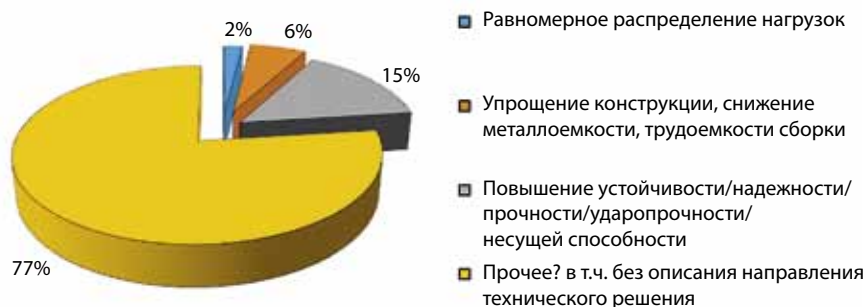


Рис. 11. Диаграмма процентного распределения направлений технических решений несущих систем (рам) КС

Fig. 11. The diagram of the percentage distribution of the directions of technical solutions of load-bearing systems (frames) of DT

6. Дубинкин Д.М., Пашков Д.А. Импортонезависимость производства беспилотных карьерных самосвалов // Уголь. 2023. № 4. С. 42-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Import-independent production of unmanned dump trucks. *Ugol'*. 2023;(4):42-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
7. Дубинкин Д.М., Турганев И.А., Шахманов В.Н. Особенности создания аккумуляторного карьерного самосвала на электрической тяге // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2022. № 17-1. С. 159-169. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-159-169.
Dubinkin D.M., Turgenev I.A., Shahmanov V.N. Features of creating a battery mining dump truck on electric drive. *Transportnoe, gornoe i stroitelnoe mashinostroenie: nauka i proizvodstvo*. 2022;(17-1):159-169. (In Russ.). DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-159-169.
8. Дубинкин Д.М., Аксенов В. В., Пашков Д.А. Тенденции развития беспилотных карьерных самосвалов // Уголь. 2023. № 6. С. 72-79. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-72-79.
Dubinkin D.M., Aksenov V.V., Pashkov D.A. Trends in the development of unmanned mining dump trucks. *Ugol'*. 2023;(6):72-79. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-72-79.
9. Выбор нагрузочных режимов на начальных этапах проектирования несущих систем (рам) карьерных самосвалов / С.М. Рахаев, Р.Л. Газизуллин, А.Б. Карташов и др. // Техника и технология горного дела. 2023. № 4. С. 41-55. DOI: 10.26730/2618-7434-2023-4-41-55.
Rakhaev S.M., Gazizullin R.L., Kartashov A.B. et al. Selection of load modes at the initial stages of designing load-bearing systems (frames) of mining dump trucks. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*. 2023;(4):41-55. (In Russ.). DOI: 10.26730/2618-7434-2023-4-41-55.
10. Дубинкин Д.М., Зеяева Е.А. Тенденции развития создания интеллектуальной собственности в области разработки несущих систем (рам) карьерных самосвалов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 5. С. 104-115. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-104-115.
Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A. Development trends in the creation of intellectual property in the field of development of load-bearing systems (frames) of mining dump trucks. *Vestnik Kuzbasskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2023;(5):104-115. (In Russ.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-104-115.

11. Патент № 204775470 Китай, МПК В62D 21/02. MINING DUMP TRUCK FRAME. SHANDONG YINUO ENGINEERING MACHINERY CO., LTD. Заявка: 201520440752.X, 25.06.2015: опубликовано: 18.11.2015.
12. Патент № 103523085 Китай, МПК В62D 21/02. MINING DUMP TRUCK GAN-TRY BEAM AND MINING DUMP TRUCK FRAME. CRRC Beijing 27 Locomotive Co., Ltd. Заявка: 201310528813.3, 30.10.2013: опубликовано: 22.01.2014.
13. Патент № 216232548 Китай, МПК В62D21/02. SHANDONG GANGLING AUTO-MOBILE CO., LTD. Заявка: 202122796945.7, 16.11.2021: опубликовано: 08.04.2022.
14. Патент № 135302 Россия, МПК В62D 21/00 (2006.01). Рама транспортного средства. Публичное акционерное общество «КАМАЗ» (RU). Заявка: 2013130081/11, 01.07.2013: опубликовано: 10.12.2013 Бюл. № 34.
15. Патент № 142042 Россия, МПК В62D 21/02 (2006.01). Рама транспортного средства. Общество с ограниченной ответственностью «Объединенный инженерный центр» (ООО «ОИЦ») (RU) Общество с ограниченной ответственностью «Автомобильный завод «ГАЗ» (ООО «Автозавод «ГАЗ») (RU). Заявка: 2014106806/11, 24.02.2014: опубликовано: 20.06.2014 Бюл. № 17.
16. Патент № 149530 Россия, МПК В62D 21/00 (2006.01). Рама транспортного средства. Открытое акционерное общество «КАМАЗ» (RU). Заявка: 2014135133/11, 27.08.2014: опубликовано: 10.01.2015 Бюл. № 1.

Authors Information

Dubinkin D.M. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mining Machines and Complexes, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Zelyaeva E.A. – Junior Researcher of the Scientific Center “Digital Technologies”, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: zelayevaea@kuzstu.ru

Aksenov V.V. – Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher of the Scientific Center “Digital Technologies”, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: 55vva42@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

УК «Кузбассразрезуголь» вошла в ТОП-10 российских компаний – лидеров по уровню качества управления отходами

УК «Кузбассразрезуголь» вошла в список из 10 крупных российских компаний, которые лидируют по эффективности и качеству управления своими производственными отходами. Рейтинг составлен авторитетным агентством RAEX на основе исследования деятельности отечественных корпораций в рамках подготовки ежегодного ESG-рэнкинга.

При составлении рейтинга эксперты учитывали качество корпоративных политик и программ в области управления отходами, оценку валовых и удельных показателей образования отходов, а также долю их повторного использования. Также методика оценивает практику компаний по обращению с отходами и верификацию профильных данных.

Эксперты отметили, что за последние пять лет УК «Кузбассразрезуголь» удалось снизить на 21% отходы от производства на единицу продукции, а объем повторно используемых отходов вырос на 15,5%. Также Компания ежегодно раскрывает в своей отчетности информацию о лучших практиках и проделанной работе в данном направлении. Эти и другие результаты обеспечили ей высокую оценку – 93,9 балла и 8 место в ТОП-10 среди российских компаний.

«Следование принципам устойчивого развития остается стратегическим приоритетом нашей Компании, особенно в вопросах экологической ответственности.



Сегодня УК «Кузбассразрезуголь» применяет наилучшие доступные технологии для снижения воздействия на окружающую среду, а в разработке некоторых из них участвует наравне с учеными. Такой подход позволяет нам

добиться значимых и, что самое главное, измеримых результатов, что подтверждает высокая оценка авторитетного экспертного сообщества», – отметил **директор по правовому обеспечению и экологии УК «Кузбассразрезуголь» Захар Сапурин.**



Пресс-служба УК «Кузбассразрезуголь»

УДК 662.613.654.1:669.85 © Т.Г. Черкасова✉, А.В. Тихомирова,
М.О. Пилин, Д.А. Баранцев, 2024

Институт химических и нефтегазовых технологий ФГБОУ ВО
«Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, Россия
✉ e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

UDC 662.613.654.1:669.85 © T.G. Cherkasova✉, A.V. Tikhomirova,
M.O. Pilin, D.A. Barantsev, 2024

Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies,
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU),
Kemerovo, 650000, Russian Federation
✉ e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Обоснование выбора сырьевой базы для получения редких и редкоземельных элементов из отходов угледобычи и углепереработки*

Justification of raw material base selection to produce rare and rare-earth elements
from coal mining and coal processing wastes

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-54-58>

ЧЕРКАСОВА Т.Г.

Доктор химических наук, профессор,
научный руководитель
Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

ТИХОМИРОВА А.В.

Канд. хим. наук, доцент,
доцент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: tav.htnv@kuzstu.ru

По некоторым данным ежегодные объемы складированных на территории Российской Федерации отходов обогащения углей, руд и минерального сырья составляют около 15 млн т. Уровень использования отходов угольной промышленности составляет примерно 50% от количества образующихся. Это приводит к развитию комплекса экологических проблем, основным способом решения которых является включение отходов в производственный оборот, т.е. перевод отходов в категорию сырья и осуществление комплексной переработки угля. Исследованы состав и физико-химические свойства двух партий отходов углеобогащения центральной обогатительной фабрики «Березовская». Содержание редких и редкоземельных элементов (РиРЗЭ) в двух партиях отходов ЦОФ «Березовская» Кемеровской области – Кузбасса достаточно низкое и даже суммарно не достигает промышленно значимых значений. Но, учитывая их высокую стоимость и необходимость для высокотехнологичных отраслей экономики, очевидна необходимость вовлечения этих компонентов в комплексную переработку отходов. Также при комплексной переработке может быть целесообразно извлечение золота и платиноидов из флотационных отходов (до 50 раз превышены промышленно значимые концентрации), а также возможно попутное получение оксида титана (IV), сырья для алюминиевой промышленности, которое в данный момент также является ценным и дефицитным.

Ключевые слова: угольные отходы, углеобогащение, редкоземельные элементы, промышленно значимые концентрации, сырье.

Для цитирования: Обоснование выбора сырьевой базы для получения редких и редкоземельных элементов из отходов угледобычи и углепереработки / Т.Г. Черкасова, А.В. Тихомирова, М.О. Пилин и др. // Уголь. 2024;(5):54-58. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-54-58.

* Исследование выполнено за счет гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1194).

Abstract

According to some data, the annual volumes of coal, ore and mineral processing waste stored on the territory of the Russian Federation amount to about 15 million tons. The level of use of coal industry waste is approximately 50% of the amount generated. This leads to the development of a complex of environmental problems, the main way to solve which is the inclusion of waste in production, i.e. the transfer of waste to the category of raw materials and the implementation of integrated coal processing. The composition and physical and chemical properties of two batches of coal enrichment waste from the central processing plant "Berezovskaya" have been studied. The content of rare and rare earth elements (REE) in two batches of waste from the Berezovskaya Central Processing Plant, Kemerovo region – Kuzbass, is quite low and even does not reach industrially significant values in total. But, given their high cost and the need for high-tech sectors of the economy, it is obvious that these components must be involved in integrated waste recycling. Also, during complex processing, it may be advisable to extract gold from flotation waste (up to 50 times the industrially significant concentrations are exceeded), and it is also possible to simultaneously obtain titanium(IV) oxide, a raw material for the aluminum industry, which is also valuable and scarce at the moment.

Keywords

Coal wastes, Coal Processing, Rare-earth elements, Commercial concentrations, Raw materials.

For citation

Cherkasova T.G., Tikhomirova A.V., Pilin M.O., Barantsev D.A. Justification of raw material base selection to produce rare and rare-earth elements from coal mining and coal processing wastes. *Ugol*. 2024;(5):54-58. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-54-58.

Acknowledgements

The research was financially supported by a grant from the Russian Ministry of Education and Science (Agreement No. 075-15-2022-1194).

ПИЛИН М.О.

Старший преподаватель
Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pilinmo@kuzstu.ru

БАРАНЦЕВ Д.А.

Ассистент Института химических
и нефтегазовых технологий
ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: kemche@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

По некоторым данным, ежегодные объемы складированных на территории Российской Федерации отходов обогащения углей, руд и минерального сырья составляют около 15 млн т. Только в Новокузнецке три обогатительные фабрики каждый год выбрасывают вблизи города 1 млн т отходов углеобогащения. В настоящее время большинство углеобогащательных фабрик Кузбасса имеют устаревшее оборудование и технологии, в результате чего качество обогащения угля не соответствует ни международным стандартам, ни техническим отраслевым нормам. В итоге содержание угля в отходах обогащения колеблется в лучшем случае от 17 до 26%, но может достигать, в зависимости от марки угля, и 60%, что приводит к ежегодным потерям его в Кузбассе от 12 до 15 млн т.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Уровень использования отходов угольной промышленности составляет примерно 50% от количества образующихся. Это приводит к развитию комплекса экологических проблем. Основным способом решения проблем является включение отходов в производственный оборот, т.е. перевод отходов в категорию сырья и осуществление комплексной переработки угля [1].

Выделяют четыре уровня комплексной переработки твердого минерального сырья. Во-первых, собственно выделение из сырья концентрата, содержащего один или несколько основных ценных компонентов. Во-вторых, дополнительное выделение методами обогащения самостоятельных концентратов, не являющихся основными для данной подотрасли. Так, примером могут служить извлечение молибденового концентрата из медно-молибденовых руд, медного и висмутового – из вольфрам-молибденовых руд, баритового, флюоритового, полевошпатового – из руд цветных металлов. Существует метод извлечения элементов-спутников, не образующих самостоятель-



**НОЦ
КУЗБАСС**

Научно-образовательный
центр «Кузбасс»

ных минералов (редких и рассеянных элементов), из концентратов обогащения химико-металлургическими методами или комбинированной переработкой полезных ископаемых. Таким образом, например, получают Se и Te из сульфидов; галлий – из глинозема; германий – из угля; платиноиды – из медно-никелевых руд. Отходы обогащения используются для получения строительных материалов, удобрений и другой попутной продукции (например, щебня, песка, гравия из хвостов обогатительных фабрик; шлаковаты, фосфорных удобрений из доменных шлаков; серной кислоты из газов цветной металлургии) [2].

При комплексной переработке необходим детальный анализ вещественного состава полезных ископаемых, продуктов обогащения и химико-металлургической переработки. На основе такого анализа рассчитывается баланс распределения полезных компонентов по продуктам переработки и разрабатывается технология их рационального извлечения.

Целесообразность выделения соответствующих компонентов определяется технико-экономическими условиями: наличием производственных мощностей, потребностью в данном виде продукции, возможностью транспортировки, наличием средств для строительства установок и технологических узлов, себестоимостью производства и т.д.

Комплексная переработка – важнейший принцип всех минерально-сырьевых отраслей промышленности. В цветной металлургии комплексная переработка позволяет получать попутную продукцию, общая стоимость которой составляет около 30% товарного выпуска отрасли, извлекать около 70 элементов в виде 700 различных видов продукции. Из них на обогатительных фабриках выпускается 30 видов концентратов, являющихся попутной продукцией.

В то же время редкоземельные металлы (РЗМ) являются важными компонентами многих современных электронных устройств, сырьем для наукоемких отраслей промышленности. Использование РЗМ говорит об уровне инновационного развития конкретного производства. Однако их добыча или обогащение – сложное и дорогостоящее занятие. С другой стороны, РиРЗМ станут незаменимыми в процессе перехода государств к более современным технологиям, в основе которых будут лежать био- и нанотехнологии, атомная и космическая промышленность, а также «зеленая энергетика». Именно поэтому такие элементы считаются стратегическими, их наличие в стране необходимо для обеспечения национальной безопасности [3].

По оценкам экспертов, за последние 40 лет производство РЗЭ увеличилось более чем в 11 раз, причина этого – бурное развитие технологий: если в 1980 г. во всем мире добывалось примерно 25 тыс. т этих металлов, то в 2021 г. – 280 тыс. т.

На данном этапе развития монополистами на рынке производства РиРЗМ являются США и Китай. В СССР промышленная добыча в 1950-х гг. велась на территории Киргизии, Эстонии, Казахстана и Украины. После распада СССР Россия фактически лишилась редкоземельной промышленности – из девяти предприятий остался лишь Соликамский магниевый завод, который производит карбонаты

и оксиды лантана, неодима, церия, прометия, гадолиния, европия. Добыча же ведется на Ловозерском месторождении в Мурманской области. Промышленное освоение месторождений Якутии так и не было завершено, в первую очередь, из-за суровых погодных условий. Все вышесказанное определяет актуальность комплексной переработки отходов угледобычи и углепереработки с выделением редких и редкоземельных элементов [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Технология извлечения редких и редкоземельных элементов отработана на отходах углеобогащения ЦОФ «Березовская».

После попадания на фабрику уголь дробят, классифицируют и подают на обогащение. Технологическая схема фабрики включает в себя следующие обогатительные операции:

- обогащение угля класса +13 мм в тяжелосредних сепараторах в магнетитовой суспензии плотностью 1800 кг/м³ с выделением двух продуктов: микста и отходов;
- обогащение микста в тяжелосредних сепараторах в магнетитовой суспензии плотностью 1500-1700 кг/м³ с выделением концентрата и отходов;
- обогащение угля класса 2-13 мм в отсадочных машинах с выделением двух продуктов: концентрата и отходов;
- обогащение угля класса 0,2-2 мм методом флотации с выделением двух продуктов: концентрата и отходов.

Таким образом, на ЦОФ «Березовская», в зависимости от марки обогащаемого угля, образуются пять видов отходов:

- БФ-1 – отходы фильтр-прессового отделения;
- БФ-2 – промпродукт стадии отсадки;
- БФ-3 – промпродукт стадии тяжелосредней сепарации;
- БФ-4 – порода тяжелосредней сепарации;
- БФ-5 – порода стадии отсадки.

Выбор условий извлечения РиРЗЭ напрямую зависит от формы их нахождения в отходах. О формах нахождения РЗЭ в угольных отходах можно судить только по косвенным данным (характер корреляции с зольностью или с золаобразующими элементами) и по данным, полученным путем селективного выщелачивания или посредством прямого микросондового анализа минеральных фаз и угольных мацералов. Эти данные показывают, что РЗЭ могут находиться, по меньшей мере, в трех-четырёх формах:

- кластогенной и аутигенной силикатной в виде изоморфной примеси в цирконах (и реже в других минералах, таких, как полевые шпаты и цеолиты) или сорбированной на глинистом веществе;
- кластогенной и аутигенной фосфатной (монацит, ксенотим и др.);
- аутигенной форме фтор-карбонатов (бастнезита);
- органической.

Доказано, что РЗЭ в углях находятся в фосфатной форме – в виде монацита и ксенотима.

Гравитационное фракционирование кузнецких углей показало накопление РЗЭ в золе малозольных фракций с плотностью 1,3-1,4 г/см³. Сделав простые расчеты (содержания РЗЭ во вмещающих породах использовано для оценки вклада терригенной золы), томские геологи заключили, что на органическую форму РЗЭ в целом для углей свиты приходится от 53 до 65% валового содержания РЗЭ, а в некоторых случаях даже до 72%. Вместе с тем авто-

ры отмечают «синхронный характер распределения РЗЭ и фосфора в золах фракций углей». Таким образом, можно допустить, что в действительности основной формой нахождения РЗЭ является микроминеральная фосфатная форма РЗЭ, которая не вскрывается при обычном помолу углей для фракционирования. Вместе с тем не вызывает сомнения, что эта форма – не первичная, а первичной была органическая форма. Очевидно, что в ходе «созревания» угля произошла трансформация [7].

Отходы ЦОФ «Березовская» содержат разное количество остатков угля и, в зависимости от марки обогащаемого угля, зольность их, согласно проведенным исследованиям, может варьироваться от 40% (для промпордукта) до 90% (для пустой породы). При этом очевидно, что РиРЗЭ в отходах находятся в прочно связанном состоянии и прежде всего необходимо перевести их в раствор.

Исследован элементный и фазовый состав двух партий отходов углеобогащения ЦОФ «Березовская» и золы от их сжигания. Выполнены следующие виды анализов:

1) оптико-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на спектрометре iCAP 6500 DUO (определение микрокомпонентов);

2) оптико-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой iCAP 7400 Duo (определение макрокомпонентов). Анализы на содержание РиРЗЭ проводились методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) в комплекте с оборудованием для пробоподготовки на квадрупольном масс-спектрометре низкого разрешения Agilent 7500 сх, в работе использовались многоэлементные и одноэлементные растворы;

3) рентгенофазовый анализ производился на дифрактометре X'PERT PRO фирмы PANalytical. Рентгенограммы снимались с шагом около 0,02 в интервале 3-60 град. 2 θ с вращением 30 об./мин и выдержкой 0,1 с в точке). Эксперимент выполнен при стандартных условиях с использованием CuK α -излучения. Напряжение на трубке – 40 кВ, ток – 30 мА.

В ходе анализа выявлено, что в отходах углеобогащения ЦОФ «Березовская» (в сравнении с подобными показателями для углей) выявлены промышленно значимые концентрации Yb (превышение в 2-3 раза), Ba (в 100-200 раз), Y (в 2-3 раза), Zr (в 2 раза), Nb, Au (в 5-50 раз), Pt (в 10 раз), Pd (в 2 раза), Ti (в 1,5 раза). То есть указанные элементы содержатся в отходах в концентрациях, пригодных для извлечения без дополнительного обогащения. Сравнивая содержания РиРЗЭ в отходах разных партий, можно сделать вывод, что содержание Ti превышает промышленно значимую концентрацию и примерно одинаковое и в первой, и во второй партии, также отмечено превышение промышленно значимых концентраций Ba во второй партии в большей степени, чем в первой. Zr и Nb больше в отходах второй партии, кроме того, в отходах второй партии повышенное содержание драгоценных металлов, особенно Au. Что касается РЗЭ, то их содержание примерно одинаковое как в обеих партиях отходов, так и по разным видам отходов. Среднее содержание лантаноидов в отходах значительно ниже промышленно значимых концентраций. Следует отметить превышение содержания Er от промышленно значимой кондиции в обеих партиях. Близ-

ки к промышленно значимым значениям концентрации V и Ga. Остальные элементы без предварительного концентрирования выделить будет проблематично.

В озолонных отходах ЦОФ «Березовская» (в сравнении с золами углей), выдержанных в среде кислорода при температуре 1000°C, выявлены промышленно значимые концентрации Pt, Pd, Au. Близки к промышленно значимым значениям концентрации Yb, Rb, Y. Термически обработанные отходы имеют более высокое содержание макрокомпонентов и иной минералогический состав относительно исходных образцов. При этом озолонение отходов не приводит к значительному концентрированию элементов, поэтому предварительный обжиг сырья можно исключить.

Во второй партии отходов, по сравнению с первой, достаточно мало соединений железа. При прокаливании сидерит, содержащийся в отходах, превращается в гематит. Содержание кремния примерно одинаковое в отходах одних и тех же стадий обогащения. В отходах второй партии содержание алюминия больше, чем в первой, примерно на 4%. Также отметим, что содержание кальция в отходах фильтр-прессового отделения второй партии в два раза больше, чем в первой, в то же время в промпордукте первой партии достаточно высокое содержание кальция (даже больше, чем у железа) и составляет около 9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, очевидно, что содержание РиРЗЭ в двух партиях отходов ЦОФ «Березовская» достаточно низкое и даже суммарно не достигает промышленно значимых значений. Но, учитывая их высокую стоимость и необходимость для высокотехнологичных отраслей экономики, очевидна необходимость вовлечения этих компонентов в комплексную переработку отходов. Также при комплексной переработке может быть целесообразно извлечение золота и платиноидов из флотационных отходов (до 50 раз превышены промышленно значимые концентрации), а также возможно попутное получение оксида титана(IV), сырья для алюминиевой промышленности, которое в данный момент также является ценным и дефицитным.

Решение о пригодности отходов для использования должно приниматься на основании исследования элементного и фазового состава. Непригодные для извлечения микрокомпонентов отходы могут быть использованы для получения сырья для производства стройматериалов, низкочольные отходы могут применяться в энергетических целях. Также из отходов можно извлекать макрокомпоненты, например магнитную фракцию.

Список литературы • References

- Щадов В.М. Переработка углей в России в XXI веке // Уголь. 2007. № 8. С. 28-31. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082007pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
Shchadov V.M. Coal processing in Russia in the XXI century. *Ugol'*. 2007;(8):28-31. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082007.pdf> (accessed 15.04.2024). (In Russ.).
- Анисимова А.Б. Глубокая и комплексная переработка минерального сырья: определение и экономический смысл // Вестник Евразийской науки. 2019. № 6. С. 1-10.

- Anisimova A.B. Deep and complex processing of mineral raw materials: definition and economic meaning. *Vestnik Evrazijskoj Nauki*. 2019;(6):1-10. (In Russ.).
3. Утилизация отходов добычи и переработки угля / В.Н. Фрянов, В.В. Севастьянов, А.Е. Родионов и др. Новокузнецк, 2000. 55 с.
 4. ИТС 24-2017 Производство редких и редкоземельных металлов. М.: Бюро НДТ, 2017. 210 с.
 5. Выделение концентратов редких и редкоземельных элементов из золошлаковых отходов Кузбасса / Т.Г. Черкасова, И.В. Исакова, А.В. Тихомирова и др. // Вестник КузГТУ. 2021. № 2. С. 35-39.
Cherkasova T.G., Isakova I.V., Tikhomirova A.V. et al. Isolation of concentrates of rare and rare-earth elements from ash and slag wastes of Kuzbass. *Vestnik KuzGTU*. 2021;(2):35-39. (In Russ.).
 6. Определение промышленно значимых кондиций редких элементов в золошлаковых отходах Кузбасса / Т.Г. Черкасова, И.В. Исакова, А.В. Тихомирова и др. // Вестник КузГТУ. 2021. № 5. С. 37-44.
Cherkasova T.G., Isakova I.V., Tikhomirova A.V. et al. Determination of industrially significant conditions of rare elements in ash and slag wastes of Kuzbass. *Vestnik KuzGTU*. 2021;(5):37-44. (In Russ.).
 7. Зоря В.Н. Исследование техногенных отходов черной металлургии, в том числе отходов от обогащения и сжигания углей, и разработка технологий их переработки: дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.07. Зоря Вячеслав Николаевич; СибГИУ; науч. рук. Е.П. Волынкина. Новокузнецк, 2015. 207 с.
 8. Максимова А.М. Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8. № 5. С. 1-11. Maksimova A.M. Extraction of rare and rare earth metals from man-made objects as a way to rational development of the subsoil. *Internet-zhurnal "Naukovedenie"*. 2016;8(5):1-11. (In Russ.).
 9. Некоторые физико-химические характеристики отходов углеобогатительного предприятия ПАО ЦОФ «Березовская» / Т.Г. Черкасова, М.О. Пилин, Д.А. Баранцев и др. // Уголь. 2023. № 6. С. 80-84. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-80-84.
Cherkasova T.G., Pilin M.O., Barantsev D.A., Tikhomirova A.V. Some physical and chemical characteristics of waste products of the Berzovskaya Central Concentrating Mill. *Ugol'*. 2023;(6):80-84. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-80-84.
 10. Юдович Я.Э., Кетрис Л.П. Ценные элементы-примеси в углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 538 с.

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

Authors Information

Cherkasova T.G. – Doctor of Chemistry Sciences, Professor, Scientific Supervisor of Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

Tikhomirova A.V. – PhD (Chemistry), Associate Professor, Associate Professor of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: tav.htnv@kuzstu.ru

Pilin M.O. – Senior Lecturer of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: pilinmo@kuzstu.ru

Barantsev D.A. – Assistant of Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: kemche@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Технологии опережающих очистных скважин для угольных предприятий: тенденции и перспективы*

Technologies of pilot longhole drilling in coal mining: trends and prospects

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-59-64>

В статье приводится анализ мировых трендов патентования в области технологий опережающих очистных скважин для угольных предприятий, проведенный на глубину 10 лет. Недостаточно очищенные сточные воды угольных предприятий являются источником загрязнения природной среды. Надежное и эффективное их удаление является одной из важных проблем современной науки и технологий, от решения которой зависит предотвращение возрастающего загрязнения почв, поверхностных и подземных вод. Основные решения проблемы отходов связаны с уменьшением их количества, которое зависит от технологии производства, способов их очистки, обезвреживания и утилизации. Поскольку разработка инновационного проекта направлена на получение новой технологии по очистке сточных вод угольных предприятий, оценка патентоспособности инновационных технических решений, полученных в процессе выполнения научных проектов, является одной из важных задач патентной аналитики. Защита объектов интеллектуальной собственности играет ключевую роль в продвижении новых технологий на внутреннем и международном рынках.

Ключевые слова: патентная аналитика, патентный ландшафт, патентная стратегия, угольные предприятия, добыча угля, очистка сточных вод, промышленные отходы.

Для цитирования: Михайлова Е.С., Иванова Л.А. Технологии опережающих очистных скважин для угольных предприятий: тенденции и перспективы // Уголь. 2024;(5):59-64. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-59-64.

МИХАЙЛОВА Е.С.

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

ИВАНОВА Л.А.

Канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной безопасности КемГУ, 650000, г. Кемерово, Россия, e-mail: lyuda_ivan@mail.ru

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



Abstract

The article analyzes global trends in patenting in the field of pilot longhole drilling technologies in coal mining for a period of 10 years. Insufficiently treated wastewater from coal mining operations is a source of environmental pollution. Its reliable and efficient disposal is one of the important challenges of modern science and technology, which solution will prevent increasing pollution of soils, surface and ground waters. The main solutions to the problem of wastes are related to reducing their amount, which depends on the production technology, as well as their treatment, neutralization and disposal methods. Since the development of the innovative project is aimed at obtaining a new technology for wastewater treatment at coal mining operations, assessment of patentability of the innovative technical solutions generated as part of scientific projects is one of the important tasks of the patent analytics. Protection of intellectual property items plays a key role in promoting new technologies in the domestic and international markets.

Keywords

Patent analytics, Patent landscape, Patent strategy, Coal companies, Coal mining, Wastewater treatment, Industrial waste.

For citation

Mikhaylova E.S., Ivanova L.A. Technologies of pilot longhole drilling in coal mining: trends and prospects. *Ugol*. 2024;(5): 59-64. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-59-64.

Acknowledgements

The research was carried out as part 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. 1144p of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022, with financial support by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation, Agreement No. 075-15-2022-1201 as of September 30, 2022.

ВВЕДЕНИЕ

Инновационные разработки – это ключевая основа перспективных направлений в реализации технологий очистки сточных вод. Для получения необходимой правовой защиты принятых технологических решений обязательным является получение охранных документов как на отдельные технологические решения, так и на разработанную технологию в целом [1]. Разработка инновационного проекта направлена на выпуск новой продукции, оценку патентоспособности новых технических решений, разработанных в процессе выполнения инновационного проекта, является одной из важных задач патентной аналитики для защиты данных решений как объектов интеллектуальной собственности [2].

Особое значение в загрязнении природной среды имеют промышленные сточные воды, в том числе предпри-

ятий угольной промышленности. На сегодняшний день проблема очистки сточных вод, сбрасываемых в водоемы, до нормативных значений, практически не решена. Наиболее актуальной в контексте исследования является проблема утилизации шахтных и карьерных, а также поверхностных (ливневых) вод ввиду высокого объема их производства при добыче угля открытым способом.

Шахтные и карьерные воды в своем составе содержат взвешенные вещества (неорганическую пыль) от проведения буровзрывных, вскрышных и добычных работ; нитриты и нитраты, образующиеся при подрыве взрывчатых веществ; нефтепродукты от разлива масел, топлива, эмульсии; железо, образующееся в результате окисления металлических конструкций, частей оборудования и пирита, который зачастую встречается во вмещающих породах. Особенностью карьерных сточных вод является их большой объем, формирующийся за счет подземного, грунтового и поверхностного стока.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Обезвреживание, очистка и ликвидация сточных вод являются сложнейшей задачей вследствие разнообразия состава и их огромного количества. Ликвидация отходов может осуществляться путем их складирования на поверхности земли в специальных бассейнах-шламонакопителях, хвостохранилищах, отстойниках, испарителях и т.д. При этом отчуждаются значительные площади земель, происходит загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферы. В этой связи представляет интерес ликвидация наиболее загрязненных сточных вод путем их подземного захоронения [3].

Подземное захоронение стоков относится к вынужденным мерам и имеет ограниченное применение, подходит для захоронения небольших количеств сильнозагрязненных сточных вод, не подлежащих дополнительной очистке и утилизации. В связи с этим перед принятием решения о захоронении сточных вод необходимо обоснованно и профессионально аргументированно доказать отсутствие способов очистки данных сточных вод, поскольку сточные воды, которые могут быть очищены или утилизированы, не должны подлежать методам подземного захоронения [4].

Объектами патентного поиска являются технологии опережающих очистных скважин для угольных предприятий. Весь массив патентных документов в рассматриваемой области составил 81 патентную публикацию, объединенную в 38 патентных семействах. Рассматриваемый массив публикаций включает в себя 47 заявок, 31 патент на изобретения и три патента на полезные модели.

На *рис. 1* представлен комбографик динамики изобретательской активности, построенный по генерализованной коллекции на основании данных о датах приоритета, публикации патентных документов и выдачи патентов.

Общая активность заявителей в рассматриваемой области характеризуется положительной динамикой показателя числа патентных публикаций, в период с 2013 по 2018 г. ежегодно были опубликованы 4-6 патентных документов, относящихся к техническим решениям в об-

ласти опережающих очистных скважин. С 2019 г. выявлен значительный прирост числа публикаций, обусловленный появлением новых разработок в 2017-2018 гг. и выведением их на рынок.

Динамика появления новых разработок (число патентных семейств) в анализируемой предметной области носит эпизодический характер. Так, после появления пяти патентных семейств в 2012 г. в области сохранялась единичная изобретательская активность до 2017 г., когда показатель патентных семейств достиг уровня 2012 г. В последующем периоде, за исключением спада в 2019 г., показатель патентных семейств сохранялся на уровне 4–5 семейств в год, и только в 2022 г. данный показатель увеличил значение до восьми семейств. Ограниченное число патентных семейств в генерализованной коллекции не позволяет достоверно выявить тенденцию к росту интереса заявителей в предметной области, однако рост числа новых патентных семейств в 2022 г. может быть с этим связан.

Одним из ключевых моментов проведения патентной аналитики является исследование правового статуса патентных документов, которое имеет целью оценить заинтересованность заявителей в развитии технологической области (соотношение числа поданных и отозванных заявок) и зрелость области (соотношение числа выданных – в данном случае к ним отнесены семейства, содержащие хотя бы один действующий документ, – и прекративших действие патентов) [5]. В рамках исследования правовые статусы были рассмотрены как для общей

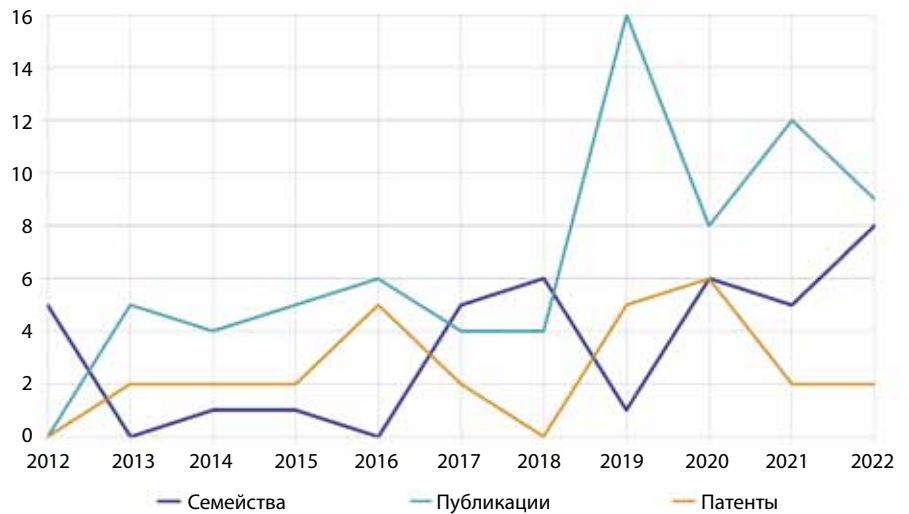


Рис. 1. Общая динамика изобретательской активности
Fig. 1. General dynamics of the inventive activities

коллекции, так и для российских и зарубежных патентных документов на отдельных графиках (рис. 2).

Правовой статус генерализованной коллекции характеризуется преобладанием действующих патентных семейств. Из них действующие патенты имеют 58% патентных семейств, а 24% находятся на стадии рассмотрения первой патентной заявки.

Доля недействующих патентных семейств в генерализованной коллекции невелика: 10% составляют семейства, патенты в которых прекратили действие, и 8% – семейства с отозванными заявками.

Правовой статус российской коллекции патентных документов характеризуется наличием патентных семейств с действующими патентами, однако объемы патентования в России по технологическому направлению, по срав-

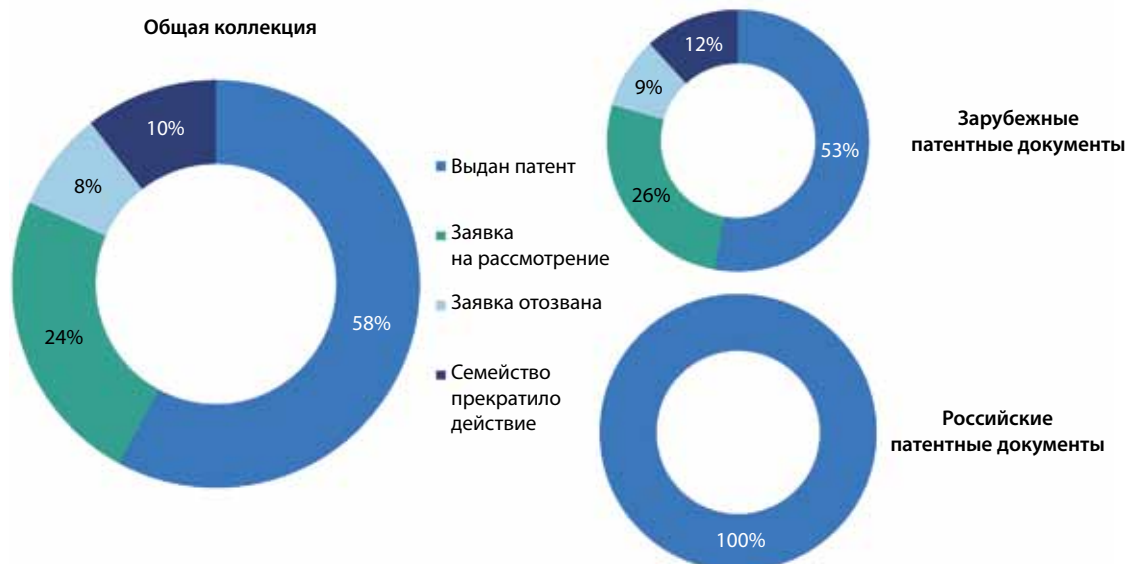


Рис. 2. Правовой статус российских и зарубежных патентных документов с учетом делопроизводства
Fig. 2. The legal status of the Russian and foreign patent documents with account of the records management

нению с мировым уровнем, крайне незначительны – четыре патентных семейства из 38 имеют приоритет в Российской Федерации.

Принимая во внимание возможную зрелость предметной области, выявленную в ходе исследования динамики изобретательской активности, анализ правовых статусов указывает на заинтересованность в развитии технологий опережающих очистных скважин со стороны ограниченного числа заявителей, которые в большинстве случаев преодолевают барьеры, связанные с высоким уровнем техники.

Наибольшее число публикаций в коллекции имеет семейство китайской корпорации CHN Energy. Семейство с номером базовой публикации US20150337660 имеет девять публикаций, включая патент Российской Федерации с номером RU2567564.

Патентное семейство US20150337660 с наибольшим числом патентных публикаций также является семейством с наиболее высоким комплексным показателем «силы» – 4,05, рассчитанным по методологии ИПС Questel Orbit Intelligence на основании количественных и качественных показателей патентных семейств. Патентное семейство принадлежит CHN Energy совместно с China University of Mining and Technology, наиболее ранняя дата приоритета 28.04.2012.

Патентное семейство включает публикации в США, России, Австралии, ЮАР и ВОИС. Примечательно, что несмотря на то, что правообладателями являются организации из Китая, а приоритет в заявках устанавливается по заявкам Китая, семейство не имеет публикаций в Китае. Таким образом, стратегия патентования явно указывает на намерения заявителей вывести разработку на зарубежные рынки, в особенности те, где развита сфера добычи угля: США, Австралия, ЮАР и Россия.

Патент РФ № 2567564 описывает способ распределенного хранения и использования грунтовых вод в шахте. Согласно способу выполняют следующие шаги, приведенные на *рис. 3* [6].

Зависимые пункты формулы изобретения расширяют конфигурацию разработанной системы для управления водными ресурсами в районах угледобычи. В частности, в способ включается шаг, на котором водосборники оснащают каналом подачи воды, связанным с поверхностью земли, для откачки шахтных грунтовых вод и их использования при необходимости. Кроме того, предусмотрено проведение геологоразведки до и во время угледобычи для сбора базовых геологических данных (текстура формаций, литологический состав каждой формации, механическая прочность пород, проницаемость пород и диапазон размеров выработок). Эти данные используются для выбора мест для водосборников и определения параметров очистных забоев и фильтрационных слоев. Дополнительные шаги могут предусматривать уплотнение и укрепление тоннелей, служащих водосборниками, а также меры по управлению уровнем воды, включая дренажные системы и водяные предохранительные клапаны.

Анализ наиболее распространенных индексов МПК, приведенный на *рис. 4*, позволяет сделать вывод об основных направлениях исследований и разработок в области технологий опережающих очистных скважин.

Патентная коллекция предметной области характеризуется наличием индексов из различных подклассов МПК, по мере возрастания детализации МПК возрастает разброс используемых индексов в коллекции. Так, в коллекции были выявлены патентные семейства с индексами, относящимися к 20 подклассам, 34 группам и 58 подгруппам МПК.

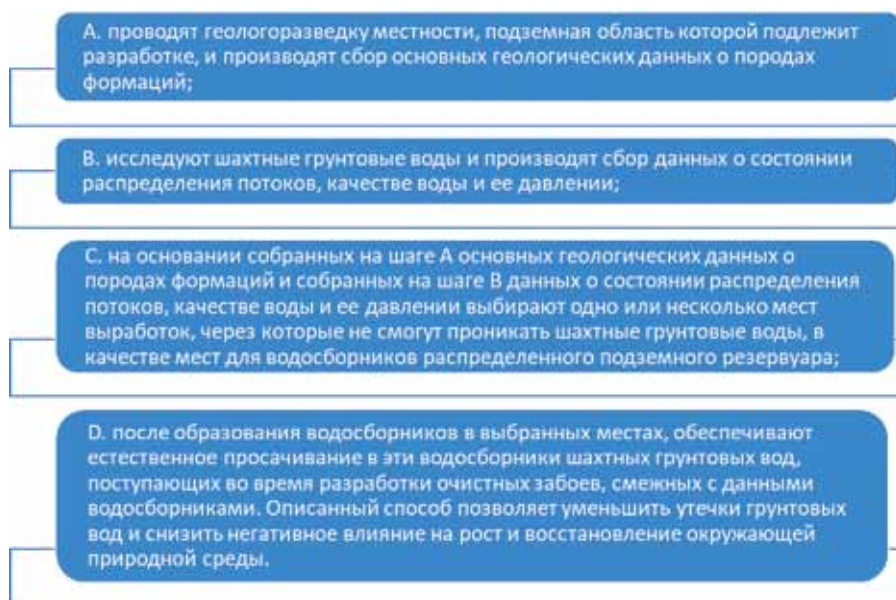


Рис. 3. Этапы распределенного хранения и использования грунтовых вод в шахте

Fig. 3. Stages of distributed storage and utilization of groundwater in the mine

Наиболее распространенным подклассом МПК в коллекции является E21F «Средства техники безопасности, транспорт, закладка выработанного пространства, оборудование для спасательных работ, вентиляция или дренаж рудников или туннелей», которым были отмечены 17 патентных семейств коллекции. Наибольшее число семейств внутри данного подкласса – 15 семейств были отмечены рубриками из группы E21F-017 «Различные не указанные выше способы и устройства, используемые в рудниках или туннелях», а шесть семейств – из группы E21F-016 «Дренаж». На уровне подгруппы МПК наиболее часто встречаются индексы без детализации (/00), а также индекс E21F-017/16 «Использование шахтных ходов или выработок для хранения, в частности жидкостей или газов», которым были отмечены 10 патентных семейств.

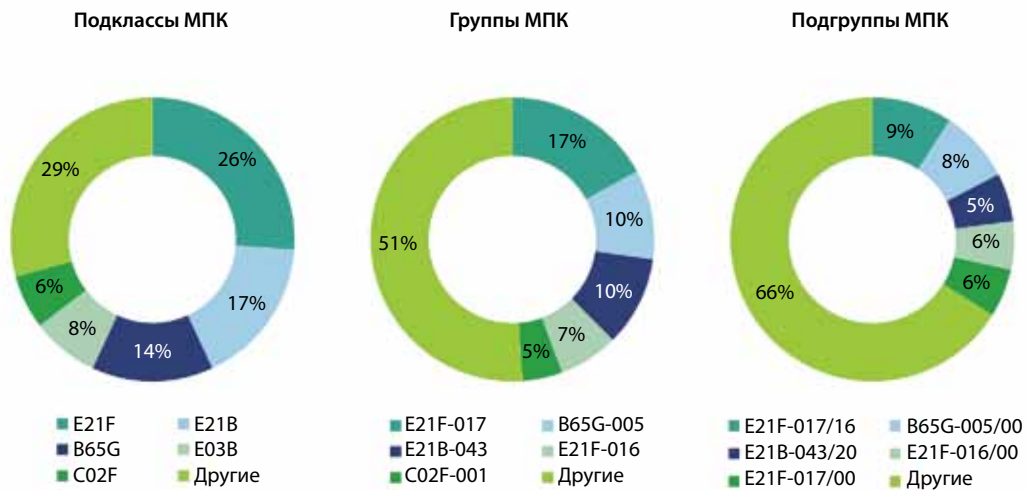


Рис. 4. Распределение патентных документов по основным рубрикам МПК
 Fig. 4. Distribution of the patent documents by the main IPC headings

Вторым по частоте использования в патентной коллекции является подкласс E21B «Бурение грунта или горных пород», которым отмечены 11 патентных семейств, из которых девять отмечены группой E21B-043 «Способы или устройства для добычи нефти, газа, воды, растворимых или плавких веществ или полезных ископаемых в виде шлама из буровых скважин». Наиболее распространенным индексом в данной группе является E21B-043/20 «Способы усиленной добычи для получения углеводородов вытеснением водой». Таким образом, разработки из данной подгруппы направлены на совместное решение технических задач, связанных с утилизацией сточных вод и с повышением коэффициента нефтеотдачи.

Третьим по распространенности подклассом МПК является подкласс B65G «Устройства для хранения или транспортировки, например конвейеры для загрузки или разгрузки опрокидыванием, конвейерные системы для магазинов или пневматические трубчатые конвейеры», индексами из которого отмечены девять патентных семейств. Все девять патентных семейств отмечены индексом без спецификации B65G-005/00 «Хранение жидкостей в естественных / природных / или искусственных впадинах или скважинах в земле» из одноименной группы.

Анализ наиболее распространенных индексов МПК позволяет сделать вывод об основных направлениях исследований и разработок в области технологий опережающих очистных скважин.

Схожий перечень способов утилизации сточных вод методом подземного захоронения представлен в научной публикации В.М. Гольдберга [8] (рис. 5).

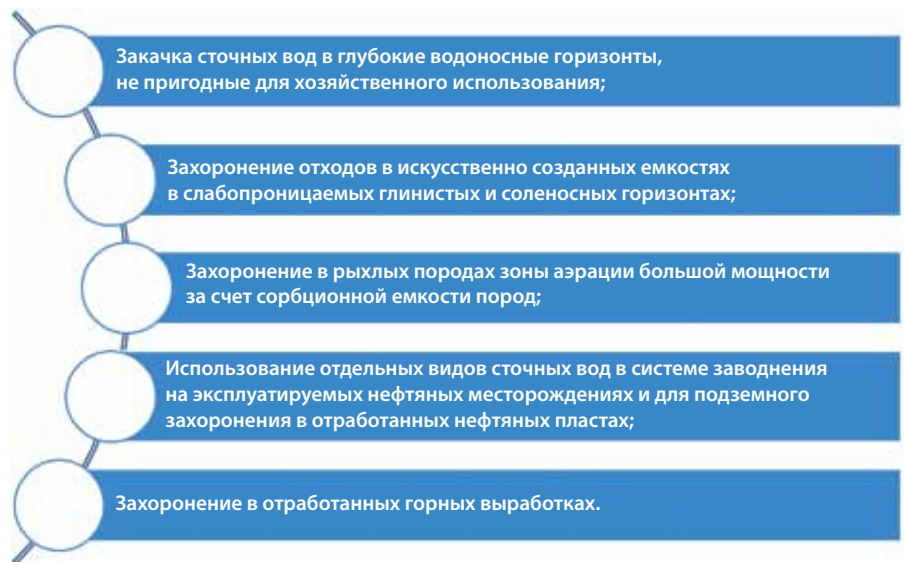


Рис. 5. Перечень способов утилизации сточных вод методом подземного захоронения

Fig. 5. A list of methods to dispose of wastewater through underground storag

Это может указывать на то, что общий подход к решению проблемы утилизации сточных вод в предметной области не изменился, а технические решения, описанные в патентных семействах генерализованной коллекции, направлены на решение частных технических проблем, возникающих при осуществлении утилизации сточных вод известными способами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ динамики патентной активности и правовых статусов патентных семейств в тематической области «Технологии опережающих очистных скважин для угольных предприятий» указывает на заинтересованность в развитии технологий опережающих очистных скважин со стороны ограниченного числа заявителей. Это связано с тем, что предметная область опережа-

ющих очистных скважин в контексте захоронения промышленных сточных вод развивается достаточно длительный период времени и могла достичь зрелости. Уровень техники, определяющий критерии патентоспособности технических решений, может выступать барьером при патентовании новых решений в предметной области, что, в свою очередь, приводит к небольшому размеру патентной коллекции.

Методология настоящих патентных исследований основывается на различных известных методиках построения патентных ландшафтов, в том числе на методиках ВОИС, направленных на разработку патентных ландшафтов. На этапе поиска использованы следующие информационно-поисковые системы (ИПС): ИПС Orbit Intelligence (Франция, Questel), ИПС Patentsight (Германия, LexisNexis) [9,10].

Список литературы • References

1. Михайлова Е.С., Тимошук И.В., Горелкина А.К. Методология построения патентных ландшафтов на примере очистки сточных вод угледобывающих предприятий // Уголь. 2023. № 10. С. 28-35. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-28-35.
Mikhaylova E.S., Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K. The methodology for constructing patent landscapes on the example of wastewater treatment of coal mining enterprises. *Ugol*. 2023;(10):28-35. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-28-35.
2. Котлов Д.В. Патентный ландшафт как средство поиска перспективных разработок в России и за рубежом // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2016. № 8. С. 43-48.
Kotlov D.V. Patent landscape as a means of searching for promising developments in the Russian Federation and abroad. *Intellectual'naya sobstvennost'. Promyshlennaya sobstvennost'*. 2016;(8):43-48. (In Russ.).
3. Гордиенко М.Е. Некоторые аспекты использования изолированных пластов горных пород для закачки сточных вод в качестве наилучших доступных технологий / Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 1. Вятский государственный университет; Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2018. С. 102-106.
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 47-2017 «Системы обработки (обращения) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности». Бюро НДТ: сайт. М.: 2017. URL: <https://burondt.ru/NDT/NDTDocsFileDownload.php?UrlId=1420> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Зеленкина Н., Павликова Д., Батанов Ф. Современная практика патентной аналитики // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2019. № 6. С. 15-24.
Zelenkina N., Pavlikova D., Batanov F. Contemporary situation in patenting analytics. *Intellectual'naya sobstvennost'. Promyshlennaya sobstvennost'*. 2019;(6):15-24. (In Russ.).
6. Патент RU2567564 «Способ распределенного хранения и использования подземных вод в шахте», дата публикации 2015-11-10, приоритет 2012-04-28, Заявитель CHN Energy (CN); China University of Mining and Technology (CN). URL: <https://patents.google.com/patent/RU2567564C1/en?q=2567564>.
7. Distribution of coal production worldwide in 2022, by major countries. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/> (дата обращения: 15.04.2024).
8. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П., Лукьянчикова Л.Г. Подземное захоронение промышленных сточных вод. М.: Недра, 1994. 282 с.
9. Orbit Intelligence. Questel. [Электронный ресурс]. [Патентная база данных]. URL: <https://www.orbit.com> (дата обращения: 15.04.2024).
10. WIPO [Электронный ресурс]. [Патентная база данных]. URL: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/search.jsf> (дата обращения: 15.04.2024)
11. Михайлова Е.С., Иванова Л.А. Технологии полного цикла очистки карьерных и поверхностных сточных вод для предприятий по добыче угля открытым способом: тенденции и перспективы // Уголь. 2023. № 9. С. 63-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-9-63-69.
Mikhaylova E.S., Ivanova L.A. Technologies of full-cycle treatment of pit and surface wastewater for open-pit coal mining operations: trends and prospects. *Ugol*. 2023;(9):63-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-9-63-69.

Authors Information

Mikhaylova E.S. – PhD (Chemistry), Head of the Department for the Implementation of a CSTP, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: e_s_mihaylova@mail.ru

Ivanova L.A. – PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: lyuda_ivan@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 29.02.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received February 29, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

UDC 622.85:622.271.45(574):550.814 © М.А. Осинцева✉,
В.А. Крюк, Е.А. Дюкова, Н.В. Булова, 2024

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия
✉ e-mail: k1marial@inbox.ru

UDC 622.85:622.271.45(574):550.814 © М.А. Osintseva ✉,
V.A. Kryuk, E.A. Dyukova, N.V. Burova, 2024

Kemerovo State University,
Kemerovo, 650000, Russian Federation
✉ e-mail: k1marial@inbox.ru

Изучение метода гидропосева как способа повышения приживаемости растений при проведении биологической рекультивации техногенно нарушенных земель*

Studying hydroseeding as a way to increase the survival rate of plants during the biological reclamation of technogenically disturbed lands

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-65-71>

Для оценки метода гидропосева семян многолетних трав при рекультивации техногенно нарушенных земель проведено его сравнение с традиционным методом посева на отвале угольного разреза. На опытном полигоне были созданы три участка с различными вариантами формирования корнеобитаемого слоя: с предварительной планировкой участка без нанесения дополнительных слоев, с планировкой и нанесением потенциально плодородного слоя (суглинка) и с нанесением дополнительного плодородного слоя почвы. Контроль результатов развития травяного покрова участков осуществлялся в течение более чем трех месяцев с периодичностью в две недели. Наблюдения за вегетацией посаженного материала проводили визуальным методом и посредством оценки нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI). Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что метод гидропосева семян многолетних трав при рекультивации техногенно нарушенных земель обладает высокой эффективностью и позволя-

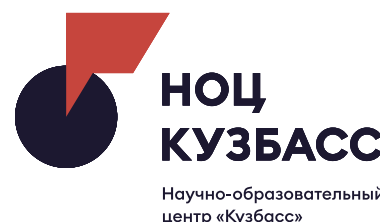
ОСИНЦЕВА М.А.

Канд. техн. наук, начальник управления
проектной деятельности
ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: k1marial@inbox.ru

КРЮК В.А.

Лаборант-исследователь
управления по реализации комплексной
научно-технической программы
ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: vika.kryuk.95@mail.ru

* Работа ведется в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р, 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 из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь – Зеленый Кузбасс»), мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации», при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-15-2022-1200 от 28.09.2022).



ДЮКОВА Е.А.

Младший научный сотрудник
лаборатории по созданию
посадочного материала
повышенной приживаемости ФГБОУ ВО
«Кемеровский государственный
университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: jeniadulova@mail.ru

БУРОВА Н.В.

Руководитель центра
ландшафтной архитектуры
ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: centr1a@mail.ru

ет достаточно быстро и с относительно невысокими затратами проводить работы по биологическому восстановлению почвенного покрова для дальнейшей высадки кустарников и деревьев.

Ключевые слова: открытая добыча угля, техногенный ландшафт, биологическая рекультивация, гидропосев, Кемеровская область – Кузбасс.

Для цитирования: Изучение метода гидропосева как способа повышения приживаемости растений при проведении биологической рекультивации техногенно нарушенных земель / М.А. Осинцева, В.А. Крюк, Е.А. Дюкова и др. // Уголь. 2024;(5):65-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-65-71.

Abstract

To evaluate hydroseeding of perennial grass seeds during the reclamation of technogenically disturbed lands, it was compared with the traditional method of sowing on a coal mine dump. At the experimental site, three areas were created with different options for the formation of the root layer: with preliminary planning of the area without applying additional layers, with planning and application of a potentially fertile layer (loam), and with the application of an additional fertile soil layer. The results of the grass cover development were monitored for more than three months at intervals of two weeks. Observations of the vegetation of the planted material were carried out using a visual method and by assessing the normalized relative vegetation index (NDVI). The research results allows to conclude that the method of hydroseeding for the reclamation of technogenically disturbed lands is highly effective and allows for the biological restoration of soil cover to be carried out quite quickly and at relatively low costs for the further planting of shrubs and trees.

Keywords

Open-pit coal mining, technogenic landscape, biological reclamation, hydroseeding, Kemerovo region – Kuzbass.

For citation

Osintseva M.A., Kryuk V.A., Dyukova E.A., Burova N.V. Studying hydroseeding as a way to increase the survival rate of plants during the biological reclamation of technogenically disturbed lands. *Ugol'*. 2024;(5):65-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-65-71.

Acknowledgements

The research is carried out within the framework of Order No. 1144p of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022 as part 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 ("Clean Coal – Green Kuzbass") Activity 3.1 "Eco testing area of world-class reclamation and remediation technologies", with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-15-2022-1200 as of 28.09.2022).

ВВЕДЕНИЕ

Кемеровская область является лидером угольной промышленности, обеспечивая около половины российской угледобычи и 70% экспорта угля. Только в 2022 г. добыча угля составила 223,3 млн т, это 50,8% всего добываемого угля в стране [1]. Несмотря на мировую тенденцию к переходу на возобновляемые источники энергии, добыча и потребление угля растут [2].

Открытый способ добычи угля является одним из наиболее экономически выгодных, так как разработка угольных карьеров обходится в 2-3 раза дешевле, чем строительство, обустройство и работа шахт. К тому же, открытый способ добычи намного безопаснее.

Безусловно, открытый способ добычи угля имеет свои недостатки. Разработка разрезов наносит заметный вред экосистеме близлежащих территорий. Например, после завершения разработки на месте карьера остается огромная площадь с технологически измененным рельефом, практически ли-

шенная растительности. Для снижения негативных последствий необходима рекультивация поврежденных территорий [3, 4].

Рекультивация земель после открытой добычи угля включает в себя целый комплекс работ [5]. На подготовительном этапе необходимо провести комплексную геоэкологическую оценку техногенно нарушенных горными работами земель [6] и подготовить рабочую документацию.

На этапе технологической рекультивации частично восстанавливается нарушенный рельеф, создается пригодный для следующего биологического этапа почвенный покров и проводятся мелиоративные работы [7].

Целями финального этапа биологической рекультивации являются возобновление процесса почвообразования, повышение способности почвы к самоочищению, воспроизведение биологических балансов и восстановление техногенно нарушенной экосистемы [8, 9].

Одной из проблем создания растительного покрова на участках, оставшихся после разработки угольных карьеров, является сложный рельеф с большим количеством склонов и откосов, возникающих в результате технического террасирования территории. Возможным способом решения данной проблемы является использование технологии гидропосева – метода, существующего уже более полувека [10]. В ряде случаев такой метод более эффективен, чем традиционный посев [11]. При гидропосеве специальная жидкая смесь семян травы, мульчи, гидрогеля, удобрений, биостимуляторов и красителя равномерно распределяется по поверхности засеиваемой территории с помощью гидросеялки. Природный краситель позволяет равномерно распределить смесь по поверхности, а гидрогель закрепляет семена на поверхности, препятствуя их удалению ветром или дождевыми потоками.

Целью данного исследования является сравнение эффективности формирования травяного покрова при гидропосеве и традиционном посеве на опытных участках для проведения работ по рекультивации отвала угольного разреза.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводились в рамках федеральной комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

Экспериментальные участки для проведения исследований расположены на отвале угольного разреза в районе села Большая Талда Прокопьевского района Кемеровской области – Кузбасса.

Предварительно на территории полигона был проведен горнотехнический этап согласно утвержденному проекту рекультивации. Для проведения комплексных исследований были созданы три участка с различными вариантами формирования корнеобитаемого слоя с применением различных почвоулучшителей и мелиорантов.



Рис. 1. Расположение экспериментальных участков на научно-техническом полигоне
Fig. 1. Location of experimental areas at the testing site

На участке 1 было осуществлено послойное нанесение потенциально плодородных пород мощностью не менее 100 см и плодородного слоя почвы мощностью не менее 50 см. Почвенный покров представлен гумусогенным дифференцированным техноземом.

На участке 2 произведена отсыпка литогенным недифференцированным техноземом (глинозем) мощностью не менее 100 см.

Участок 3 сформирован на поверхности спланированного отвала, почвообразующий субстрат которого представлен смесью вскрышных и вмещающих пород, слагающих тело отвала.

На основе околосъемной аэрофотосъемки была осуществлена привязка координат участка на местности и разработана цифровая модель экологического полигона, предоставляющая возможность определять его морфометрические характеристики [12]. Геодезические измерения выполнялись с применением поверенных спутниковых мультисистемных двухчастотных геодезических приемников PrinCE i90. Анализ морфологических характеристик экспериментальных участков позволил разбить их на сектора, отличающиеся формами рельефа (рис. 1).

Сравнение результатов создания травяного покрова методами гидропосева и традиционного сухого посева проводилось с использованием секторов 1.1.1, 2.1.1, 3.1.1 и 1.2.2, 2.2.2, 3.2.2. На всех участках в схему эксперимента введена обработка семян многолетних трав комплексом ризосферных бактерий [13]. Биопрепаратом обрабатывалась половина площади гидропосева. Видовой и количественный состав смесей высаживаемых семян представлен в табл. 1.

В качестве критериев для предварительной оценки проведенных на экспериментальных участках работ по биологической рекультивации в зависимости от задач и условий каждого эксперимента использовали приживаемость растений, прирост биомассы и проективное покрытие участков.

Наблюдения за вегетацией посаженного материала проводили визуальным методом и посредством оценки нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI) [14] с периодичностью примерно один раз в две недели. Отклонения от двухнедельных интервалов наблюдения были вызваны погодными условиями.

Состав смесей семян трав, высаженных на экспериментальных участках

Composition of grass seed mixtures planted in experimental areas

Секторы 1.1.1, 2.1.1, 3.1.1	Сектор 1.2.2
Овсяница красная <i>Festuca rubra</i> 7%	Овсяница луговая <i>Festuca pratensis</i> 23%
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i> 7%	Клевер белый <i>Trifolium repens</i> 10%
Донник желтый <i>Melilotus officinalis</i> 7%	Люцерна синегибридная <i>Medicago sativa</i> 23%
Пырей ползучий <i>Elymus repens</i> 7%	Мятлик луговой <i>Poa pratensis</i> 10%
Фестулолиум <i>Festulolium</i> 7%	Люпин многолетний <i>Lupinus perennis</i> 34%
Тимофеевка луговая <i>Phleum pratense</i> 10%	Сектор 2.2.2
Житняк гребенчатый <i>Agropyron cristatum</i> 7%	Овсяница луговая <i>Festuca pratensis</i> 10%
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i> 7%	Тимофеевка луговая <i>Phleum pratense</i> 10%
Клевер белый <i>Trifolium repens</i> 7%	Клевер белый <i>Trifolium repens</i> 50%
Люпин многолетний <i>Lupinus perennis</i> 13%	Люцерна синегибридная <i>Medicago sativa</i> 30%
Эспарцет песчаный <i>Onobrychis arenaria</i> 7%	Сектор 3.2.2
Вика яровая <i>Vicia sativa</i> 7%	Овсяница луговая <i>Festuca pratensis</i> 10%
Люцерна синегибридная <i>Medicago sativa</i> 7%	Тимофеевка луговая <i>Phleum pratense</i> 10%
	Клевер белый <i>Trifolium repens</i> 10%
	Люцерна синегибридная <i>Medicago sativa</i> 10%
	Солянка Комарова <i>Salsola komarovii</i> 10%

Для оценки объектов путем визуального наблюдения на рекультивируемых участках, согласно методике, проводили фотофиксацию на расстоянии 0,30-0,45 м, после чего делали срез травостоя для определения его густоты. Также снимали биометрические параметры растительного покрова.

Индекс NDVI представляет собой числовой показатель актуального качества и количества растительности на заданном участке, который определяется путем сравнения интенсивности поглощения красного света и отражения ближнего инфракрасного света растениями. Здоровые растения имеют свойство поглощать красный свет и отражать ближний инфракрасный свет. Возможные значения индекса лежат в диапазоне от -1 до +1. В табл. 2 представлен выбранный для данного исследования условный вариант значений NDVI-индекса для оценки растительной биомассы на рекультивируемом объекте.

На основе аэрофотоснимков с использованием RGB-камеры выполнялось построение цифровых ортофотопланов, карт высот, цифровых моделей местности (рельефа) в виде плотных облаков точек. Построение карт NDVI выполнялось на основе мультиспектрального анализа снимков.

В секторе 1.1.1 произведен гидропосев смеси трав 25.07.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности, нанесе-

нии слоя потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы. Средний уклон сектора составил 9,4°. Сектор характеризуется наличием относительно ровной поверхности после проведения планировочных работ. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 72 дня.

Визуальная оценка всхожести трав показала несколько более высокое значение для семян с предварительной обработкой биопрепаратом (65%) по сравнению с необработанными семенами (55%). Высота травяного покрова к концу периода наблюдения в среднем составила 15-25 см.

На рис. 2 представлено состояние поверхности сектора 1.1.1 в видимом диапазоне (ортофотоплан) в начале и в конце периода наблюдения. При сравнении данных ортофотоплана можно заметить области, подверженные эрозивному процессу за счет проступания грунтовых и дождевых вод. Возможно, именно этот процесс оказал основное влияние на всхожесть семян.

В секторе 1.2.2 произведен сухой посев смеси трав традиционным способом 24.07.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности, нанесении слоя потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы. Средний уклон сектора составил 10,8°. Сектор характеризуется наличием относительно ровной поверхности после проведения планировочных работ. На участке наблюдается наличие областей эрозивного процесса. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 73 дня.

Визуальная оценка показала в среднем хорошую всхожесть семян трав (75%). Высота травяного покрова к концу вегетационного периода составила от 15 до 27 см.

На рис. 3 представлено развитие биомассы сектора 1.2.2 в видимом диапазоне (ортофотоплан) в начале и в конце периода наблюдения.

В секторе 2.1.1 произведен гидропосев смеси трав 19.06.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности и нанесении слоя

Таблица 2

Соответствие индекса NDVI объектам сканирования

Correspondence of the NDVI index to scanning objects

Значения индекса NDVI	Описание объекта природы
Ниже 0,4	Объекты неживой природы, открытая почва
От 0,4 до 0,8	Не полностью покрытая растительностью почва
Выше 0,8	Густая растительность, полностью покрывающая почву



Рис. 2. Ортофотоплан сектора 1.1.1: на 02.08.2023 (а) и на 05.10.2023 (б). В центре указана дата закладки сектора

Fig. 2 Orthophotomap of sector 1.1.1: on 2nd of October, 2023 (a) and on 5th of August, 2023 (b). The date the sector was planted is indicated in the center

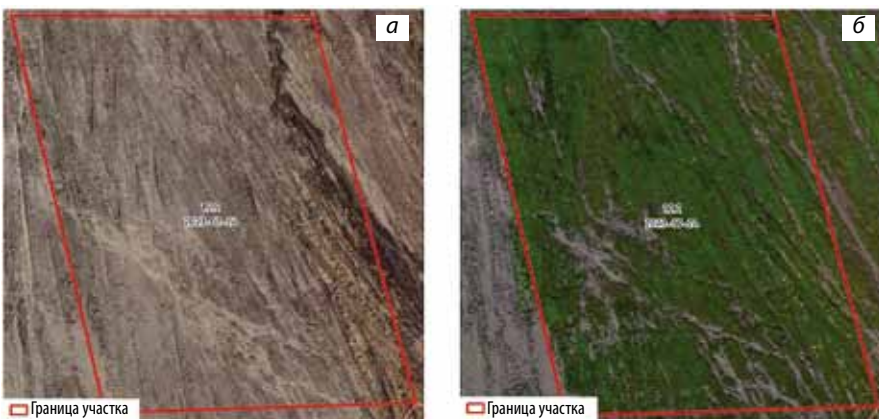


Рис. 3. Ортофотоплан сектора 1.2.2: на 02.08.2023 (а) и на 05.10.2023 (б). В центре указана дата закладки сектора

Fig. 3 Orthophotomap of sector 1.2.2: on 2nd of October, 2023 (a) and on 5th of August, 2023 (b). The date the sector was planted is indicated in the center

потенциально плодородных пород. Средний уклон сектора составил 3,2°. Сектор характеризуется наличием ровной поверхности после проведения планировочных работ. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 108 дней.

На основе визуальной оценки всхожесть трав показала высокое значение (85%). Высота травяного покрова к концу периода наблюдения в среднем составила 20-30 см.

В секторе 2.2.2 произведен сухой посев смеси трав традиционным способом 21.06.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности и нанесении слоя потенциально плодородных пород. Средний уклон сектора составил 13,7°. Несмотря на значительный уклон, сектор характеризуется наличием относительно ровной поверхности после проведения планировочных работ. На участке наблюдается наличие областей эрозивного процесса. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 106 дней.

Всхожесть семян трав на основе визуальной оценки оказалась равной 80%. Высота травяного покрова к концу вегетационного периода составила от 15 до 20 см. Следует

отметить большую площадь сектора, подвергшуюся эрозивным процессам.

В секторе 3.1.1 произведен гидропосев смеси трав 29.06.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности без нанесения слоя потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы. Средний уклон сектора составил 8,8°. Сектор характеризуется наличием относительно ровной поверхности после проведения планировочных работ. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 98 дней.

Визуальная оценка всхожести трав показала высокое значение (85%). Высота травяного покрова к концу вегетационного периода равнялась 12-25 сантиметрам и не отличалась от семян с обработкой и без обработки биопрепаратом. Площадь областей, подвергшихся эрозивным процессам, составила 14% от общей площади сектора

В секторе 3.2.2 произведен сухой посев смеси трав традиционным способом 04.07.2023. Подготовка участка перед началом экспериментальных работ по биологической рекультивации заключалась в чистовой планировке поверхности без нанесения слоя потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы. Средний уклон сектора составил 12,2°. Сектор характеризуется наличием относительно ровной поверхности после проведения планировочных работ. На участке

наблюдается наличие областей эрозивного процесса. Период наблюдения за вегетацией сектора составил 93 дня.

Визуальная оценка показала в среднем хорошую всхожесть семян трав (75%). Высота травяного покрова к концу вегетационного периода составила от 10 до 20 см. Площадь областей, подвергшихся эрозивным процессам, составила 20% от общей площади сектора.

На рис. 4 представлена динамика развития растительного покрова на выбранных экспериментальных участках за 64 дня наблюдений. Приведенные данные являются результатом обработки карт вегетационного индекса NDVI в соответствии с условиями табл. 2.

Столбцы гистограмм индекса NDVI соответствуют удельной площади поверхности определенного типа (см. рис. 4). Для удобства восприятия столбцы гистограмм, соответствующие различным диапазонам индекса, имеют разные цвета. Так, столбцы серого цвета показывают доли поверхности, практически не покрытую растительностью. Желтый цвет на гистограмме характеризует поверхности, на которых встречаются как открытые участки почвы, так и покрытые растительностью. Зеленым цветом обозна-

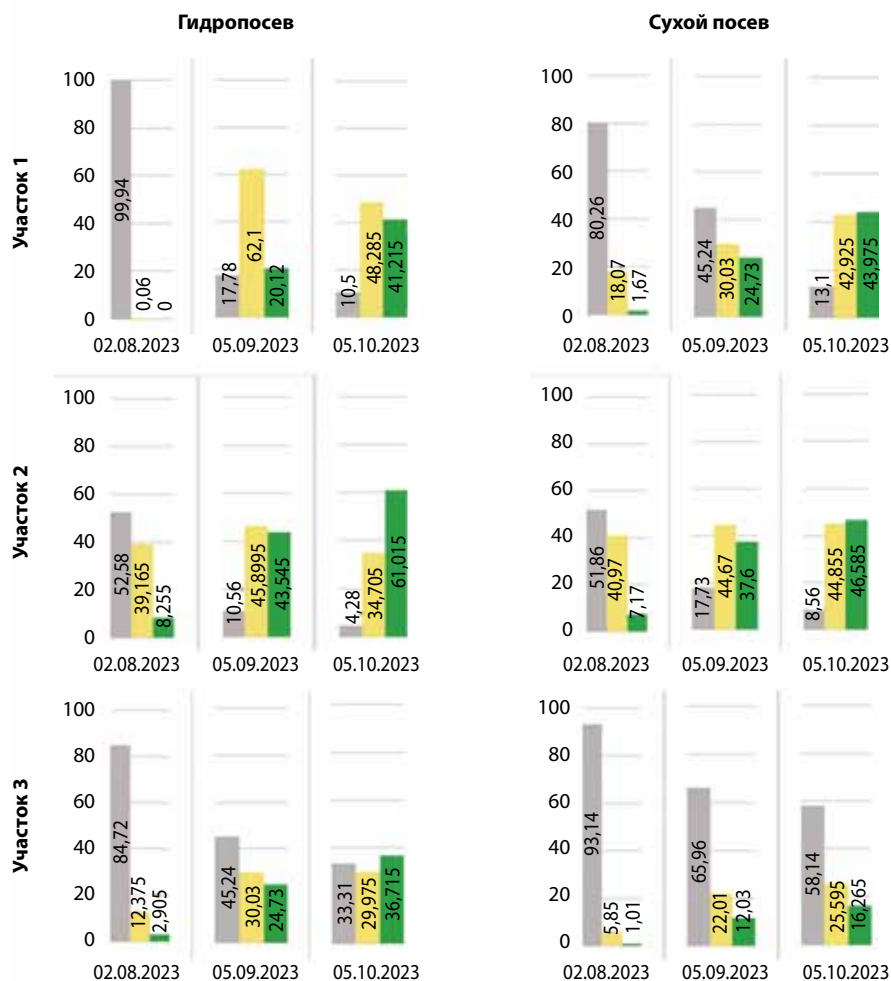


Рис. 4. Визуализация динамики развития растительного покрова на основе гистограмм индекса NDVI: ■ – индекс меньше 0,4; ■ – индекс от 0,4 до 0,8; ■ – индекс больше 0,8

Fig. 4. Visualization of the dynamics of vegetation development based on NDVI index histograms: ■ – index less than 0,4; ■ – index from 0,4 to 0,8; ■ – index greater than 0,8

чена доля поверхности, имеющая сплошной растительный покров.

Как следует из рис. 4, значения индекса NDVI демонстрируют систематический прирост биомассы с момента посадки до момента окончания периода вегетации на всех экспериментальных участках. При этом пик вегетации на всех секторах приходится на последнюю дату наблюдений, то есть прирост биомассы травосмесей происходит вплоть до окончания периода вегетации, обусловленного установкой минусовых температур воздуха и промерзанием грунта.

При сравнении результатов эксперимента на трех участках с разной степенью подготовки поверхностей в рамках горнотехнического этапа рекультивации видно, что наибольшую эффективность по приживаемости и приросту биомассы имеют сектора с гидропосевом смеси трав. При этом наилучший для гидропосева результат наблюдался в секторе с нанесением потенциально плодородного слоя почвы (суглинка).

По сравнению с участком 2, для участка 1 получены относительно невысокие значения прироста растительной био-

массы, несмотря на то, что на этом участке был нанесен дополнительный плодородный слой почвы. Этот результат объясняется несколькими факторами. Прежде всего, участок 1 был засеян на месяц позже, чем участки 2 и 3 из-за более длительной технической подготовки. Как следствие, многие растения не успели закрепиться в грунте перед началом периода дождей. Эрозивные процессы привели к уменьшению популяции искусственно высаженных растений. С другой стороны, наличие в нанесенном плодородном слое почвы семян рудеральных трав практически выровняло объемы биомассы в обоих рассматриваемых секторах первого участка.

На участке 3, на котором не наносились ни потенциально плодородные, ни плодородные слои почвы, наблюдалась ожидаемая картина распределения растительного покрова: несмотря на более низкие значения, по сравнению с участком 2, сектор с гидропосевом смеси трав показал заметно более высокий прирост растительной биомассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках настоящего исследования закономерностей процесса восстановления травяного покрова на ключевых техногенных ландшафтах экополигона Кемеровской области – Кузбасса проведено сравнение двух способов посева смеси семян многолетних трав: традиционного сухого посева и гидропосева.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о большей эффективности гидропосева по сравнению с традиционным способом сухого посева трав, особенно в случае применения к поверхностям, имеющим значительный уклон. Как следует из анализа результатов, для увеличения эффективности гидропосева необходим подбор определенных условий. Желательно использовать поверхности с нанесенным, по меньшей мере, потенциально плодородным слоем почвы. При нанесении плодородного слоя почвы возможна конкуренция высеваемых методом гидропосева трав с дикими травами, семена которых могут содержаться в черноземе. Необходимо учитывать перспективный прогноз погоды для уменьшения влияния эрозивных явлений на неуко- ренившиеся растения.

В целом можно считать, что метод гидропосева семян многолетних трав при рекультивации техногенно нарушенных земель обладает высокой эффективностью и позволяет достаточно быстро и с относительно невысокими затратами проводить работы по биологическому восстановлению почвенного покрова для дальнейшей высадки кустарников и деревьев.

Список литературы • References

1. Петренко И.Е. Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2022 года // Уголь. 2022. № 12. С. 7-21. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-7-21.
Petrenko I.E. Russia's coal industry performance for January–September, 2022. *Ugol'*. 2022;(12):7-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-7-21.
2. Угольная отрасль России в 2023 году. АО АК «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ». [Сайт]. 2011-2024. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ugolnaya-otrasl-rossii-v-2023-godu/> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Vrablikova J., Wildova E., Vrablik P. Sustainable Development and Restoring the Landscape after Coal Mining in the Northern Part of the Czech Republic. *Journal of Environmental Protection*. 2016;7(11):1483-1496. DOI: 10.4236/jep.2016.711125.
4. César R.G., Belei L., Badari C.G., Viani R.A.G., Gutierrez V., Chazdon R.L., Brancalion P.H.S., Morsello C. Forest and Landscape Restoration: A Review Emphasizing Principles, Concepts, and Practices. *Land*. 2021; 10(1):28. DOI: 10.3390/land10010028.
5. Юрченко Ю.В. Требования к рекультивации нарушенных земель // Экология Производства. 2020. № 2. С. 100-108. URL: https://www.pgplaw.ru/news/Ecology_02_2020_1_Юрченко.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
Yurchenko Yu.V. Requirements for reclamation of disturbed lands. *Ekologiya Proizvodstva*. 2020;(2):100-108. Available at: https://www.pgplaw.ru/news/Ecology_02_2020_1_Юрченко.pdf (accessed 15.04.2024). (In Russ.).
6. О необходимости комплексной геоэкологической оценки техногенно нарушенных горными работами земель / В.Л. Гаврилов, Н.А. Немова, А.В. Резник и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. №10. С. 76-87. DOI: 10.18799/24131830/2023/10/4212.
Gavrilov V.L., Nemova N.A., Reznik A.V., Kosarev N.S., Kolesnikov A.A. On the need for a comprehensive geo-ecological assessment of lands technogenically disturbed by mining. *Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2023;334(10):76-87. (In Russ.) DOI: 10.18799/24131830/2023/10/4212.
7. Петрова Т.А., Рудзис Э. Виды мелиорантов для рекультивации техногенно нарушенных территорий горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 4. С. 100-112. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-4-0-100.
Petrova T.A., Rudzish E. Types of soil improvers for reclamation of mining-disturbed lands. *Gornyj informatsionno-analyticheskij byulleten'*. 2021;(4):100-112. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2021-4-0-100.
8. Структура и динамика лесных фитоценозов на нарушенных промышленностью землях / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 1-5. С. 1403-1406.
Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A. Structure and dynamics of forest phytocenoses on industrially disturbed lands. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2012;14(1-5):1403-1406. (In Russ.).
9. Создание искусственного растительного покрова техногенно нарушенных ландшафтов / М.А. Осинцева, В.А. Крюк, Е.А. Дюкова и др. // Уголь. 2023. № 512. С. 56-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-512-56-62.
Osintseva M.A., Kryuk V.A., Dyukova E.A., Burova N.V. Creation of artificial vegetation cover technogenically disturbed landscapes. *Ugol'*. 2023;(512):56-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-512-56-62.
10. Emeka O.J., Nahazanan H., Kalantar B., Khuzaimah Z., Sani O.S. Evaluation of the Effect of Hydroseeded Vegetation for Slope Reinforcement. *Land*. 2021;10(10):995. DOI: 10.3390/land10100995.
11. Gudyniene V., Juzenas S., Stukonis V., Norkeviciene E. Sowing Mixtures of Native Plant Species: Are There Any Differences between Hydroseeding and Regular Seeding? *Plants*. 2021;10(11):2507. DOI: 10.3390/plants10112507.
12. Опыт проектирования цифровой модели техногенно нарушенных территорий с применением околосъемной аэрофото съемки (на примере угольного разреза Кемеровской области) / Ф.Ю. Кайзер, О.А. Брель, А.О. Рада и др. // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2023. Т. 46. С. 79-92. DOI: 10.26516/2073-3402.2023.46.79.
Kaizer Ph.Yu., Brel' O.A., Rada A.O., Kuznetsov A.D. Designing digital model experience of technogenically disturbed territories using near-earth aerial photography (on the example of the coal open pit of the Kemerovo region). *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o zemle*. 2023;(46):79-92. (In Russ.). DOI: 10.26516/2073-3402.2023.46.79.
13. Asyakina L.K., Vorob'eva E.E., Proskuryakova L.A., Zharko M.Yu. Evaluating extremophilic microorganisms in industrial regions. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(1):162-171. DOI: 10.21603/2308-4057-2023-1-556.
14. Оценка вегетационного индекса отвалов угольных разрезов на основе данных NDVI / М.А. Осинцева, Е.А. Жидкова, А.Ю. Просеков и др. // Уголь. 2022. № 512. С. 132-141. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-512-132-141.
Osintseva M.A., Zhidkova E.A., Prosekov A.Yu., Kuznetsov A.D., Rada A.O., Burova N.V. Assessment of the vegetation index of coal mine dumps based on the NDVI DATA. *Ugol'*. 2022;(512): 132-141. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-512-132-141.

Authors Information

Osintseva M.A. – PhD (Engineering), Head of Project Management Division, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: k1marial@inbox.ru

Kryuk V.A. – Laboratory assistant researcher of the Department for the implementation of the comprehensive scientific and technical program, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: vika.kryuk.95@mail.ru

Dyukova E.A. – Junior Researcher of the Laboratory for the creation of planting material of increased survival rate, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: jeniadulova@mail.ru

Burova N.V. – Director of the Center for Landscape Architecture, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: centrla@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Фундаментальная политэкономическая особенность горнодобывающего бизнеса

Fundamental political and economic feature of mining business

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-72-76>

ПОНОМАРЕВ В.П.

Доктор экон. наук, профессор,
приглашенный профессор, председатель АК
по программам MBA
MINING&METALS и DBA IN TECH
Горного института НИТУ МИСИС,
119048, г. Москва, Россия

ПУЧКОВ А.Л.

Канд. экон. наук, доцент MBA,
директор Центра развития
передовых компетенций
отраслевых лидеров
НИТУ МИСИС,
119048, г. Москва, Россия,
e-mail: mbamining.alexey1@yandex.ru

Авторы статьи построили трехсекторную модель Кларка – Фишера в терминах теории воспроизводства капитала Карла Маркса и формализации экономики как цепочки создания добавленной стоимости. Авторы проводят модельные расчеты и доказывают, что горнодобывающий и сельскохозяйственный бизнес естественно убыточен, если его не поддерживает государство. Поэтому традиционные методы финансового управления принципиально непригодны для этих отраслей. Необходимо глубокое переосмысление программ бизнес-школ для горнодобывающих специалистов.

Ключевые слова: естественная убыточность горного бизнеса; трехфакторная модель экономики; мультипликаторы добавленной стоимости.

Для цитирования: Пономарев В.П., Пучков А.Л. Фундаментальная политэкономическая особенность горнодобывающего бизнеса // Уголь. 2024;(5):72-76. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-72-76.

Abstract

The authors of the article built a three-sector Clark – Fisher model in terms of Karl Marx's theory of capital reproduction and the formalization of the economy as a value chain. The authors perform model calculations and prove that the mining and agricultural businesses are naturally unprofitable if the state does not support them. Therefore, traditional methods of financial management are fundamentally unsuitable for these industries. A deep rethinking of business school programs for mining specialists is needed.

Keywords

Natural unprofitability of the mining business; three-factor economic model; value added multipliers.

For citation

Ponomarev V.P., Puchkov A.L. Fundamental political and economic feature of mining business. *Ugol'*. 2024;(5):72-76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-72-76.

ГЛАВНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОСОБЕННОСТЬ ГОРНОГО БИЗНЕСА

Горнодобывающий бизнес так же, как и аграрный бизнес, имеет фундаментальную особенность, которую следует учитывать как предпри-

нимателям, так и государству: для воспроизводства собственного производительно-го потенциала. Они всегда нуждаются в государственной поддержке [1].

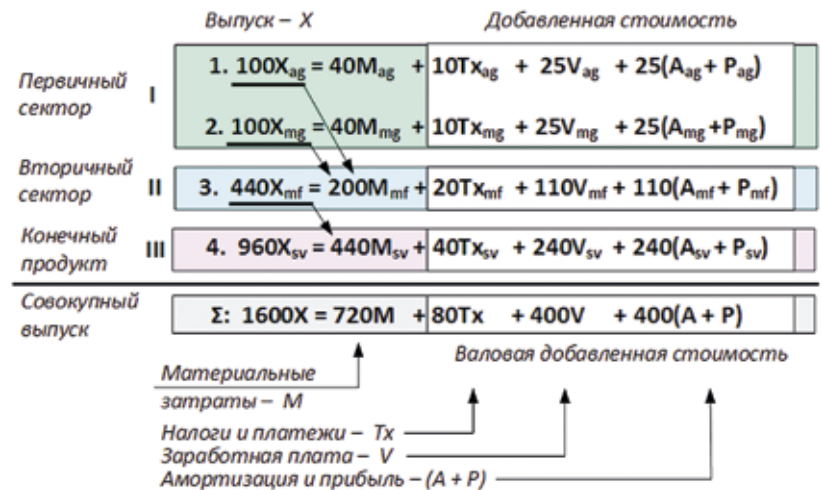
Для практиков напомним, что эти отрасли народного хозяйства в экономической теории отнесены к *первичным*, то есть с них начинается любая экономика. Аграрный сектор и горнодобывающие отрасли являются стратегически важными для национальной экономики. Но они априорно не могут быть эффективными, не потому что плохо управляются менеджерами, а потому, что с них начинается формирование национальной экономики.

Другие отрасли экономической системы являются *вторичными* отраслями перерабатывающей промышленности (машиностроение, химическая промышленность, промышленность строительных материалов и так далее) и *третичными* отраслями сферы услуг (государственное управление, транспорт, коммунально-бытовые услуги, здравоохранение, образование и так далее). Чем дальше отрасль отстоит от горнодобывающей промышленности, тем выше ее эффективность, так как возрастает глубина переработки первичного сырья. Но при этом первичные отрасли потребляют товары и услуги вторичного и третичного секторов по рыночным ценам, в которые заложены добавленные стоимости, прибавленные к первичной стоимости сырья, произведенной на горнодобывающих и сельскохозяйственных предприятиях. Именно поэтому сырьевые отрасли, относящиеся к первичному сектору экономики, никогда не смогут быть высококорентабельными при прочих равных условиях. Это фундаментальный политэкономический закон, вытекающий из логики реальных экономических отношений [2].

Почему же российские угледобывающие, горнодобывающие, газодобывающие и нефтяные компании оказываются высококорентабельными и конкурентоспособными на внутреннем и мировом рынках? Это в полной мере также относится и к агропромышленным предприятиям, показывающим «чудеса эффективности» после того, как государство оказало им соответствующую поддержку.

Кроме прямой поддержки стратегически важных сырьевых отраслей первичного сектора экономики, они пользуются также мощной косвенной поддержкой экспортно ориентированного курса рубля. Угольщики также пользуются существенной поддержкой льготных железнодорожных тарифов, которую также частично финансирует государство.

Поэтому, обучая менеджеров горного дела искусству организации эффективного горного бизнеса, преподаватели бизнес-курсов на самом деле учат их искусству использования благоприятной конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков при наличии фундаментальной политэкономической поддержки государства. Не будет этой поддержки – не будет и той эффективности, к которой при-



Обозначения отраслей экономики в нижних индексах показателей:
ag – аграрная; mg – горнодобывающая; mf – перерабатывающая;
sv – сфера услуг.

Примечание: Здесь, для большей наглядности, принято, что аграрный и добывающий сектора экономики создают равную стоимость, и структура капитала во всех отраслях экономики одинаковая:
 $50C + 25V + 25m$

Рис. 1. Воспроизводство как цепочка добавленных стоимостей секторов экономики (вариант)

Fig. 1. Reproduction as an added value chain of economic sectors (an option)

выкли горные производства, забыв, что их базовая схема воспроизводства капитала в значительной мере обеспечена государством.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРЕХСЕКТОРНОЙ МОДЕЛИ

Рассмотрим условный пример формирования цепочек добавленной стоимости национальной экономики при различной структуре секторов экономики, который выявит нам реальное место природного фактора в воспроизводстве национального капитала. За основу примем идею трехсекторной модели Кларка – Фишера [2, 3, 4]. Началом формирования стоимости конечной продукции служит добыча полезных ископаемых и сельскохозяйственного сырья в аграрном секторе, которые в расчетах объединяют в группу первичного сектора (A) экономики. Затем это сырье перерабатывает индустриально-строительный сектор экономики, добавляя к стоимости первичного сектора, добавленную стоимость этого вторичного сектора (B).

И, наконец, третичный сектор (C) – услуги, включая торговлю и финансовые услуги, использует продукцию двух названных секторов, прибавляя к ней свою добавленную стоимость. Так в результате формируется стоимость финальной продукции, которую используют конечные потребители.

Принято считать, что с возрастанием глубины переработки сырья ускоренно возрастает добавленная стоимость, то есть эффективность экономики и рост ее ВВП. Запишем модель Кларка – Фишера в терминах теории Маркса, рис. 1.

Здесь все параметры заданы авторами из обобщения практики реальных секторов экономики, рассмотренных в монографии [5, 6].

Пусть 100 единиц выпуска добывающей промышленности ($100X_{mg}$) и 100 единиц выпуска аграрного сектора ($100X_{ag}$) производит первичный сектор экономики. В структуре стоимости этой сырьевой продукции существует как материальная составляющая богатства недр и плодородных угодий земли ($40M_{mg}$ и $40M_{ag}$), так и добавленная стоимость живого труда горняков и хлеборобов (параметры в первом сверху светлом прямоугольнике на рис. 1).

Эти 200 единиц сырья и первичной энергии перерабатываются во вторичном индустриально-строительном секторе, прибавляя к своей «сырьевой» стоимости ($200M$) добавленную стоимость (параметры второго светлого прямоугольника) общей стоимостью 240 единиц: 20 единиц налогов (Tx), 110 единиц заработной платы (V) и 110 единиц доходов на основной капитал предпринимателей (амортизация A и прибыль P).

В следующем третичном секторе национальная экономика производит все виды услуг (транспорт, управление, образование, здравоохранение, оборону и т.д.). В результате стоимость общественного продукта, полученного на вторичном этапе передела, увеличивается с 440 до 960 единиц (см. рис. 1).

Если мы сложим соответствующие элементы стоимости всех трех секторов, то получим итоговую строку со следующими макроэкономическими показателями национальной экономики [6]:

- $1600X$ – валовый выпуск (в СНС ООН – Total output, at basic prices);
- $720M$ – промежуточный продукт (Intermediate consumption, at purchaser's prices);
- $880Y$ – совокупная добавленная стоимость (в СНС ООН – Value Added Gross, at basic prices).

Итоговая строка точно соответствует методологии ООН:

$$1600X - 720M = 880Y, \quad (1)$$

это совокупная добавленная стоимость национальной экономики.

Но тогда что из себя представляет итог работы нашей цепочки добавленной стоимости, который мы получаем на конечном третьем переделе сырьевых ресурсов в объеме 960 единиц?

Это валовой доход третичного сектора нашей условной национальной экономики, которая работает по схеме ТНК (создания цепочки добавленной стоимости). В финальной цепочке мы получаем сумму совокупной добавленной стоимости $880Y$ и стоимости самих природно-сырьевых ресурсов ($40M_{ag} + 40M_{mg}$). В результате мы получили новую закономерность, которая гласит:

Валовой выпуск сферы услуг, как финального сектора национальной экономики, перерабатывающего природное сырье в конечный общественный продукт, равен совокупной добавленной стоимости плюс стоимость использованного природного сырья (2):

$$X_3 = Y + (M_{ag} + M_{mg}). \quad (2)$$

Если мы сравним $VAG = 880Y$, полученный методом СНС ООН, и $GDP = 960X_{3s}$, полученный методом составления цепочек добавленной стоимости, то легко убедимся, что их разность равна стоимости материальной со-

ставляющей первичного сырьевого сектора экономики ($40X_{1m} + 40X_{1a}$). Отсюда логично вытекает фундаментальный полит-экономический вывод:

ВВП, как конечный продукт национальной экономики в натурально-стоимостной форме, содержит не только эквиваленты живого труда людей, но и природного потенциала планеты, использованного в качестве ресурсов аграрного и горнодобывающего секторов экономики.

Научная новизна данного вывода заключается в том, что авторами выявлено расчетами и обосновано экономическое звено, которое органично осуществляет включение фактора экологии в современную политэкономическую теорию, который декларирует, например, модная западная концепция ESG-развития [7].

Природные ресурсы превращаются в природные экономические ресурсы после того, как они добыты или выращены в качестве первичного аграрного продукта. В природном сырьевом ресурсе заключен труд хлеборобов и горняков, поэтому стоимость сырья равна ($100X_{ag} + 100X_{mg}$), а стоимость сырья в земле и недрах ($40M_{ag} + 40M_{mg}$). Кроме труда людей, в добавленной стоимости природного сырья сидят конъюнктура рынка факторов производства и их редкость, связанная с истощением общих природных запасов полезных ископаемых и плодородия природно-климатических поясов.

Но главное – это наличие материальной составляющей в совокупной добавленной стоимости общественного продукта. Теперь не надо искусственных приемов учета эколого-экономических процессов, всевозможных балльных оценок и других ухищрений для того, чтобы соединить экономику и экологию в единый расчетный изоморфный комплекс. Просто следует правильно учитывать материально-стоимостный состав финальной продукции национальной экономики или ТНК.

И национальная экономика, и ТНК работают по единой расчетной схеме составления цепочек добавленной стоимости. Начиная эти цепочки в слаборазвитых странах, ТНК качают природные ресурсы с территорий, которые им не принадлежат. А обратным противотоком они направляют отходы производства, выигрывая еще и в утилизации вредных веществ на чужих территориях.

Здесь мы возвращаемся к идеям трехсекторной модели Кларка – Фишера [2, 3, 4], но на новом уровне знаний. Поэтому мы получаем модификацию известной трехсекторной модели национальной экономики, адаптированную к цели поставленной нами задачи по соединению динамики природы и экономики в единую расчетную схему.

Принципиально важно то, что добыча сырьевых ресурсов (сельского хозяйства и добывающих отраслей) входит в конечный продукт не усеченным образом, в виде суммы доходов наемных работников, предпринимателей и государства (налоги), а целиком по всей совокупной стоимости использованного природного сырья. При этом сохраняются сложившиеся пропорции и уровни цен данного первичного сектора экономики, которые обеспечивают процесс воспроизводства природного ресурсного потенциала.

В этом случае ВВП наполняется материальным содержанием, что соответствует реальному положению дел, и, кро-

ме того, не требует внесения корректировок в современную статистику, так как на цифровом уровне стоимость ВВП остается неизменной, меняется лишь содержательное наполнение ВВП, точнее – конечного общественного продукта, равного ВВП по стоимости, но отличающегося от него по качественному наполнению данной экономической категории.

Такой подход к анализу стоимости произведенного конечного продукта позволяет более реально подойти к трактовке добавленной стоимости, которая теперь, действительно, добавляется к стоимости предыдущего передела природных сырьевых ресурсов с неким интегральным мультипликатором μ .

В этом и состоит политэкономическая особенность горнодобывающего бизнеса, которую необходимо учитывать при стратегическом планировании развития горных производств.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫТОЧНОСТИ ГОРНОГО БИЗНЕСА

Из схемы, приведенной на рис. 1, следует, что в экономических отношениях существует мультипликация стоимости природных ресурсов, которая для принятых параметров условного примера имеет следующие значения (3):

Секторные мультипликаторы	Интегральные мультипликаторы	
$\mu_0 = (80/80) = 1;$	$v_0 = \mu_0 = 1;$	
$\mu_1 = (200/80) = 2,5;$	$v_1 = (200/80) = 2,5;$	(3)
$\mu_2 = (440/200) = 2,2;$	$v_2 = (440/80) = 5,5 = 2,5 \times 2,2\%;$	
$\mu_3 = (960/440) = 2,18.$	$v_3 = (960/80) = 12,0 = 2,5 \times 2,2 \times 2,18.$	

Этот феномен на практике был обнаружен в XX веке при формировании транснациональных корпораций, но в политэкономической теории еще не нашел своего логического обоснования. Для горного бизнеса мультипликация стоимости по логике цепочек добавленной стоимости ведет к количественному обоснованию решения старой политэкономической проблемы, которую в начале XX века выпускники «Академии красной профессуры» называли «ножницы цен». Смысл этой проблемы состоит в том, что техника и материальные ресурсы для аграрных и горнодобывающих отраслей народного хозяйства постоянно оказываются дороже, чем продукция этих отраслей, и это вызывает хронические убытки, а также необходимость финансовой государственной поддержки сельскохозяйственных и горнодобывающих предприятий. В терминах теории воспроизводства Маркса [4] и в логике схемы формирования цепочек добавленной стоимости, которая показана на условном примере на рис. 1, мы можем формализовать эту проблему так, как это показано на рис. 2.

Стоимость природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот, в течение года вырастает многократно с мультипликацией, соответствующей

отраслям, поставляющим горным предприятиям электроэнергию, ГСМ, машины и оборудование, а также производственные услуги на транспорте, в торговле, финансовой сфере и т.д. Именно поэтому фермеры и горняки европейских стран организуют акции гражданского неповиновения, когда правительства лишают их государственной поддержки. Для развивающихся стран, которых Запад учил работать без государственной поддержки, эти выводы неожиданны, но интуитивно вполне понятны.

Полученные научные результаты позволяют строить стратегические расчеты по развитию смешанной планово-рыночной экономики, опираясь на фундаментальные политэкономические закономерности. При этом становится вполне очевидным, что традиционные методы финансового менеджмента, построенные на неолиберальных политэкономических принципах, не соответствуют специфике горного бизнеса и требуют существенного научно-переосмысления.

РЕЗЮМЕ

1. Фундаментальной политэкономической особенностью горнодобывающего бизнеса является его естественная убыточность как первичной отрасли народного хозяйства. Вместе с тем, горный бизнес добывает стратегически важное сырье, глубина переработки которого характеризует уровень социально-экономического развития национальной экономики. Поэтому государство заинтересовано оказывать поддержку горному бизнесу в объемах, необходимых для его воспроизводства при соблюдении условий устойчивого функционирования природной среды и социума.

2. Построена модернизированная трехфакторная модель, формализованная в терминах Марксовой теории воспроизводства и концепции национальной экономики как цепочки отраслей, создающих добавленные стоимости.

3. Модельными расчетами доказано, что при отсутствии государственной поддержки горнодобывающий бизнес является естественно-убыточным.

4. Исходя из полученных результатов, авторы предлагают строить программы бизнес-образования на основе новых принципов международной конкуренции гор-

Планируемый результат горного бизнеса в начале года	Полученный результат горного бизнеса в конце года
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 5px;"> издержки прибыль </div> $40M + 10Tx + 25V + 25(A + P) = 100X$	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 5px;"> издержки прибыль </div> $(40M * 2,2 + 10Tx + 25V + 5A) - 28P = 100X$ <p style="margin: 0;">\parallel 88M</p>

Финансовый результат по отношению к ожиданиям предпринимателей:

Мультипликация стоимости природных ресурсов в части материальных затрат на их добычу и переработку в продукты конечного потребления, при прочих равных условиях, в том числе постоянных ценах на продукцию горной промышленности, оборачивается для предпринимателей горного бизнеса хроническими убытками, если государство не оказывает поддержку горнякам.

Рис. 2. Схема формирования естественной убыточности горного бизнеса

Fig. 2. A schematic representation of the natural unprofitability of mining business

нодобывающих компаний при их оптимальной государственной поддержке.

5. Именно такой путь часто выбирает руководство Российской Федерации, опираясь на локальные расчеты бизнес-проектов. Данные теоретические разработки позволяют подключить к этим расчетам целостные политэкономические обоснования.

Список литературы • References

1. Карл Маркс. Капитал. Критика политической экономии. Т. 1. Кн. 1. Процесс производства капитала. М.: Политиздат, 1988.
2. Fisher Irving (Allan G.B.) Production, primary, secondary and tertiary. Economic Record 15.1.1939, pp. 24-38.
3. Clark Colin. The Conditions of Economic Progress. London, Macmillan, 1940.
4. Трёхсекторная модель экономики. Википедия. <https://ru.wikipedia.org>.
5. Пономарев В.П. Воспроизводство экономического потенциала добычи угля в системе ТЭК России: Методология переходной экономики. М.: Ин-т конъюнктуры рынка угля, 1997. 176 с.
6. National Account Statistics: Main Aggregates and Detailed Tables, 2016. Part I-V. Department of Economic and Social Affairs Statistics Division. NY: UN, 2017.

7. ESG: три буквы, которые меняют мир / Доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. М.: Изд. дом Высшая школа экономики, 2022. 138 с.

Authors Information

Ponomarev V.P. – Doctor of Economic Sciences, Professor, Visiting Professor, Chairman for the MBA MINING&METALS and DBA IN TECH programs at the College of Mining, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation

Puchkov A.L. – PhD (Economic), Associate Professor of MBA, Director of the Center for the Development of Advanced Competencies of Industry Leaders, ational Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: mbamining.alexey1@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 11.03.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received March 11, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Отзыв профессора, доктора экон. наук В.П. Бауэра на статью «Фундаментальная политэкономическая особенность горнодобывающего бизнеса», авторы В.П. Пономарев, А.Л. Пучков

Статья доктора экон. наук В.П. Пономарева и канд. экон. наук А.Л. Пучкова посвящена, забытому за годы рыночных реформ и доминирования монетарного мышления искусству натурально-стоимостного экономического анализа. Начало этому виду анализа было положено в теории воспроизводства капитала Карлом Марксом. Оно получило дальнейшее развитие в среде экономистов госплановской экономической школы в СССР на протяжении 1920-1992 гг. Эта весьма полезная традиция экономического мышления, которая заполняет многие пустоты и недомолвки современных финансово-экономических методов анализа и финансового менеджмента.

Авторы не просто используют схемы воспроизводства капитала в отраслях первичного, вторичного и третичного секторов экономики, но и развивают данное направление путем трансформации модели Кларка-Фишера в цепочки добавленной стоимости. При этом им удается по-новому интерпретировать категорию природного капитала как части природных ресурсов вовлеченной в хозяйственный оборот, который мультиплицируют цепочками добавленной стоимости. Этот новый подход позволяет авторам сформулировать новые закономерности, в том числе определить место природного капитала в конечном национальном продукте.

Очень важен вывод о сельском хозяйстве и горнодобывающих производствах, как естественно-убыточных отраслях первичного сектора национальной экономики. Они производят относительно дешевое стратегическое сырье, но для этого вынуждены использовать относительно дорогую продукцию его глубокой переработки. Эта очевидная логическая цепочка рассуждений становится явной в формализации авторов, выполненной на базе Марксовых схем воспроизводства.

Из этой устойчивой закономерности, которую авторы называют экономическим законом, становятся вполне объяснимы-

ми многие современные события. Так, например, резкая негативная реакция фермеров Германии, Франции, Польши и других стран, которым правительства отказали в бюджетной поддержке и освобождении от ряда непосильных налогов. Естественно, все они потеряли конкурентоспособность и подошли к грани банкротства. То же происходит и с добычей полезных ископаемых, которая становится убыточной при лишении ее поддержки государства. При этом международная конкуренция на рынке сырья на самом деле протекает как конкуренция сырьевых политик национальных государств.

Еще один тезис, который авторы слегка упомянули в своей статье, но, как мне представляется, недостаточно развили и слабо акцентировали на нем внимание читателей. Речь идет об узурпации государством горной ренты, которая, по существу, является доходом живой природы, нуждающейся в воспроизводстве своего жизненного потенциала. Эти доходы должны служить основой для экологических инвестиций. Вместо этого правительство забирает их в бюджет для своих политических целей.

В целом, сделанный авторами методологический подход, по моему мнению, является вполне корректным в научном плане и содержит элементы явной научной новизны, что в современных научных статьях встречается крайне редко, особенно в статьях экономического содержания.

Я искренне рекомендую редакции, которая возьмет на себя смелость опубликовать столь неординарную статью, сделать это во славу российской науки.

*Профессор Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации,
доктор экономических наук,
В.П. Бауэр*

УДК 338.45:658.3.015.25:622.3 © О.В. Игнатьева¹, Е.А. Наянов¹,
Е.Л. Арзамасова¹, Н.В. Мандрик², Кузьмина Т.И.³, 2024

UDC 338.45:658.3.015.25:622.3 © O.V. Ignatyeva¹, E.A. Nayanov¹,
E.L. Arzamasova¹, N.V. Mandrik², T.I. Kuzmina³, 2024

¹ Московский политехнический университет,
107023, г. Москва, Россия

¹ Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation

² НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия

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

³ ФГБОУ «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 115054, г. Москва, Россия

³ Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, 115054, Russian Federation

✉ e-mail: o.v.ignatyeva@mospolytech.ru

✉ e-mail: o.v.ignatyeva@mospolytech.ru

Эконометрическая оценка эффективности контрактов стимулирующего регулирования для повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях

Econometric assessment of the effectiveness of incentive regulation contracts to increase labor productivity at coal mining enterprises

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-77-85>

Введение. Повышение производительности труда является ключевым фактором роста эффективности и конкурентоспособности угледобывающих предприятий. Одним из перспективных инструментов стимулирования производительности труда являются контракты стимулирующего регулирования. В данной статье проводится эконометрическая оценка эффективности применения таких контрактов на российских угледобывающих предприятиях.

Материалы и методы. Исследование основано на данных по производительности труда и применяемым методам стимулирования на российских угледобывающих предприятиях за период с 2013 по 2022 г. Для оценки влияния различных факторов на производительность труда использовались эконометрические модели, включая множественную линейную регрессию, модели с фиксированными и случайными эффектами. Проведен сравнительный анализ эффективности контрактов стимулирующего регулирования и других методов стимулирования работников.

Результаты. Эконометрический анализ показал, что применение контрактов стимулирующего регулирования оказывает статистически значимое положительное влияние на производительность труда на угледобывающих предприятиях. В среднем, внедрение таких контрактов позволяет повысить производительность труда на 8-12% по сравнению с традиционными методами стимулирования. Наибольший эффект достигается при сочетании контрактов стимулирующего регулирования с мерами по улучшению условий труда и обучению персонала.

ИГНАТЬЕВА О.В.

Канд. юрид. наук,
доцент Московского
политехнического университета,
107023, г. Москва, Россия,
e-mail: o.v.ignatyeva@mospolytech.ru

НАЯНОВ Е.А.

Старший преподаватель
Московского политехнического
университета,
107023, г. Москва, Россия,
e-mail: e.a.nayanov@mospolytech.ru

АРЗАМАСОВА Е.Л.

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

МАНДРИК Н.В.

Канд. экон. наук, доцент,
кафедра экономики,
НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: mandrik.nv@gmail.com

КУЗЬМИНА Т.И.

Доктор экон. наук, доцент
ФГБОУ «РЭУ им. Г.В. Плеханова»
115054, г. Москва, Россия,
e-mail: Tutor007@list.ru

Выводы. Контракты стимулирующего регулирования являются эффективным инструментом повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях России. Для максимизации положительного эффекта необходимо учитывать специфику отдельных предприятий и сочетать внедрение контрактов с другими мерами по развитию человеческого капитала. Полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегий повышения эффективности работы угольной промышленности России.

Ключевые слова: контракты стимулирующего регулирования, производительность труда, угольная промышленность, эконометрическое моделирование, горно-геологические условия, групповые стимулирующие выплаты, мотивация персонала.

Для цитирования: Эконометрическая оценка эффективности контрактов стимулирующего регулирования для повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях / О.В. Игнатьева, Е.А. Наянов, Е.Л. Арзамасова и др. // Уголь. 2024;(5):77-85. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-77-85.

Abstract

Introduction. Increasing labor productivity is a key factor in increasing the efficiency and competitiveness of coal mining enterprises. One of the promising tools for stimulating labor productivity are incentive regulation contracts. This article provides an econometric assessment of the effectiveness of the application of such contracts at Russian coal mining enterprises.

Materials and methods. The study is based on data on labor productivity and incentive methods used at Russian coal mining enterprises for the period from 2013 to 2022. Econometric models, including multiple linear regression, fixed and random effects models, were used to assess the impact of various factors on labor productivity. A comparative analysis of the effectiveness of incentive regulation contracts and other methods of employee incentives has been carried out.

Results. Econometric analysis has shown that the use of incentive regulation contracts has a statistically significant positive effect on labor productivity at coal mining enterprises. On average, the introduction of such contracts allows to increase labor productivity by 8-12% compared to traditional incentive methods. The greatest effect is achieved by combining incentive regulation contracts with measures to improve working conditions and staff training.

Conclusions. Incentive regulation contracts are an effective tool for increasing labor productivity at coal mining enterprises in Russia. To maximize the positive effect, it is necessary to take into account the specifics of individual enterprises and combine the implementation of contracts with other measures for the development of human capital. The results obtained can be used in the development of strategies to improve the efficiency of the Russian coal industry.

Keywords

Incentive regulation contracts, labor productivity, coal industry, econometric modeling, mining and geological conditions, group incentive payments, staff motivation.

For citation

Ignatyeva O.V., Nayanov E.A., Arzamasova E.L., Mandrik N.V., Kuzmina T.I. Econometric assessment of the effectiveness of incentive regulation contracts to increase labor productivity at coal mining enterprises. *Ugol*. 2024;(5):77-85. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-77-85.

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность является одной из ключевых отраслей экономики России. По данным Министерства энергетики РФ, в 2021 г. добыча угля в стране составила 438,4 млн т, а экспорт – 223 млн т [1]. Отрасль обеспечивает значительную часть потребностей страны в энергоресурсах и вносит существенный вклад в ВВП и налоговые поступления. Однако в последние годы угольная промышленность России сталкивается с рядом вызовов,

связанных с ухудшением горно-геологических условий добычи, ростом затрат, ужесточением экологических требований и усилением конкуренции на мировых рынках [2]. В этих условиях повышение производительности труда становится одним из ключевых факторов сохранения конкурентоспособности и устойчивого развития отрасли. По данным Росстата, в 2021 г. производительность труда в угольной промышленности России составила 3244 т на человека, что на 4,2% выше уровня 2020 г. [3]. Однако этот показатель существенно отстает от уровня ведущих угледобывающих стран, таких как Австралия (12400 т на человека) и США (11600 т на человека) [4]. Низкая производительность труда в угольной промышленности России связана с рядом факторов, включая устаревшие технологии и оборудование, недостаточный уровень автоматизации и механизации, дефицит квалифицированных кадров и недостаточно эффективные системы стимулирования работников [5]. В мировой практике управления персоналом все большее распространение получают контракты стимулирующего регулирования (incentive regulation contracts) – соглашения между работодателем и работником, предусматривающие зависимость вознаграждения от достижения определенных показателей эффективности [6]. Такие контракты позволяют связать интересы работников с целями компании, создать прозрачные и объективные критерии оценки

результатов труда, повысить мотивацию и вовлеченность персонала. Опыт зарубежных угледобывающих компаний, таких как Peabody Energy (США), Coal India Limited (Индия), China Shenhua Energy (Китай), показывает, что внедрение контрактов стимулирующего регулирования позволяет добиться существенного роста производительности труда и эффективности производства [7, 8, 9].

Несмотря на очевидные преимущества, контракты стимулирующего регулирования пока не получили широкого распространения в угольной промышленности России. Многие предприятия отрасли по-прежнему полагаются на традиционные методы стимулирования, такие как премии за выполнение плана, доплаты за вредные условия труда, надбавки за выслугу лет и т.д. [10].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки эффективности применения контрактов стимулирующего регулирования на угледобывающих предприятиях России использовался эконометрический подход. Были собраны панельные данные по 50 крупнейшим угледобывающим предприятиям страны за период с 2013 по 2022 г. (рис. 1). Выборка охватывает предприятия, на долю которых приходится более 80% добычи угля в России.

Зависимой переменной в моделях является производительность труда, измеряемая в тоннах добытого угля

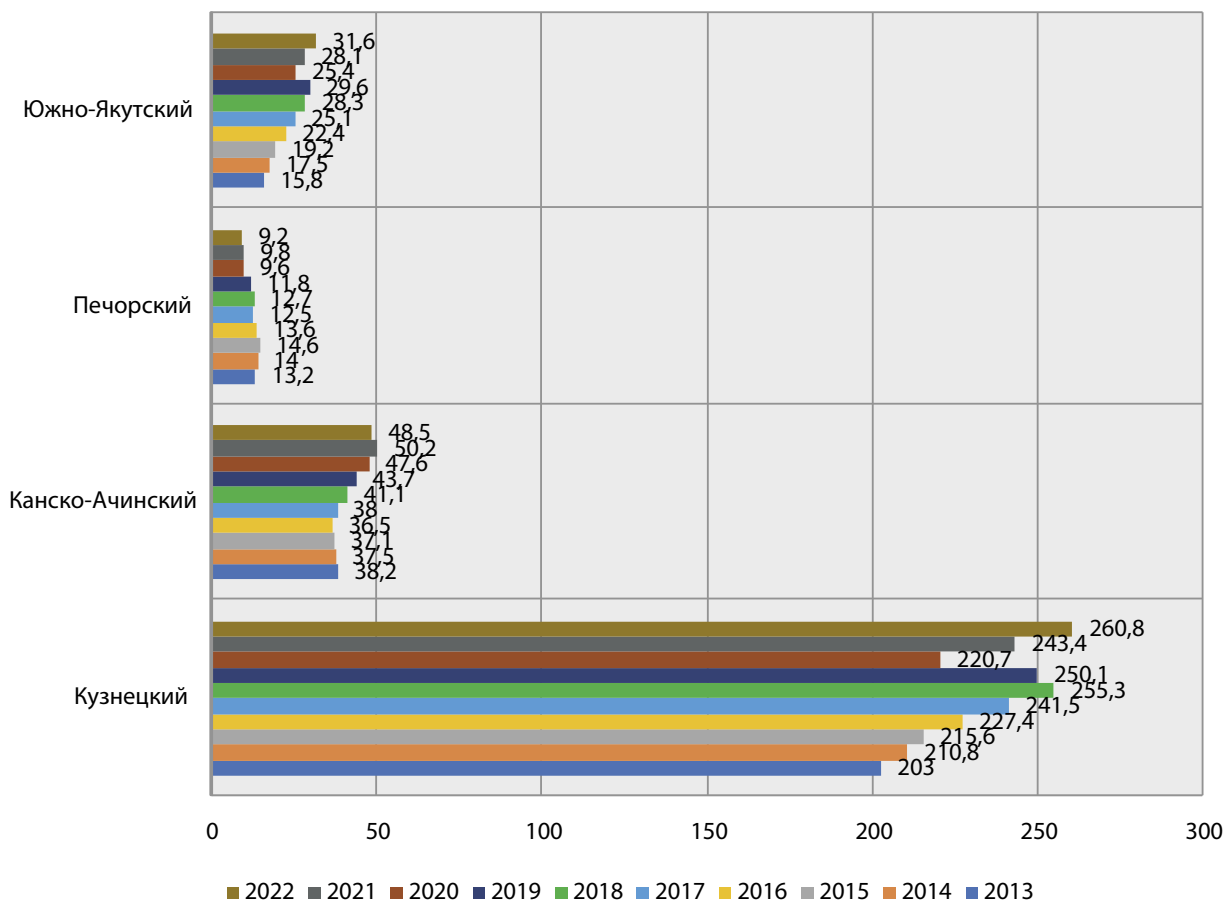


Рис. 1. Объем добычи угля по основным угледобывающим бассейнам России, млн т

Fig. 1. Volumes of coal production by major coal-mining basins of the Russian Federation, million tonnes

на одного работника в год. В качестве независимых переменных рассматривались следующие факторы:

- применение контрактов стимулирующего регулирования (бинарная переменная: 1 – применяются, 0 – не применяются);
- доля работников, охваченных контрактами стимулирующего регулирования (%);
- средний размер премии по контрактам стимулирующего регулирования (% от базовой зарплаты);
- инвестиции в модернизацию оборудования (млн руб. на одного работника);
- затраты на обучение и повышение квалификации персонала (тыс. руб. на одного работника);
- уровень механизации и автоматизации производства (%);
- горно-геологические условия добычи (бинарные переменные для различных категорий сложности).

Для учета возможной эндогенности применения контрактов стимулирующего регулирования использовался метод инструментальных переменных. В качестве инструментов рассматривались такие факторы, как финансовое состояние предприятия, степень концентрации собственности, наличие иностранных инвесторов и т.д.

Оценивались следующие эконометрические модели:

Сквозная регрессия (pooled OLS):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}. \quad (1)$$

Модель с фиксированными эффектами (fixed effects):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \alpha_i + \varepsilon_{it}. \quad (2)$$

Модель со случайными эффектами (random effects):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

где $\alpha_i \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$.

Модель (4) с учетом эндогенности:

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + v_{it}, \\ X_{lit} &= \gamma_0 + \gamma_1 Z_{1it} + \gamma_2 Z_{2it} + \dots + \gamma_m Z_{mit} + u_{it}, \end{aligned} \quad (4)$$

где Z_{1it}, \dots, Z_{mit} – инструментальные переменные, v_{it} и u_{it} – случайные ошибки.

Здесь Y_{it} – производительность труда на предприятии i в год t , X_{kit} – значения независимых переменных, β_k – оце-

ниваемые коэффициенты, α_i – индивидуальные эффекты предприятий, ε_{it} – случайная ошибка. Выбор между моделями осуществлялся на основе тестов Вальда, Бройша-Пагана и Хаусмана. Качество подгонки моделей оценивалось по коэффициенту детерминации R^2 и информационным критериям Акаике и Шварца. Проверка статистических гипотез проводилась с помощью t -тестов и F -тестов на уровне значимости 5%.

Модель (5) с фиксированными индивидуальными эффектами:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \alpha_i + \varepsilon_{it}. \quad (5)$$

Модель (6) со случайными индивидуальными эффектами:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_i + \varepsilon_{it},$$

где $u_i \sim N(0, \sigma_u^2)$.

Для расчетов использовались эконометрические пакеты Stata 17 и EViews 13. Визуализация результатов выполнена в Excel 2021 и Tableau Desktop 2022.4.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 представлена описательная статистика по основному переменным, использованным в исследовании. Средняя производительность труда на угледобывающих предприятиях выборки составила 3126 т на человека в год. При этом наблюдается существенный разброс этого показателя: от 629 т на человека на шахте «Заречная» до 8945 т на разрезе «Березовский».

Контракты стимулирующего регулирования применялись в среднем на 24% предприятий. Доля работников, охваченных такими контрактами, составила 14,8%, а средний размер премии – 18,6% от базовой зарплаты. Инвестиции в модернизацию оборудования находились на уровне 1,24 млн руб. на одного работника в год, затраты на обучение и повышение квалификации – 12,4 тыс. руб. на человека. Средний уровень механизации и автоматизации производства достиг 68,4%. На рис. 2 показаны динамика средней производительности труда и доли предприятий, применяющих контракты стимулирующего регулирования.

В табл. 2 представлены результаты оценки различных спецификаций регрессионной модели влияния контрактов стимулирующего регулирования на производительность труда. Базовая спецификация (1) включает только

Таблица 1

Описательная статистика

Descriptive statistics

Переменная	Среднее	Медиана	Ст. откл.	Мин.	Макс.
Производительность труда, т на человека	3126	2854	1629	629	8945
Контракты стимулирующего регулирования (бинарная)	0,24	0,00	0,43	0	1
Доля работников с КСР, %	14,8	0,0	25,4	0,0	100,0
Средний размер премии по КСР, %	18,6	15,0	12,3	5,0	50,0
Инвестиции в модернизацию, млн руб. на чел.	1,24	0,86	1,18	0,09	6,45
Затраты на обучение, тыс. руб. на чел.	12,4	9,3	8,6	1,2	40,8
Уровень механизации и автоматизации, %	68,4	72,0	18,2	25,0	95,0

Источник: расчеты автора по данным предприятий.

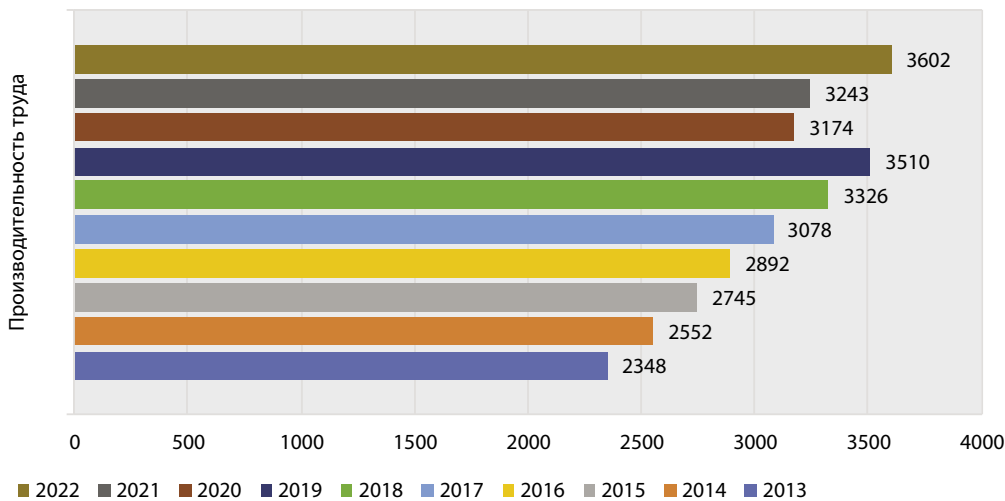


Рис. 2. Динамика производительности труда и применения КСР, т на человека

Fig. 2. Dynamics of labour productivity and application of the incentive development contracts, tonnes per person

Таблица 2

Результаты оценки регрессионных моделей

Results of regression model estimation

Производительность труда, тонн на человека	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Контракты стимулирующего регулирования (бинарная)	484,2*** (68,4)	318,6*** (72,5)	296,4*** (73,1)	556,8*** (92,6)	214,8*** (80,2)	325,4*** (76,4)
Доля работников с КСР, %	– (2,4)	14,8*** (2,6)	12,6*** (3,1)	18,4*** (2,8)	10,2*** (2,6)	13,5***
Средний размер премии по КСР, %	– (–)	– (3,8)	8,2** (4,2)	9,6** (3,6)	7,4** (3,9)	8,8**
Инвестиции в модернизацию, млн руб. на чел.	125,4*** (20,6)	118,6*** (20,2)	116,2*** (22,1)	132,8*** (19,8)	108,4*** (21,2)	122,5***
Затраты на обучение, тыс. руб. на чел.	24,8*** (4,2)	23,5*** (4,0)	22,9*** (4,4)	26,2*** (3,9)	21,6*** (4,3)	24,1***
Уровень механизации и автоматизации, %	18,6*** (2,5)	17,4*** (2,4)	16,8*** (2,7)	19,5*** (2,3)	15,2*** (2,6)	18,1***
Константа	1246,0*** (84,2)	1184,2*** (92,4)	1052,8*** (102,6)	986,4*** (–)	– (94,8)	1128,6***
Количество наблюдений	500	500	500	500	500	500
Количество предприятий	50	50	50	50	50	50
R^2	0,542	0,586	0,602	0,625	0,668	–
Скорректированный R^2	0,536	0,579	0,594	0,616	0,648	–

Примечание: в скобках приведены стандартные ошибки. ***, **, * – значимость на уровне 1%, 5% и 10%.

бинарную переменную применения КСР. В спецификациях (2) и (3) добавлены переменные доли охваченных работников и среднего размера премии. Спецификация (4) учитывает эндогенность с помощью метода инструментальных переменных. Модели (5) и (6) – с фиксированными и случайными индивидуальными эффектами предприятий.

Все спецификации показывают, что применение контрактов стимулирующего регулирования оказывает статистически значимое положительное влияние на производительность труда. При прочих равных, предприятия, использующие КСР, достигают в среднем на 484 т угля на человека в год большей производительности (спецификация 1). С учетом эндогенности этот эффект оценивается еще выше – в 557 т на человека (спецификация 4).

Увеличение доли работников, охваченных КСР, на 1 процентный пункт повышает производительность в среднем на 12,6-18,4 т на человека в год. Рост среднего размера премии по КСР на 1 процентный пункт дает прирост произ-

водительности на 7,4-9,6 т. Значимое положительное влияние на производительность труда также оказывают инвестиции в модернизацию оборудования, затраты на обучение персонала и уровень механизации и автоматизации производства. Увеличение этих факторов на единицу приводит к росту производительности на 108-133, 22-26 и 15-20 т на человека соответственно. Модели с учетом индивидуальных эффектов предприятий (5-6) показывают несколько меньшие, но более устойчивые оценки влияния КСР на производительность: 215-325 т на человека для бинарной переменной применения КСР. Выбор между моделями с фиксированными и случайными эффектами по тесту Хаусмана говорит в пользу модели с фиксированными эффектами (5).

Для более детального анализа влияния отдельных факторов на производительность труда были оценены различные модификации базовой модели. В частности, проверялась гипотеза о нелинейном характере зависимости

производительности от доли работников, охваченных КСР. Для этого в модель была включена квадратичная форма переменной X_2 :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{2it}^2 + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}. \quad (7)$$

Результаты оценки модели (7) приведены в табл. 3. Коэффициент при квадрате доли охваченных КСР оказался статистически значимым и отрицательным ($\beta_3 = -0,28$). Это говорит о том, что зависимость производительности труда от охвата КСР имеет вид перевернутой параболы. Данный результат можно интерпретировать следующим образом: положительное влияние КСР на производительность растет по мере увеличения доли охваченных работников, но лишь до определенного предела, после которого предельная отдача от дальнейшего расширения охвата начинает снижаться.

Также была проанализирована потенциальная неоднородность эффекта КСР на производительность труда в зависимости от горно-геологических условий добычи. Для этого наблюдения были разделены на три группы по степени сложности условий: легкие (24% выборки), средние (48%) и тяжелые (28%). Затем базовая модель (3) была оценена отдельно на каждой подвыборке. Полученные результаты представлены в табл. 4.

Мы видим, что положительный эффект КСР на производительность наиболее выражен для предприятий с легкими условиями добычи ($\beta_1 = 362,8$) и снижается по мере усложнения условий. В группе предприятий с тяжелыми условиями влияние бинарной переменной КСР становится статистически незначимым на уровне 10%. Это свидетельствует о том, что потенциал КСР как инструмента стимулирования в большей степени раскрывается на предприятиях, имеющих больше возможностей для интенсификации и оптимизации труда. Еще одним направлением анализа стала оценка кумулятивного эффекта КСР с учетом дина-

Таблица 3

Оценка нелинейной модели влияния КСР на производительность

Estimation of a non-linear model of the incentive development contract impact on productivity

Зависимая переменная: Производительность труда, тонн на человека	(7)
Контракты стимулирующего регулирования (бинарная)	206,5**
(84,6)	–
Доля работников с КСР, %	28,4***
(5,2)	–
Доля работников с КСР (в квадрате), %	-0,28***
(0,10)	–
Средний размер премии по КСР, %	8,0**
(3,7)	–
Инвестиции в модернизацию, млн руб. на чел.	110,6***
(19,5)	–
Затраты на обучение, тыс. руб. на чел.	22,2***
(3,8)	–
Уровень механизации и автоматизации, %	16,3***
(2,3)	–
Константа	1148,2***
(108,5)	–
Количество наблюдений	500
Количество предприятий	50
R^2	0,624
Скорректированный R^2	0,615

Примечание: в скобках приведены стандартные ошибки. ***, **, * – значимость на уровне 1%, 5% и 10%.

мики показателей. Для этого зависимая переменная и факторы в модели (3) были взяты в форме темпов прироста:

$$\Delta Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \Delta X_{1it} + \beta_2 \Delta X_{2it} + \beta_3 \Delta X_{3it} + \dots + \beta_k \Delta X_{kit} + \varepsilon_{it}. \quad (8)$$

Таблица 4

Оценка модели КСР по группам предприятий

Estimation of the incentive development contract model by the groups of companies

Зависимая переменная: Производительность труда, тонн на человека	Легкие	Средние	Тяжелые
Контракты стимулирующего регулирования (бинарная)	362,8**	285,4***	184,6
(146,2)	(92,5)	(115,8)	–
Доля работников с КСР, %	10,2*	14,5***	6,8
(5,8)	(3,2)	(4,4)	–
Средний размер премии по КСР, %	12,6	7,5*	5,2
(8,4)	(4,2)	(6,6)	–
Инвестиции в модернизацию, млн руб. на чел.	135,0***	118,4***	94,6***
(36,8)	(25,4)	(30,2)	–
Затраты на обучение, тыс. руб. на чел.	26,4***	21,2***	18,6***
(7,5)	(5,0)	(6,2)	–
Уровень механизации и автоматизации, %	22,5***	15,0***	12,8***
(5,2)	(3,1)	(4,0)	–
Константа	896,4***	1124,8***	1308,2***
(186,5)	(122,4)	(154,6)	–
Количество наблюдений	120	240	140
Количество предприятий	12	24	14
R^2	0,586	0,612	0,558
Скорректированный R^2	0,562	0,598	0,528

Примечание: в скобках приведены стандартные ошибки. ***, **, * – значимость на уровне 1%, 5% и 10%.

Таблица 5

где $\Delta Y_{it} = \frac{Y_{it} - Y_{i,t-1}}{Y_{it}}$, $t-1$ – темп прироста производительности труда, $\Delta X_{kit} = \frac{X_{kit} - X_{ki,t-1}}{X_{kit}}$, $t-1$ – темпы прироста факторов.

Модель (8) позволяет оценить, как изменение интенсивности применения КСР влияет на динамику производительности труда с учетом изменений других факторов. Результаты оценки приведены в табл. 5. Согласно полученным данным, увеличение доли работников с КСР на 1 п.п. ускоряет темп прироста производительности труда на 0,42 п.п. Повышение среднего размера премии на 1 п.п. дает ускорение на 0,28 п.п. Рост инвестиций, затрат на обучение и уровня автоматизации на 1% обеспечивает прирост темпов роста производительности на 0,18, 0,12 и 0,08 п.п. соответственно.

Для декомпозиции эффекта КСР по видам стимулирования модель (3) была расширена путем включения дополнительных переменных:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_4 D_{1it} + \beta_5 D_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}. \quad (9)$$

где D_{1it} – доля работников, получающих индивидуальные стимулирующие выплаты по КСР, D_{2it} – доля работников, получающих групповые (бригадные) выплаты.

Оценки модели (9) в табл. 6 показывают, что и индивидуальные, и групповые выплаты в рамках КСР оказывают значимое положительное влияние на производительность. При этом эффект групповых выплат ($\beta_5 = 16,2$) заметно превышает эффект индивидуальных ($\beta_4 = 8,4$). Этот результат свидетельствует о важности коллективных форм стимулирования для угледобывающих предприятий, где значительная часть работ выполняется в бригадах.

Для проверки устойчивости полученных результатов также были применены альтернативные методы оценки: робастная регрессия (robust regression), квантильная регрессия (quantile regression), оценка на сбалансированной панели (balanced panel), модели со структурными сдвигами (structural breaks) и другие. Знаки и статистическая значимость ключевых коэффициентов при этом сохранились.

В целом результаты моделирования подтверждают гипотезу о том, что применение контрактов стимулирующего регулирования является эффективным инструментом повышения производительности труда в угольной промышленности России. В то же время анализ выявил ряд особенностей и ограничений этого влияния:

- эффект КСР нелинейно зависит от доли охваченных работников и убывает по мере дальнейшего расширения охвата;
- положительное влияние КСР наиболее выражено для предприятий с относительно легкими горно-геологическими условиями;
- КСР дают импульс не только уровню производительности, но и ее динамике, ускоряя темпы роста;
- групповые стимулирующие выплаты в рамках КСР оказывают более сильный эффект на производительность, чем индивидуальные.

Оценка модели КСР по темпам прироста показателей

Estimation of the incentive development contract model by rate of performance growth

Зависимая переменная:	(8)
Темп прироста производительности труда, %	0,42***
Темп прироста доли работников с КСР, п.п.	–
(0,12)	–
Темп прироста среднего размера премии по КСР, п.п.	0,28**
(0,14)	–
Темп прироста инвестиций в модернизацию, %	0,18***
(0,05)	–
Темп прироста затрат на обучение, %	0,12**
(0,06)	–
Темп прироста уровня механизации и автоматизации, %	0,08*
(0,04)	–
Константа	2,5***
(0,6)	–
Количество наблюдений	450
Количество предприятий	50
R^2	0,354
Скорректированный R^2	0,342

Примечание: в скобках приведены стандартные ошибки. ***, **, * – значимость на уровне 1%, 5% и 10%.

Таблица 6

Оценка модели КСР по видам стимулирующих выплат

Estimation of the incentive development contract model by the type of incentive payments

Зависимая переменная:	(9)
Производительность труда, тонн на человека	265,8***
Контракты стимулирующего регулирования (бинарная)	–
(75,4)	–
Доля работников с индивидуальными выплатами по КСР, %	8,4**
(3,6)	–
Доля работников с групповыми выплатами по КСР, %	16,2***
(4,8)	–
Средний размер премии по КСР, %	7,8**
(3,5)	–
Инвестиции в модернизацию, млн руб. на чел.	114,5***
(20,0)	–
Затраты на обучение, тыс. руб. на чел.	22,6***
(4,0)	–
Уровень механизации и автоматизации, %	16,5***
(2,4)	–
Константа	995,2***
(98,6)	–
Количество наблюдений	500
Количество предприятий	50
R^2	0,618
Скорректированный R^2	0,608

Примечание: в скобках приведены стандартные ошибки. ***, **, * – значимость на уровне 1%, 5% и 10%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты согласуются с выводами ряда зарубежных эмпирических исследований, оценивавших эффективность контрактов с оплатой по результатам в угольной промышленности. Так, в работе Эдвардса [11] на данных угольных шахт Великобритании было показано, что при прочих равных предприятия, использующие КСР, имеют на 21-32% более высокую производительность труда. В исследовании Ли и др. [12] на примере угольной промышленности Китая установлено, что КСР повышают производительность на 12-19%. Метаанализ Шефера и Кирнбаум [13], обобщивший результаты 25 эмпирических работ, выявил медианное значение эффекта КСР на уровне 16% прироста производительности.

При разработке политики стимулирования на основе КСР также необходимо принимать во внимание отраслевую и региональную специфику угледобывающих предприятий. В частности, ключевыми особенностями угольной промышленности России, влияющими на внедрение КСР, являются [22, 23, 24]:

- высокая капиталоемкость и инерционность производства, ограничивающие гибкость в управлении результативностью;
- значительная дифференциация горно-геологических и технологических условий добычи, затрудняющая унификацию показателей КСР;
- важная роль нематериальных факторов стимулирования (престиж профессии, социальные гарантии, безопасность труда);
- сильные позиции профсоюзов и коллективно-договорного регулирования социально-трудовых отношений;
- удаленность многих предприятий отрасли от крупных городов, моногородской характер населенных пунктов.

Эти особенности требуют адаптации передовых зарубежных практик КСР к российским реалиям, более тесной увязки стимулирующих выплат с качественными аспектами трудовой деятельности, активного социального диалога с работниками и их представителями в процессе внедрения КСР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что применение контрактов стимулирующего регулирования является эффективным инструментом повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях России. Внедрение КСР на предприятиях отрасли позволяет в среднем повысить производительность на 8-12% по сравнению с традиционными методами стимулирования.

Вместе с тем текущий уровень использования КСР в угольной промышленности России остается относительно низким. Для более полной реализации потенциала этого инструмента и достижения целевых показателей роста производительности труда целесообразно реализовать следующие меры:

1. Расширить охват работников угледобывающих предприятий контрактами стимулирующего регулирования до 50-70% к 2030 г.

2. Увеличить средний размер переменной части вознаграждения по КСР до 25-30% от общей компенсации работников к 2030 г.

3. Законодательно закрепить возможность заключения КСР как особой формы трудовых договоров и коллективных соглашений.

4. Создать отраслевые методические рекомендации по разработке и внедрению КСР на угледобывающих предприятиях с учетом лучших зарубежных и российских практик.

5. Организовать подготовку и повышение квалификации специалистов по управлению персоналом в части применения современных систем стимулирования.

6. Сформировать механизмы обмена опытом и распространения лучших практик использования КСР между предприятиями угольной промышленности.

7. Обеспечить мониторинг и оценку эффективности внедрения КСР на отраслевом уровне, доработку инструментов с учетом обратной связи.

Список литературы • References

1. Харлампенков Е.И., Кудряшова И.А. Факторная модель производительности труда в угольной промышленности // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. Т. 5. № 4. С. 557-567. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-4-557-567>. Kharlampenkov E.I., Kudryashova I.A. Factor model of labor productivity in the coal industry. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Series: politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki*. 2020;5(4):557-567. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-4-557-567>.
2. Батиевская В.Б., Хаес Б.Б. Диверсификация экономики промышленного региона как путь его стратегического развития, на примере Кемеровской области – Кузбасса. Конкурс лучших студенческих работ: X Междунар. науч.-исслед. конкурс. (Пенза, 15 октября 2021 г.) Пенза: Наука и Просвещение, 2021. С. 89-94.
3. Михненко О.Е., Салин В.Н. От статистического анализа данных к анализу реальных явлений на основе статистической информации. Наука о данных: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 5-7 февраля 2020 г. СПб.: СПбГУ, 2020. С. 196-199.
4. Наседкина Л.В., Чирухина Т.К. Факторы и стимулы роста производительности труда на современных промышленных предприятиях России // Энигма. 2021. № 29-1. С. 11-20. Nasedkina L.V., Chirukhina T.K. Factors and incentives of labor productivity growth at contemporary industrial enterprises of the Russian Federation. *Enigma*. 2021;(29-1):11-20. (In Russ.).
5. Cirillo V., Fana M., Guarascio D. Labour market reforms in Italy: evaluating the effects of the Jobs Act. *Economia Politica*. 2017;34(2): 211-232. <https://doi.org/10.1007/s40888-017-0058-2>.
6. Бае К.В. Различное влияние индивидуальной и групповой оплаты труда на удовлетворенность сотрудников: роль воспринимаемой справедливости оценок эффективности. Обзор государственного управления. 2021. С. 1-19.
7. Mudiantari P.N., Agustia D. Impact of intellectual capital on firm value through corporate reputation as a mediating variable. *Journal of Security and Sustainability Issues*. 2020;9(4):1203-1213. DOI: [https://doi.org/10.9770/JSSI.2020.9.4\(7\)](https://doi.org/10.9770/JSSI.2020.9.4(7)).
8. Исследование сущности интеллектуально-инновационного потенциала горного инженера / С.А. Прокопенко, Т.И. Грицкевич, Н.Н. Равочкин и др. // Горный информационно-аналитический

- бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 7. С. 155-177. DOI: 10.25018/0236-14932020-7-0-155-177.
- Prokopenko S.A., Gritskovich T.I., Ravochkin N.N., Dyagileva A.V. The essence of the intelligent and innovation potential of a mining engineer. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2020;(7):155-177. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-14932020-7-0-155-177.
9. Долгосрочная программа развития угольной промышленности до 2030 года. URL: https://www.rosugol.ru/upload/pdf/dpup_2030.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
 10. Закатов В.В. К вопросу о создании единой (персонифицированной) модели непрерывного повышения квалификации педагогических работников / Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. 2020. № 3.
 11. Edwards T. Incentive Regulation and Efficiency in the U.K. Coal Industry. *The Energy Journal*. 1998;19(3): 105-128. DOI: 10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol19-No3-6.
 12. Li H., Wu G., Xiao Q. Effects of Performance Pay in China's Large State-Owned Enterprises: Evidence from the Coal Industry. *China Economic Review*. 2020;(61):101437. DOI: 10.1016/j.chieco.2020.101437.
 13. Schaefer S.M., Kirnbauer C. Performance Pay and Productivity: A Meta-Analysis. *Academy of Management Proceedings*. 2021;(1):11993. DOI: 10.5465/AMBPP.2021.137.
 14. CRU Group. Coal Cost Report. URL: <https://www.crugroup.com/analysis/coal/coal-cost-report/>.
 15. Baska M., Kollar I. Compensation systems of sales representatives: how to select appropriate compensation system? *Marketing and Management of Innovations*. 2021;(1):189-198. DOI: 10.21272/mmi.2021.1-14.
 16. Tian H., Zhu L. Construction and Application of Enterprise Performance Appraisal System in Coal Enterprises. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(680):012108. DOI: 10.1088/1755-1315/680/1/012108.
 17. Jose G., Nimmi P.M., Mampilly S.R. It is not a case of "one size fits all": the need for customized HRM practices for employee engagement. *Development and Learning in Organizations: An International Journal*. 2021.
 18. Maria Camila Suarez-Paba, Ana Maria Cruz. A paradigm shift in Natch risk management: Development of a rating system framework for evaluating the performance of industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2022;(74):104615.
 19. Петров И.В., Уткин И.И., Джайянт В.Б. Предложения по декарбонизации угольной промышленности и устойчивому развитию обособленных регионов на основе подземной газификации углей // Уголь. 2022. № 9. С. 41-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-41-47. Petrov I.V., Utkin I.I., Jayant V.B. Proposals for decarbonization of the coal industry and sustainable development of isolated regions based on underground coal gasification. *Ugol'*. 2022;(9):41-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-9-41-47.
 20. Чистникова И.В. Устойчивое развитие угольной промышленности России // Уголь. 2022. № 11. С. 25-31. DOI: 10.18796/00415790-2022-11-25-31. Chistnikova I.V. Sustainable development of the Russian coal industry. *Ugol'*. 2022;(11):25-31. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-25-31.
 21. Цивилева А.Е., Голубев С.С. Мультипликативный экономический и социальный эффект деятельности территорий опережающего социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) // Уголь. 2021. № 11. С. 33-37. DOI: 10.18796/0041-57902021-11-33-37. Tsvileva A.E., Golubev S.S. Multiplier economic and social effect of activities in territories of priority social and economic development in the Republic of Sakha (Yakutia). *Ugol'*. 2021;(11):33-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-11-33-37.
 22. Цивилева А.Е., Голубев С.С. Влияние санкций на работу предприятий угольной промышленности // Уголь. 2022. № 8. С. 84-91. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-84-91. Tsvileva A.E., Golubev S.S. Impact of sanctions on operation of the coal industry enterprises. *Ugol'*. 2022;(8):84-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-84-91.
 23. Нехорошков В.П., Соколова Д.А. Влияние тенденций декарбонизации на развитие угольной промышленности // Journal of Economy and Business. 2022. № 6-2. С. 100-104. Nekhoroshkov V.P., Sokolova D.A. Influence of recarbonization trends on the development of the coal industry. *Journal of Economy and Business*. 2022;(6-2):100-104. (In Russ.).
 24. Мазурчук Т.М. Обоснование социально-экономической эффективности разработки угольных месторождений арктического региона // Экономические системы. 2022. Т. 15. № 1. С. 90-98. Mazurchuk T.M. Substantiation of the socio-economic efficiency of the development of coal deposits in the Arctic Region. *Ekonomicheskie sistemy*. 2022;15(1):90-98. (In Russ.).
 25. Черняев М.В., Агеев Е.Н. Опыт зарубежных стран в применении инноваций в угольной промышленности // Экономические системы. 2020. Т. 13. № 1. С. 170-175. Chernyaev M.V., Ageyev E.N. Experience of foreign countries in application of innovations in the coal industry. *Ekonomicheskie sistemy*. 2020;13(1):170-175. (In Russ.).
 26. Министерство энергетики РФ. Статистика угольной промышленности. URL: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic> (дата обращения: 15.04.2024).

Authors Information

Ignatyeva O.V. – PhD (Juridical), Associate Professor, Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation, e-mail: o.v.ignatyeva@mospolytech.ru

Nayanov E.A. – Senior lecturer, Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation, e-mail: e.a.nayanov@mospolytech.ru

Arzamasova E.L. – Senior lecturer, Moscow Polytechnic University, Moscow, 107023, Russian Federation, e-mail: Kstvg-15@yandex.ru

Mandrik N.V. – PhD (Economic), Associate Professor, Department of Economics, National University of Science and Technology MISIS (NUST MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: mandrik.nv@gmail.com

Kuzmina T.I. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, 115054, Russian Federation, e-mail: Tutor007@list.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024


Принята к публикации: 26.04.2024


Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

УДК 339.9:338.2:+622.3:330.3(470+571) © Д.Ю. Савон ¹,
С.В. Новоселов², Л.В. Борисова³, А.Е. Сафронов³, 2024

UDC 339.9:338.2:+622.3:330.3(470+571) © D.Yu. Savon ¹,
S.V. Novoselov², L.V. Borisova³, A.E. Safronov³, 2024

¹ НИТУ МИСИС, 119048, г. Москва, Россия

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


² Академия горных наук, 650002, г. Кемерово, Россия

² The Academy of Mining Sciences, 650002, Kemerovo, Russian Federation

³ ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия

³ Don State Technical University, Rostov-on-Don,
344010, Russian Federation

 e-mail: e-mail: di199@yandex.ru

 e-mail: di199@yandex.ru

Тенденции мирового потребления энергоресурсов и стратегическая роль угля в топливно-энергетическом балансе России

Trends in global energy consumption and the strategic role of coal in the fuel and energy balance of the Russian Federation

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-86-91>

САВОН Д.Ю.

Доктор экон. наук, профессор кафедры
«Экономика» НИТУ МИСИС,
119048, г. Москва, Россия,
e-mail: di199@yandex.ru

НОВОСЕЛОВ С.В.

Канд. экон наук, доцент, действительный
член Академии горных наук,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: nowosyolow.sergej@yandex.ru

БОРИСОВА Л.В.

Доктор техн. наук, профессор, заведующая
кафедрой «Менеджмент и бизнес-технологии»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: borisovalv09@mail.ru

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

В статье приведен сравнительный анализ дифференциации мирового производства и потребления энергии стран-лидеров за период 2012-2022 гг. Определены характерные группы стран по факторам энергопотребления и энергетической дифференциации стран. Рассчитаны прогнозные тренды мирового потребления энергоресурсов на основе систематизированной информационной базы Energy Institute за период 2012-2022 гг. Доказывается стратегическая значимость угля как для мировой экономики на период до 2035 г., так и для экономики России в условиях энергоперехода. Определяется необходимость оптимизации топливно-энергетического баланса при экономической и экологической целесообразности, при ограничениях, направленных на снижение энергоемкости ВВП, рационализации душевого потребления, повышении эффективности энергетических отраслей, при сокращении потерь ресурсов и энергии на всех стадиях выработки, транспорта, распределения и потребления энергии. Выбор эффективной оперативной стратегии действий должен ориентироваться на критерии, включающие как минимум блоки: энергетической безопасности, экономические, социальные, экологические, технологические.

Ключевые слова: тенденции, принцип инерционности систем, тренд, энергетическая дифференциация стран, реципиент энергии, донор энергии, оптимизация топливно-энергетического баланса, энергосбережение.

Для цитирования: Тенденции мирового потребления энергоресурсов и стратегическая роль угля в топливно-энергетическом балансе России / Д.Ю. Савон С.В., Новоселов, Л.В. Борисова и др. // Уголь. 2024;(5):86-91. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-86-91.

Abstract

The article provides a comparative analysis of the differentiation of global energy production and consumption of the leading countries for the period 2012-2022. Characteristic groups of countries have been identified by factors of energy consumption and energy differentiation of countries. The forecast trends of global energy consumption are calculated on the basis of the systematic information base of the Energy Institute for the period 2012-2022. The strategic importance of coal is proved both for the global economy for the period till 2035 and for the Russian economy in terms of energy transition.

The necessity of optimizing the fuel and energy balance with economic and environmental expediency is determined, with restrictions aimed at reducing the energy intensity of GDP, rationalizing per capita consumption, increasing the efficiency of energy industries, while reducing losses of resources and energy at all stages of generation, transport, distribution and consumption of energy. The choice of an effective operational action strategy should be guided by criteria that include at least the following blocks: energy security, economic, social, environmental, technological.

Keywords

Trends, the principle of inertia of systems, energy differentiation of countries, energy recipient, energy donor, optimization of the fuel and energy balance, energy conservation.

For citation

Savon D.Yu., Novoselov S.V., Borisova L.V., Safronov A.E. Trends in global energy consumption and the strategic role of coal in the fuel and energy balance of the Russian Federation. *Ugol'*. 2024;(5):86-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-86-91.

ВВЕДЕНИЕ

Решение глобальной мировой проблемы рационального потребления энергии с минимальным экологическим ущербом возможно только при консолидированном взаимодействии всех игроков мирового энергетического рынка. Глобальность и сложность проблемы очевидны, и по ней проведено множество исследований и публикаций. Однако пока системного решения нет. Поэтому необходимо продолжать исследования, при различных подходах и методиках, для поиска эффективных стратегических путей решения проблемы. В РФ различными научными учреждениями проводятся мониторинги и прогнозы развития мировой энергетики. В этом ключе решение проблемы определения тенденций развития мирового потребления энергоресурсов и оценка стратегической роли угля в топливно-энергетическом балансе России имеют актуальность и значимость для энергетической безопасности страны. В настоящий период энергетическая проблема приобрела все черты, которые находятся в диапазоне от консолидации до конфронтации. Кроме того, глобальный энергопереход имеет затяжной характер. По официальным данным Института энергетических исследований РАН, Аналитического центра при Правительстве РФ, определено: «Структура мирового энергопотребления будет становиться все более диверсифицированной и сбалансированной: к 2040 г. происходит по-

степенное выравнивание долей ископаемых видов топлива (нефть – 27%, газ – 25%, уголь – 25%) и неископаемых (в сумме 23%), что свидетельствует о развитии межтопливной конкуренции и повышении устойчивости энергоснабжения» [1]. Так и в зарубежных источниках определен диапазон угля в мировом топливно-энергетическом балансе – 25-26% [2, 3, 4].

Вместе с тем наблюдаются тенденции увеличения потребления энергии в непродуцированной сфере, увеличиваются комфортность жизни и расточительное потребление энергии, далее при анализе приведены примеры «аристократического потребления» и «энергетической бедности». Проблемы справедливого энергопотребления в мире определяются как различными экономическими потенциалами и масштабами стран, климатическими условиями, так и обеспеченностью природными запасами первичной энергии. Кроме того, учитывается, какую энергетическую позицию поддерживает государство. Это отражено в ряде российских [5, 6, 7], а также зарубежных публикаций [8, 9] и др.

В свою очередь в статье авторы, основываясь на принципе инерционности сложных социально-экономических систем и используя эконометрические методы, определили тренды мирового потребления энергоресурсов и стратегическую роль угля в топливно-энергетическом балансе России на период до 2035 г.

**ТЕНДЕНЦИИ И АНАЛИЗ
МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Статистический обзор Energy Institute мировое потребление первичных ресурсов в 2022 г. оценивает в 604,4 ЭДж [4], при переводе в т н.э. имеем 1 т н.э. = 41,868 ГДж, получим 14427,3 млн т н.э., т.е. темп роста до 2035 г., по данным прогнозов МЭА, EIA, будет в диапазоне 14,3-33,8% за период. В свою очередь, используя принцип инерционности масштабных социально-экономических систем, таких как Мировой топливно-энергетический комплекс (ТЭК), нами рассчитаны тренды на 13 периодов (по годам) по логарифмической, полиномиальной и линейным функциям. Графически общие мировые тенденции потребления энергии на период 2012-2022 гг. представлены на рис. 1.

Математико-статистический расчет (в т н.э.) показывает рост мирового потребления энергии в диапазоне 15,33–16,43 млрд т н.э., что по сравнению с фактом 2022 г. – 14,42 млрд т н.э. дает относительный рост в диапазоне 6,31-11,54%, абсолютный – 2,23 млрд т н.э. (это существенно, так как все 13 лет будет интегральная прибавка в 171,53 млн тн.э.). Расчетный линейный прогноз численности населения ежегодно на 1,0101%, при 8 млрд чел. в 2022 г., к 2035 г. составит ориентировочно порядка 9,11 млрд чел., т.е. при расчетном среднем потреблении 2,57 т у.т./душ. (см. таблицу), или 1,798 т н.э./душ. можем получить 16,38 млрд т н.э. – попадаем в расчетный интервал прогнозов, представленных Институтом энергетических исследований РАН, Аналитическим центром при Правительстве РФ.

Как видно, все три тренда: полиномиальный, логарифмический и линейный имеют закономерность роста. Объяснение простое: рост численности населения и увеличение объемов мирового ВВП, информационный бум инте-

Сравнительный анализ производства и потребления энергии стран-лидеров за 2012-2022 гг.

Comparative analysis of the energy production and consumption by leading countries for 2012-2022

Страны мира	2012 г. Потребление, т у.т./душ.	2022 г. Потребление, т у.т./душ.	Абсолютный рост/спад, т у.т./душ. (+/-)	Среднее потребление энергии в мире, т у.т./душ.	Превышение условно- среднего потребления, т у.т./душ.	Потребление страной, ЭДж/г	Доля в мировом потреблении	Мировое производство энергии, ЭДж/г	Производство энергии страной, ЭДж/г	Доля в мировом производстве	Отношение потребления к производству
Канада	13,77	12,55	-1,214	2,57	9,975	14,4	0,023	639,4	18,34	0,028	0,831
США	9,72	9,67	-0,044	2,57	7,098	95,91	0,158	639,4	68,92	0,107	1,473
Тринидад и Тобаго	19,42	13,18	-6,242	2,57	10,603	0,59	0,000	639,4	1,08	0,0016	0,578
Австрия	6,04	5,24	-0,795	2,57	2,668	1,37	0,002	639,4	0,03	0,00004	48,33
Бельгия	7,62	7,17	-0,453	2,57	4,597	2,45	0,004	639,4	0,42	0,00065	6,174
Чешская Республика	5,83	5,43	-0,402	2,57	2,859	1,67	0,002	639,4	0,034	0,00005	51,99
Финляндия	7,72	7,24	-0,481	2,57	4,668	1,18	0,001	639,4	0,035	0,00005	35,68
Франция	5,61	4,43	-1,184	2,57	1,853	8,39	0,013	639,4	0,19	0,00029	46,74
Германия	5,66	1,62	-4,047	2,57	-0,955	12,3	0,020	639,4	0,44	0,00068	29,59
Греция	3,91	3,73	-0,177	2,57	1,160	1,14	0,001	639,4	0,025	0,00003	48,26
Венгрия	3,10	3,59	0,484	2,57	1,016	0,96	0,001	639,4	0,014	0,00002	72,58
Италия	3,96	3,55	-0,416	2,57	0,975	6,14	0,010	639,4	0,42	0,00065	15,47
Нидерланды	8,02	6,88	-1,139	2,57	4,303	3,54	0,005	639,4	0,6	0,00093	6,245
Норвегия	13,75	11,90	-1,849	2,57	9,330	1,9	0,003	639,4	8	0,01251	0,251
Польша	3,62	3,69	0,068	2,57	1,115	4,31	0,007	639,4	0,21	0,00032	21,72
Испания	4,38	4,12	-0,255	2,57	1,552	5,76	0,009	639,4	0,14	0,00021	43,55
Швеция	8,38	7,36	-0,255	2,57	4,784	2,28	0,003	639,4	0,08	0,00012	30,16
Швейцария	5,39	4,09	-1,293	2,57	1,522	1,05	0,001	639,4	0,025	0,00003	44,45
Великобритания	4,58	3,69	-0,883	2,57	1,122	7,31	0,012	639,4	3,04	0,00475	2,545
Белоруссия	4,12	2,85	-1,270	2,57	0,275	1,07	0,001	639,4	0,014	0,00002	80,90
Казахстан	5,26	5,49	0,225	2,57	2,914	3,12	0,005	639,4	4,49	0,00702	0,735
Россия	6,95	6,81	-0,136	2,57	4,238	28,89	0,047	639,4	45,64	0,0713	0,670
Туркмения	6,79	8,76	1,972	2,57	6,190	1,65	0,002	639,4	3,31	0,00517	0,527
Иран	4,06	4,68	0,621	2,57	2,109	12,16	0,020	639,4	16,87	0,0263	0,763
Израиль	4,58	4,13	-0,447	2,57	1,556	1,09	0,001	639,4	0,03	0,00004	38,46
Кувейт	15,01	12,76	-2,252	2,57	10,187	1,6	0,002	639,4	6,53	0,0102	0,259
Оман	9,84	11,15	1,303	2,57	8,573	1,5	0,002	639,4	3,68	0,00575	0,431
Катар	28,54	23,86	-4,679	2,57	21,286	1,88	0,003	639,4	9,54	0,0149	0,208
Саудовская Аравия	10,81	10,77	-0,044	2,57	8,197	11,15	0,018	639,4	28,47	0,0445	0,414
ОАЭ	15,23	18,25	3,023	2,57	15,679	5,05	0,008	639,4	9,75	0,0152	0,548
Австралия	8,30	7,79	-0,505	2,57	5,221	5,98	0,009	639,4	6,15	0,00961	1,029
Китай	2,93	3,81	0,883	2,57	1,238	158,39	0,262	639,4	20,23	0,0316	8,287
Япония	5,33	4,91	-0,423	2,57	2,334	17,84	0,029	639,4	0,43	0,00067	43,91
Малайзия	4,30	4,86	0,563	2,57	2,286	4,84	0,008	639,4	4,35	0,00680	1,177
Новая Зеландия	6,62	5,64	-0,982	2,57	3,064	0,84	0,001	639,4	0,02	0,00003	44,45
Сингапур	18,36	18,07	-0,293	2,57	15,494	3,16	0,005	639,4	0,021	0,00003	159,28
Южная Корея	7,96	8,37	0,409	2,57	5,795	12,74	0,021	639,4	0,24	0,00037	56,19
Тайвань	6,81	6,83	0,020	2,57	4,255	4,78	0,007	639,4	0,1	0,00015	50,59

грируют экономический рост. Ситуация темпов роста по видам энергетических ресурсов на период 2022 г. приведена на рис. 2.

Как следует из рис. 2, на мировом энергетическом рынке за десятилетний период виден спад потребления нефти (31,9%) и атомной энергии (3,9%), отмечается рост возобновляемой энергетики (6,9%), гидроэнергетики (6,9%), газа (23,5%) и угля (27%). Следует отметить, что все относительно, в том числе и учет в (т у.т.), ведь фактически 1 кг условного твердого топлива при сжигании дает 29,3 МДж,

или 1 т у.т. = 7000 ккал, но натуральный уголь имеет широкий диапазон теплоты сгорания – порядка 3000-7100 ккал, в среднем можем считать порядка 5000 ккал/т н.т., тогда мировое потребление угля в натуральном выражении можно оценивать как 7715,4 млн т в 2022 г.

В статистическом обзоре Energy Institute на 2022 г. средняя теплотворная способность угля, по расчетам, составляет 4729 ккал/кг, что дает суммарное производство угля в мире 8803,4 млн т в год [10]. Следует учесть, что группа стран – мировых лидеров, защищающих «зеленую по-

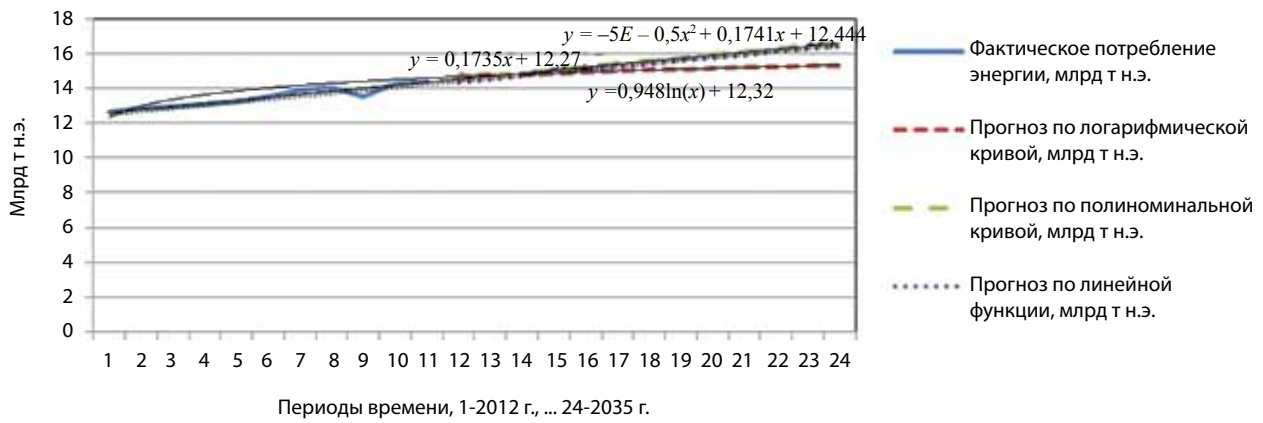


Рис. 1. Общие мировые тенденции потребления энергии за период 2012-2022 гг.

Fig. 1. General global energy consumption trends for the period of 2012-2022

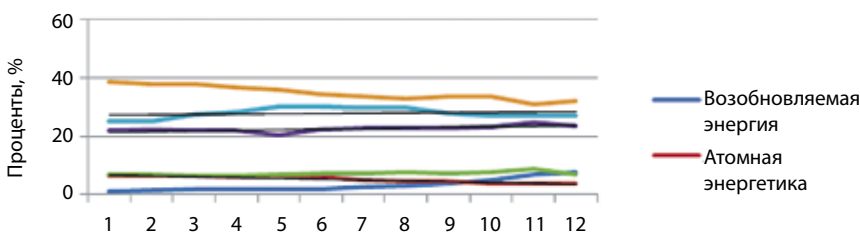


Рис. 2. Темпы мирового потребление первичной энергии за 2012-2022 гг.

Fig. 2. Global consumption rates of primary energy for 2012-2022

вестку» по производству углеводородного топлива, в недавнем прошлом сама добывала довольно значительные объемы угля, это Германия, Польша, Украина.

Другой парадокс наблюдается по потреблению энергии в Тринидаде и Тобаго – 13,82 т.у.т./душ. при параметре превышения вклада в мировое производство больше, чем у США в 2,55 раза. Это объясняется, во-первых, масштабами стран, во-вторых численностью населения: США – порядка 333,28 млн чел., Тринидад и Тобаго – 1,4 млн чел., но по факту у США всего 0,095 ЭДж/млн чел., а у Тринидада 0,385 ЭДж/млн чел., в 4,05 раза выше, чем у мирового лидера по потреблению и производству, т.е. математически получен «мнимый» показатель.

Анализируя далее, по фактическим параметрам определяем, что некоторые страны-лидеры снизили душевое потребление энергии за период 2012-2022 гг., другие повысили, но для стран высшей группы потребления, таких как Катар – 23,86 т.у.т./душ., Саудовская Аравия – 10,7 т.у.т./душ., ОАЭ (Объединенные Арабские Эмираты) – 18,2 т.у.т./душ., Сингапур – 18,07 т.у.т./душ., Канада – 12 т.у.т./душ., Норвегия – 11,9 т.у.т./душ., Кувейт – 12,7 т.у.т./душ., Оман – 11,2 т.у.т./душ., снижение или повышение на 2 т.у.т./душ. в принципе незначимы. Они энергетически избыточны, у них «аристократическое» потребление, даже среди стран-лидеров – выше 10 т.у.т./душ. Вторая группа лидеров потребления – от 5 до 10 т.у.т./душ., сюда попадают США – 9,7 т.у.т./душ., Южная Корея – 8,37 т.у.т./душ., Австралия – 7,79 т.у.т./душ., Франция – 7,2 т.у.т./душ., Российская Федерация – 6,81 т.у.т./душ.,

Казахстан – 5,49 т.у.т./душ. и ряд других стран, которые имеют средние характеристики по энергетике, при оценке по различным подходам.

Однако объективно можно выделить среди них группу стран – ведущих игроков энергетического рынка: Россия, Канада, Казахстан, Туркмениния, Иран, Кувейт, Оман, Катар, Саудовская Аравия, ОАЭ, которые производят энергии больше, чем потребляют в разы (Катар – до 5 раз). Но по масштабам производства лидируют США – 68,92 ЭДж/год, Россия – 45,64 ЭДж/год, Китай – 20,23 ЭДж/год, Канада – 18,24 ЭДж/год, а такие страны, как Франция, Польша и т.п. отстают от лидеров как минимум в 200-355 раз. Вот такая ситуация в производстве энергии.

В потреблении энергии лидерство держат: Китай – 158,39 ЭДж/г, США – 95,91 ЭДж/г, Россия – 28,89 ЭДж/г, Канада – 14,4 ЭДж/г. Парадоксально, что при потреблении Япония (17,84 ЭДж/г) и Южная Корея (12,74 ЭДж/г) в свою очередь имеют соотношение с производством меньшее в 43,91 и 56,19 раза (как факт, Япония производит электроэнергии 1033,66 ТВт·ч, почти как Россия – 1166,9 ТВт·ч, а Южная Корея 620,3 ТВт·ч и все потребляют).

Третья группа стран лидеров по потреблению более 2,57-5 т.у.т./душ., такие как Греция, Венгрия, Италия, Великобритания и др., также имеют свои ограничения как по первичным ресурсам, так и по структуре развития энергетических отраслей и другим факторам, они отстают от лидеров в 2000-3000 раз.

Четвертая группа – это 126 стран, которые не попали в статистический учет Energy Institute (учитывали 67 стран), они определены как прочие на каждом континенте. Мы определили условно-средние параметры потребления энергии таких стран. В Центральной и Южной Америке прочие, не учтенные в Статистическом обзоре [4], восемь стран имеют условно-среднее потребление – 0,54 ЭДж на страну, при размахе диапазона в учетной группе от 0,59 до 13,41, т.е. дифференциация в 1,1-24,83 раза. В Европе восемь стран имеют условно-среднее потребление –

0,93 ЭДж на страну при размахе диапазона в учетной группе от 0,93 до 12,3, т.е. дифференциация в 1-13,2 раза.

Еще более радикальный факт дифференциации потребления в прочих странах Азиатско-Тихоокеанского региона, где 17 учтенных стран имеют потребление 274,05 ЭДж, а остальные порядка 19 стран – 3,55 ЭДж, или 0,19 ЭДж на страну, это всего 1,3%. В Африке учтены Алжир, Египет, Марокко, они в общем потребляют 8,37 ЭДж, а прочие неучтенные 51 страна и восемь непризнанных территорий суммарно потребляют 11,86 ЭДж, т.е. они имеют условно-среднее потребление – 0,195 ЭДж на страну – это самое низкое потребление. Конечно, по факту могут быть у некоторых стран еще более низкие цифры, например в Конго потребление, порядка 83 кВт·ч в год на человека, или 3-13 ЭДж, это 101,7 грамма условного топлива. Вот такая дифференциация присутствует в сфере мирового энергетического потребления.

Следовательно, проблема энергетического равенства стран открыта, и частично ее решить могут только реально прорывные технологии – не сжигание первичных ресурсов, так как они ограничены в обозримом периоде времени и наносят экологический ущерб, а поиск и создание радикально новых видов топлива (биотопливо, химическое топливо, возобновляемые источники и т.п.). Необходимо создание экономически целесообразных энергетических установок с использованием в них этого топлива, в том числе и из угля, при условии радикально высокоэнергетического КПД и необходимой экологичности.

РОЛЬ УГЛЯ

В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ БАЛАНСЕ РОССИИ

Мировое потребление угля за десятилетний период 2012–2022 гг. выросло с 7002,14 млн т до 8142,93 млн т и составило 16,3%, т.е. среднегодовой темп составляет 1,38%. Относительно угля, на рубеже 2016-2017 гг. его производство было ниже потребления, что вполне соответствует действительности, сжигали «накопленные запасы» прошлых лет, что вполне допустимо, но в долгосрочном периоде производство опережает спрос. Мировое производство в 2022 г. составило 8803,4 млн т, при линейных прогнозах до 2035 г. мировое потребление энергии составит порядка 641,9 ЭДж, тогда при линейных темпах роста добычи в мировом топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) уголь составит 25,63-27,47%. Сейчас выделяются:

- Китай – лидер № 1 по добыче угля;
- пять основных лидеров, добыча которых составляет 85% от мировой, включая Россию;
- страны, добыча которых 100-150 млн т.

Тренды производства и потребления угля возрастают и имеют сильную положительную корреляцию. Ранее рассматривались производство и потребление энергоресурсов в мире с учетом показателя масштабов потребления [11]. В данной статье расширен диапазон анализа, рассмотрено 39 стран, учитывались показатели дифференциации по потреблению как на душу населения, так и по странам. Приведено сравнение относительных долей производства и потребления всех видов энергии, что характеризует степень страны как донора или как реципиента энергии, что повышает репрезентативность анализа и достоверность выводов.

Китай является абсолютным лидером в мире по добыче угля, он производит 4560 млн т, или 51,7%, и он в 5-10 раз обходит основных игроков угольного рынка при распределении: Индия – 812 млн т (9,2%); Индонезия – 687,9 млн т (7,84%); США – 539,4 млн т (6,1%); Австралия – 443,4 млн т (5%), Россия – 439 млн т (4,99%). Третья группа – это страны с добычей 100-150 млн т: Польша – 107 млн т (1,2%); Германия – 132 млн т (1,5%); Казахстан – 118 млн т (1,3%). Четвертая группа лидеров – страны с добычей 10-100 млн т, например Украина – 16,5 млн т (0,18%), т.е. в 278 раз ниже, чем у Китая. Кроме того, есть еще страны, учитываемые Energy Institute, с микроскопической добычей угля, это Испания – 0,1 млн т (в 45600 раз меньше, чем у лидера), что подтверждает широкий диапазон дифференциации по добыче угля. Но с другой стороны в 2022 г. по потреблению энергии на душу населения в Испании было 117 ГДж/душ., и она пока обходит Китай – 111,8 ГДж/душ.

В настоящее время идет активный научный поиск в области инновационного и прорывного развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России, о чем свидетельствует ряд открытий в энергетических отраслях, но до промышленного внедрения нужны время и ресурсы, и уголь пока, в любом случае, будет способствовать энергетической безопасности.

Развитие угольной промышленности России основывается на Программе развития [12, 13, 14], где целевым видением определено создание новых центров добычи угля, в том числе, в Арктической зоне Российской Федерации (раздел II п.3 Программы). Добыча угля в России к 2035 г. должна достичь диапазона 485-668 млн т, тогда по фактической долгосрочной динамике рассчитаны тренды. Для России определяются следующие прогнозы добычи на 2035 г. по трем функциям, при $x = 24$ периода: линейная $y = 9,430x + 343,0 = 569,32$ млн т; логарифмическая $y = 40,57 \ln(x) + 335,0 = 463,93$ млн т; степенная $y = 337,9 \times 0,103 = 468,75$ млн т. Полученный диапазон 463,93-569,92 млн т имеет высокую корреляцию с официальным, но, в принципе, любая цифра из диапазона может устраивать Россию, меньше угля – выше цены, больше угля – работает ценовая политика на курсах рубля. Исходя из прогнозного потребления энергии в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) России порядка 31,56 ЭДж в 2035 г. (при учете 1 т у.т. = 29,3 ГДж и средней теплотворной способности 4729 ккал/кг) по линейному тренду, имеем угля в ТЭБ России в диапазоне 22,85-25,61%, что говорит о стратегической значимости угля в энергетической безопасности России. По разным оценкам, его запасов хватит на сотни лет [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уголь, согласно Программе развития угольной промышленности России на период до 2035 г., будет занимать одно из ведущих мест в ТЭБ. В свою очередь, авторами статьи предлагается активизировать развитие системы энергосбережения в России (включая энергосбереженческое поведение, воспитание, пропаганду, обучение и т.д.). В стратегическом плане должны быть решены задачи оптимизации ТЭБ при конкретных ограничениях на всех уровнях производства и потребления энергии в стране (до определенного уровня значимости энергопроизводства/энерго-

потребления) при доказательной защите разработанных проектов ТЭБ энергопроизводителей/энергопотребителей в компетентных инстанциях с последующим мониторингом и контролем. Кроме того, проведенный анализ, оценка и прогнозирование процессов производства и потребления энергоресурсов в мире при определении дифференциации стран в данном аспекте, при независимых выводах и новом подходе, учитывающим масштаб стран, соотношение объемов производства и потребления суммарной энергии, степень энергетического донорства или зависимости, заслуживают внимания и могут быть полезными при стратегическом планировании.

Список литературы • References

1. Грицко Г.И. О роли угля в обеспечении энергетической безопасности / Труды междунар. науч. практ. конф. «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности». Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. 165 с.
2. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. Институт энергетических исследований РАН. Аналитический центр при Правительстве РФ / А.А. Макаров, Т.А. Митрова, Л.М. Григорьев и др. М.: ИНЭИ РАН, АЦ, 2013. 107 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://hse.ru/data/2014/01/23/1325658082/prognoz-2040.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Spencer Dale. 2022/71st edition bp Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 57 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693466020&tld=ru&lang=en&name=bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
4. Juliet Davenport, Nick Wayth. 2023/72nd edition/Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 60 p. [Электронный ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693464002&tld=ru&lang=en&name=Statistical_Review_of_World_Energy_2023.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
5. Shinkevich A.I., Kostyukhin Y.Yu., Savon D.Yu., Safronov A.E., Aleksakhin A.V. Optimization of energy-efficient functioning of the oil and gas sector of the economy through digitalization and resource conservation. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2021;11(5):321-330.
6. 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.
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):62-68. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68.
7. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Ushakov D. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development. *Espacios*. 2019;40(16):6.
8. Heinrich A. & Szulecki K. Energy securitization: applying the Copenhagen school's Framework to energy. In K. Szulecki (Ed.), *Energy Security in Europe. Divergent Perceptions and Policy Challenges*. Cham, Palgrave Macmillan, 2019, pp. 33-61.
9. Claes D.H. The Global Oil Market and EU Energy Security. *Energy security in Europe. Divergent Perceptions and Policy Challenges*: ed. K. Szulecki. London, Palgrave Macmillan, 2019, pp. 311-331.
10. Spencer Dale. 2022/71st edition bp Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 57 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693466020&tld=ru&lang=en&name=bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
11. Новоселов С.В. Проблема оценки техногенного воздействия на экологию стран – лидеров по производству и потребления энергии // Уголь. 2020. № 2. С. 48-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.
Novoselov S.V. Problem assessment of technogenic impact by the leading countries in terms of energy production and consumption. *Ugol'*. 2020;(2):48-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.
12. Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.06.2020 № 1582-р (ред. от 13.04.2024).
13. 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.
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 poriyadka*. 2023;(1):95-107. (In Russ.).
14. Петров И.В., Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Моделирование программы корпоративной социальной ответственности угольных компаний в Арктическом регионе // Уголь. 2022. № 3. С. 53-58. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
Petrov I.V., Novoselova I.Yu., Novoselov A.L. Modelling a corporate social responsibility programme for coal companies in the Arctic region. *Ugol'*. 2022;(3):53-58. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
15. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216.

Authors Information

Savon D.Yu. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economy, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: di199@yandex.ru

Novoselov S.V. – PhD (Economic), Associate Professor, Full-Fledged Member of the Academy of Mining Sciences, 650002, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: nowosyolow.sergej@yandex.ru

Borisova L.V. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Business Technologies, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation, e-mail: borisovalv09@mail.ru

Safronov A.E. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Business Technologies, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation, e-mail: reception@dstu.edu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.01.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received January 22, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Будущее рынка угля и что будет на него влиять

The future of the coal market and what will influence it

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-92-96>

ПЕТРЕНКО И.Е.

Горный инженер,
канд. техн. наук,
независимый горный
консультант-эксперт
(угольная промышленность),
e-mail: coaldepartment@inbox.ru

В статье приведен анализ современного состояния угольной отрасли Российской Федерации по таким ее показателям, как объемы добычи угля, инвестиций и прибыли. Установлено отсутствие какой-либо зависимости между указанными показателями в 2021-2023 гг. Определен перечень рисков и угроз, существенно влияющих на экономическое положение предприятий отрасли на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: добыча угля, экономика угольной отрасли, инвестиции в угольной отрасли, прибыли (убытки) угольных предприятий, угольно-промышленные кластеры, риски и угрозы в угольной отрасли.

Для цитирования: Петренко И.Е. Будущее рынка угля и что будет на него влиять // Уголь. 2024;(5):92-96. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-92-96.

Abstract

The article provides an analysis of the current state of the Russian coal industry in terms of such indicators as the coal production, investments and profits. It was established that there was no correlation between these indicators in 2021-2023. A list of risks and threats that significantly worsen the economic situation of the Russian coal industry for the nearest future.

Keywords

Coal mining, economics of the coal industry, investments in the coal industry, profits (losses) of coal enterprises, coal industry clusters, risks and threats in the coal industry.

For citation

Petrenko I.E. The future of the coal market and what will influence it. *Ugol*. 2024;(5): 92-96. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-92-96.

ВВЕДЕНИЕ

Применительно к угольной отрасли 2023 г. вызывает двойственное ощущение. С одной стороны, мечты наших западных «заклятых друзей» о «разорванной в клочья экономике России» в очередной раз так и остались мечтами, по крайней мере, в рамках угольного сектора нашей экономики. Все базовые показатели деятельности нашей угледобывающей индустрии – объем добычи угля, а также его поставок на внутренний рынок и на экспорт – остались в целом на уровне предыдущего года. Досадное незначительное (на ~1%!) снижение добычи угля было допущено по причине трудностей с вывозом угля на восток в четвертом квартале.

В экономике существует такое понятие «выйти на плато» – это когда показатели отдельной отрасли либо экономики в целом не изменяются в отношении год к году, т. е. нет прироста, но нет и снижения. Применительно к отечественной угольной отрасли можно с уверенностью утверждать, что по итогам прошедшего года

она «осталась на плато», на которое вышла еще в 2021 г. Таким образом, в деятельности нашей угольной отрасли была достигнута как бы некоторая стабильность.

С другой стороны, на протяжении многих последних лет в угольной отрасли наблюдался постоянный и устойчивый рост объемов добычи угля, а также и других сопутствующих показателей. Поэтому «выход на плато» – это, конечно, неплохо, но в то же время заставляет задуматься – а почему так, где привычный рост добычи и что вообще случилось?

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Прежде всего необходимо понять, что происходило с добычей угля в стране в предыдущие годы (рис. 1).

В период 2015-2018 гг. в угольной отрасли страны наблюдался постоянный и устойчивый рост объемов добычи угля. Эпидемия коронавируса в стране в 2019 г. отбросила добычу угля на уровень 2014 г. После завершения противозидемических мероприятий удалось довольно быстро восстановить утраченные позиции, однако серьезно превзойти достигнутые в 2021 г. результаты (442,3 млн т) не получается и по сей день. Поскольку объемы отгрузки угля в этот период полностью коррелируют с объемами его добычи, приводить их подробный анализ здесь не имеет смысла.

Но где же все-таки дальнейший рост угледобычи? К настоящему моменту в российской угольной промышленности обозначились следующие основные точки экономического роста – угольно-промышленные кластеры [1]: Тихоокеанский транспортно-логистический кластер; Западно-Таймырский промышленный кластер (ЗТПК).

Ядром Тихоокеанского транспортно-логистического кластера является Эльгинский угольный комплекс (ЭУК) в Республике Саха (Якутия), который включает в себя группу предприятий по добыче, обогащению, транспортировке и реализации высококачественных углей для коксования с аномально низким содержанием серы и фосфора. Эльгинское угольное месторождение можно сравнить с такими австралийскими месторождениями угля, как Гунниелла, Гордстон и Грегори. Месторождение является частью Южно-Якутского угольного бассейна, запасы угля месторождения оцениваются в 2,2 млрд т, из которых около 90% составляют твердые угли для коксования марки Ж премиального качества.

Лицензионный участок Эльгинского месторождения расположен в юго-восточной части Якутии, приблизи-

тельно в 415 км к юго-востоку от г. Нерюнгри и в 300 км от Байкало-Амурской магистрали (БАМ), в центральной части Токинского угленосного района Южно-Якутского угольного бассейна, вблизи границ Амурской области и Хабаровского края. Операционной компанией, владеющей лицензией на пользование недрами Эльгинского месторождения, является ООО «Эльгауголь».

Основным добывающим активом ЭУК является ГОК «Эльга», в состав которого входят Эльгинский угольный разрез и ряд обогатительных фабрик. В 2023 г. здесь добыто 20,1 млн т угля, в том числе 18,1 млн т угля для коксования. К настоящему моменту строительство объектов второй очереди ЭУК одобрено Главгосэкспертизой. Ввод в эксплуатацию второй очереди ЭУК позволит довести добычу угля в компании до 50 млн т в год. В рамках реализации плана развития компании будет создано около 25 тысяч новых рабочих мест.

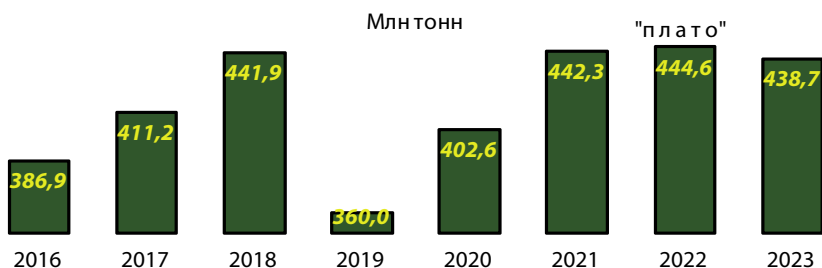
Абсолютным конкурентным преимуществом ЭУК является то, что через год ООО «Эльгауголь» получит полную независимость от Восточного полигона ОАО «РЖД» вместе со всеми его проблемами. В настоящее время компания ведет строительство Тихоокеанской железной дороги (ТЖД) от Эльгинского угольного месторождения до угольного терминала «Порт «Эльга» на берегу Охотского моря в районе мыса Манорский [2].

Оба объекта, железная дорога и порт строятся параллельно, а программа строительства сформирована таким образом, чтобы строительство обоих объектов было завершено одновременно к началу 2025 г. С этого момента будет сформирован Тихоокеанский транспортно-логистический кластер, а эльгинские угли уйдут с Восточного полигона и будут отгружаться только через ТЖД и «Порт «Эльга». Это даст возможность увеличить общероссийскую добычу угля сразу на 30 млн т в год, а заодно и разгрузить магистрали Восточного полигона, до предела задушенного все возрастающими объемами угольного экспорта.

Западно-Таймырский промышленный кластер (ЗТПК). Проект указанного кластера предполагает разработку Сырадасайского угольного месторождения, расположенного в 110 км юго-восточнее поселка Диксон в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе Красноярского края. Ресурсы месторождения оцениваются в 5 млрд т коксующихся углей марок КЖ, К, КО, относящихся к самым ценным маркам угля. Балансовые запасы месторождения составляют 132761 тыс. т угля. Операци-

онной компанией, владеющей лицензией на пользование недрами Сырадасайского месторождения, является ООО УК «Северная звезда».

Как и в предыдущем случае, здесь тоже имеется неоспоримое конкурентное преимущество – сырадасайские угли будут направляться по Северному Морскому Пути (СМП) в порты потребителей, использование железнодорожного транспорта возможно потребует только на самом финальном участке угольного маршрута. От Сырадасайского месторождения до



Источник: ЦДУ ТЭК.

Рис. 1. Добыча угля в России в 2016–2023 гг., млн т

Fig. 1. Coal production in the Russian Federation in 2016–2023, million tonnes

угольного морского терминала «Енисей» транспортировка угля предусматривается по самому длинному в России закрытому угольному конвейеру протяженностью 54 км (для экологически чистой транспортировки угля).

Проект ЗТПК включает в себя создание угольного разреза мощностью 5 млн т в год на первом этапе и 10 млн т в год на втором, строительство обогатительной фабрики, морского угольного терминала «Енисей», автодороги, вахтового поселка, электростанции, аэродрома и других объектов. К настоящему времени на месторождении уже завершено строительство вахтового поселка на 600 человек жилой площадью более 5,5 тыс. кв. м, где создана вся необходимая для комфортного проживания работников инфраструктура. Завершен первый технологический этап строительства автодороги протяженностью 56 км от морского порта до угольного разреза. Завершено строительство причальной стенки первой очереди грузового причала на терминале «Енисей» морского порта Диксон на Таймырском полуострове (ее длина составляет 129,4 м). Идет подготовка к строительству двух теплоэлектростанций.

Ввод обогатительного комплекса ЗТПК отложился на неопределенный срок... По проекту комплекс должен был оснащаться оборудованием из США, но компанию «Северная звезда» обложили со всех сторон разнообразными санкциями. Понятное дело, что из этого оборудования в Россию не приехало ни болта – спасибо, хоть деньги вернули. Теперь пришлось начинать по-новому подбирать необходимое оборудование, но уже в России или в Китае, заключать договора на поставку, под это оборудование проектировать новую фабрику и т.д.

Таким образом, резервы для наращивания угольного производства в стране имеются – ввод в постоянную экс-

плуатацию только двух указанных угольных кластеров – ЭУК и ЗТПК – дадут дополнительно к существующему уровню добычи в стране около 40 млн т угля. А есть ведь и другие перспективные объекты. К примеру, в УК «Колмар» завершается модернизация ГОКа «Инаглинский» (еще дополнительно +8 млн т угля). А в Минэкономразвития России уже всерьез рассматриваются перспективы освоения угольных месторождений Печорского бассейна, прилегающих к Воркутинскому угленосному району.

Но здесь вступает в силу временной фактор. Не запустятся ни ЭУК, ни Таймырский кластер, ни ГОК «Инаглинский», пока не будут завершены все строительные работы на ТЖД, на терминале «Порт «Эльга», на обогатительном комплексе Таймырского кластера, на обогатительной фабрике № 2 ГОКа «Инаглинский». А завершение указанных работ прогнозируется в основном только через год, т.е. существенный прирост объемов добычи угля в стране следует ожидать не ранее 2026 г.

Создание новых производственных мощностей в любой отрасли человеческой деятельности требует прежде всего финансовых вложений – инвестиций, привлекаемых либо за счет собственных средств, либо в виде заемного капитала (рис. 2).

Из диаграммы на рис. 3 хорошо видно, что к 2023 г. объем инвестиций в основной капитал угольной отрасли достиг своего максимума за последние годы и составил 274,9 млрд руб. (+39,6 млрд руб. к уровню 2022 г.). Это свидетельствует о сохранении высокого уровня инвестиционной привлекательности предприятий угольной отрасли. В то же время следует отметить, что рост объема инвестиций (в 2021–2023 гг. в угольную отрасль было инвестировано 664,1 млрд рублей) не вызвал адекватного роста объема добычи угля, т.е. указанные инвестиции носят долгосрочный характер («длинные деньги»), и отдача от них в виде производственных мощностей ожидается где-то в будущем.

Одним из важнейших показателей производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности угледобывающих предприятий является их прибыль (убыток). И снова хорошо видно из диаграммы, что динамика показателей прибыли (убытков) в угольной отрасли совершенно не коррелирует с объемами добычи угля (рис. 3).

Напрашиваются следующие выводы: объемы инвестиций в угольную отрасль в 2021–2023 гг. не оказывали никакого позитивного влияния на объемы добычи угля в стране – за указанный период объем капвложений в отрасль вырос со 153,9 до 274,9 млрд руб. в год (в 1,8 раза), а объемы добычи угля за тот же период сократились с 442,3 до 438,7 млн т, или на 3,6 млн т (-0,8%); объемы прибыли в угольной отрасли никак не коррелируют с объемами добычи угля – рост добычи угля в отрасли в 2021 г. (+39,7 млн т к предыдущему году) обернулся для предприятий отрасли убыт-

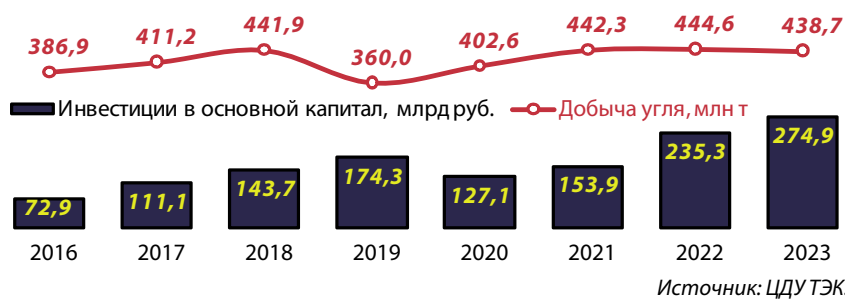


Рис. 2. Добыча угля и инвестиции в основной капитал угольной отрасли в 2016–2023 гг.

Fig. 2. Coal production and fixed capital investments in the coal industry in 2016–2023

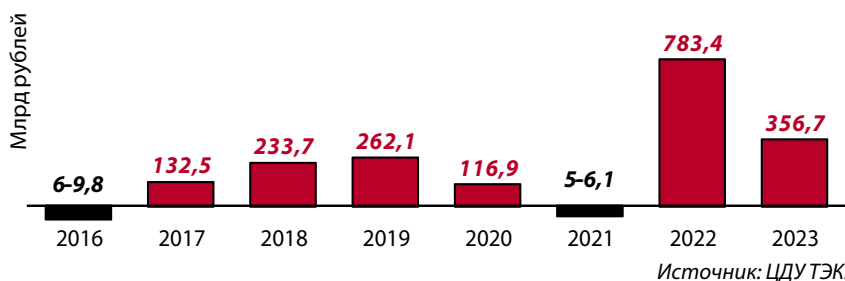


Рис. 3. Прибыль/убыток (до налогообложения) предприятий угольной отрасли

Fig. 3. Income and losses of coal companies before tax

ками в 56,1 млрд руб. В 2022 г. прибыль отрасли выросла сразу на 839,5 млрд руб., еще через год, в 2023 г. – снизилась на 426,7 млрд руб., или более чем в 2 раза в течение года. Однако объемы добычи угля в период 2021–2023 гг., как уже говорилось выше, почти не изменились.

Так что же происходило у нас в стране в 2023 г., что повлекло за собой более чем двукратное падение прибыли в угольной отрасли? Очевидно, что факторы, определяющие уровень прибыльности угольной отрасли, находятся где-то за пределами внутренней экономической среды угольной отрасли, и искать их необходимо именно там.

Сначала вспомнили про пошлины. С 1 октября 2023 г. и до конца 2023 г. были введены экспортные пошлины на уголь, а также почти на все виды товаров, кроме нефти, нефтепродуктов, газа, лесоматериалов, лома, зерна и продукции машиностроения. При этом размер пошлины является «плавающим» и зависит от курса доллара. При сегодняшних ценах FOB на энергетический уголь (февраль 2024 г.) в российских портах на Балтике (74,50 дол./т), Черном море (79 дол./т) и Дальнем Востоке (109,9 дол./т) пошлина при курсе рубля 97 ₽/\$ составит 7%, или 5–8 \$/т.

Сильнее всего от введения пошлины, как обычно, пострадали угольщики. Введение экспортных пошлин создало для них серьезные риски при экспорте угля через порты Дальнего Востока (особенно для грузоотправителей, не имеющих собственных портовых мощностей), а поставки в направлениях портов Балтики и Черноморского бассейна сделало просто убыточными [3].

Впоследствии эти пошлины с 01.01.2024 были отменены, но ненадолго... Своим распоряжением Правительство Российской Федерации эти пошлины с 01.03.2024 вернуло. Со всеми вытекающими отсюда последствиями. Правительство Кузбасса уже заявило, что возврат экспортных курсовых пошлин на уголь увеличит налоговую нагрузку на предприятия, а также может привести к снижению инвестиционных программ развития угольщиков.

Затем настала очередь и железнодорожников. С 01.12.2023 железнодорожные грузовые тарифы на перевозку угля взлетели сразу на 10,74% (второе в течение 2023 г. увеличение тарифов). В итоге российские угольные компании получили не предусматривавшийся ранее рост транспортной составляющей в конечной цене угля у потребителя.

Сегодня уровень угольного экспорта удерживается за счет системы дисконтов (к примеру, в феврале–марте 2024 г. российский уголь поставляется в Индию с дисконтом около 20–30% по сравнению с ценой на австралийский уголь), что дает возможность трейдерам создавать конкурентное преимущество по ценовому показателю [4]. В условиях беспрецедентных антироссийских санкций, когда российским поставщикам угля приходится переориентировать грузовые потоки и искать новые экспортные маршруты, большинство поставок в страны Азии через северо-западные и южные порты России находятся на грани рентабельности или приносят убыток. Поэтому рост конечной цены на российский экспортный уголь у потребителя сводит на «нет» все наше ценовое конкурентное преимущество, что в конечном итоге может привести к сокращению объемов угольного экспорта.

Но и это еще не все! Известно, что мировой угольный рынок характеризуется достаточно высокой волатильностью. По этой причине его ценовая конъюнктура может изменяться в достаточно широком диапазоне цен, а также длительности периодов. Так вот, все эти тарифно-пошлинные приключения, случайно или не очень, пришлось как раз на тот момент, когда цены мирового угольного рынка на всех его основных торговых площадках упали «ниже плинтуса». И хотя объемы российского угольного экспорта при этом удалось сохранить, его маржинальность и по сей момент оставляет желать лучшего.

А если добавить еще высокий уровень инфляции, рост курса рубля по отношению к доллару США, высокую степень импортозависимости в области горношахтного оборудования в угольной отрасли, низкую провозную способность магистралей Восточного полигона, а также негативные ожидания, связанные с ростом НДПИ на добычу угля (проект Закона, речь о котором уже бродит в кулуарах Минфина), то получим практически полный перечень рисков и угроз, оказывающих влияние на прибыльность угледобывающих предприятий.

Провальная таможенно-тарифная политика государства в отношении угольной отрасли обозначилась буквально с начала года – общая отгрузка угля, по оперативным данным, за январь–февраль 2024 г. снизилась относительно уровня прошлого года на 6,3% и составила 61,7 млн т. При этом внутрироссийские поставки угля снизились на 2,1% и составили 33,4 млн т, экспорт угля снизился на 10,9% и составил 28,3 млн т. Комментарии, как говорится, излишни.

В январе 2024 г. добыча в Сибирском федеральном округе выросла на 1%, однако в крупнейшем угольном регионе страны – Кузбассе произошло снижение добычи угля. Основная проблема здесь – вывоз угля из региона. При этом высокие условно-постоянные расходы заставляют кузбасские компании везти уголь в западном направлении даже себе в убыток, иначе потери для бизнеса будут еще больше. В результате, по информации Министерства угольной промышленности Кузбасса, экспортные поставки из Кузбасса в январе сократились почти на 16%. Именно снижение экспорта привело к сокращению кузбасской угледобычи [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях антироссийских санкций отечественная угольная отрасль работает уже третий год. Как уже отмечалось выше, за этот период особого снижения угледобычи, равно как и ее роста, не наблюдалось, т. е. хваленые американские санкции «ушли в песок». Конечно, в некоторой степени они осложнили жизнь российским угольщикам, но вот на результатах деятельности отрасли никак не отразились, и конечная цель антироссийских санкций – подрыв экономической деятельности страны – достигнута не была.

Практически полностью поменялся перечень импортеров российского угля. Основной вектор российского угольного экспорта развернулся на 180° – с запада на восток, тем самым поменяв отработанные логистические схемы. Угледобывающие компании научились грамотно применять меры противодействия импортным санкциям вплоть до прямого ухода от них.

И самое главное – в отрасли завершаются формирование точек экономического роста и подготовка к их выходу на проектную мощность в 2025-2026 гг. Это и Тихоокеанский транспортно-логистический, и Западно-Таймырский промышленный кластеры, и Инаглинский ГОК УК «Колмар», и некоторые другие объекты.

Поэтому все-таки хочется верить, что, несмотря ни на какие санкции своры «западных товарищей», ни на враждебное внешнее окружение российской угольной отрасли, в ближайшем будущем ее ждет настоящий прорыв, обеспечивающий экономическое развитие, прежде всего наиболее проблемных территорий – Дальнего Востока и Крайнего Севера нашей страны.

Список литературы • References

1. Петренко И.Е. Точки экономического роста в угольной промышленности России / Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума Наука и инновации – современные концепции (г. Москва, 30 июня 2023 г.). Отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. Том 1. М.: Издательство Инфинити, 2023. С. 9-17. DOI: 10.34660/INF.2023.10.70.074.
2. Петренко И.Е. Восточный полигон: камо грядеши? // ТЭК России. 2023. № 5. С. 36-41.
Petrenko I.E. Eastern Polygon: Where Are We Going To? *TEC of Russia*. 2023;(5):36-41.
3. Петренко И.Е. Риски угольной отрасли // ТЭК России. 2023. № 11. С. 12-15.
Petrenko I.E. Risks of the coal industry. *TEC of Russia*. 2023;(11):12-15.

4. Индия в три раза нарастила импорт угля из России. ИА Красная Весна, 20 марта 2024, 21.46.
URL: https://rossaprimavera.ru/news/30992a45?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzden.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (дата обращения: 15.04.2024).
5. Кузбасский уголь становится проблематично вывезти. Прокопьевск, 19.03.2024. Портал «Российский уголь». URL: https://rosugol.ru/news/news.php?ELEMENT_ID=38059 (дата обращения: 15.04.2024).
6. Левчук А. Имеющие активы в Кузбассе СУЭК и Мечел попали в санкционные списки. NGS42.RU. URL: <https://ngs42.ru/text/politics/2024/02/24/73266251/?ysclid=ltzh3o4yyp848492660> (дата обращения: 15.04.2024).

Authors Information

Petrenko I.E. – Mining Engineer, PhD (Engineering), Independent Mining Consultant – Coal Sector Expert, e-mail: coaldepartment@inbox.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 1.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 1, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Якутуголь провел экскурсию для школьников



АО ХК «Якутуголь» – одно из крупнейших угледобывающих предприятий Дальнего Востока. В состав компании входят: разрезы «Нерюнгринский», «Кангаласский» и «Джебарики-Хая», а также обогатительная фабрика «Нерюнгринская».



АО ХК «Якутуголь» провело обзорную экскурсию для школьников из Чурапчинского района Якутии. Ребята увидели разрез со смотровой площадки, сфотографировались на фоне самосвала «БелАЗ» грузоподъемностью 220 т, познакомились с историей Якутугля, узнали о производственном цикле и востребованных профессиях предприятия. Школьники остались под большим впечатлением от экскурсии.

В мероприятии приняли участие 20 учеников восьмых и десятых классов с технологическим уклоном Чурапчинской средней общеобразовательной школы им. С.А. Новгородова.

«Очень радует, что школы ориентируют детей на производство. Это даст ребятам возможность более осознанно выбрать профессию и набраться необходимых знаний, а предприятиям – обеспечить приток квалифицированных кадров. Надеемся, что учеников заинтересовала угледобыча, и в будущем кто-то из них станет горняком», – сказал **управляющий директор АО ХК «Якутуголь» Сергей Коломников**.

Пресс-служба АО ХК «Якутуголь»

Исследование закономерностей формирования неравномерности нагрузок на резцах исполнительного органа угледобывающего комбайна

Study of the regularities of non-uniformity of loads formation on the cutters of the executive body of the coal-mining combine harvester

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-97-101>

Выполнены исследования влияния силовой уравновешенности исполнительного органа на формирование мгновенной толщины стружки (скорости подачи) и влияния числа одновременно контактирующих с забоем резцов на коэффициент вариации нагрузки, обусловленной неравномерностью подачи комбайна. В результате проведенных исследований было установлено, что отраслевой стандарт ОСТ 12.44.109-79, используемый для расчета дисперсии нагрузки на исполнительном органе, обусловленной неравномерностью подачи комбайна, не учитывает влияние на нее средней нагрузки и числа одновременно контактирующих резцов с забоем. Также установлено, что коэффициент вариации суммарной нагрузки, определяемый неравномерностью перемещения комбайна, зависит от средней нагрузки на исполнительном органе и скорости подачи комбайна, снижаясь с ростом момента на валу привода исполнительного органа и увеличивается с ростом скорости подачи. Силовая уравновешенность исполнительного органа не оказывает влияния на величину доли дисперсии нагрузки, обусловленной неравномерностью подачи комбайна.

Ключевые слова: угледобывающий комбайн, исполнительный орган, резец, сила резания, толщина стружки, скорость подачи, коэффициент вариации, неравномерность нагрузок.

Для цитирования: Линник В.Ю., Линник Ю.Н. Исследование закономерностей формирования неравномерности нагрузок на резцах исполнительного органа угледобывающего комбайна // Уголь. 2024;(5):97-101. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-97-101.

ЛИННИК В.Ю.

Доктор экон. наук, доцент, профессор
кафедры экономики и управления
в топливно-энергетическом комплексе
Государственного университета управления
Министерства науки и высшего образования,
109542, г. Москва, Россия,
e-mail: vy_linnik@guu.ru

ЛИННИК Ю.Н.

Доктор техн. наук, профессор,
профессор кафедры экономики и управления
в топливно-энергетическом комплексе
Государственного университета управления
Министерства науки и высшего образования,
109542, г. Москва, Россия

Abstract

The research of the influence of the force equilibrium of the executive body on the formation of the instantaneous chip thickness (feed rate) and the influence of the number of cutters simultaneously contacting the face on the coefficient of variation of the load caused by the non-uniformity of the combine harvester feed has been carried out. As a result of the research it was found that the industry standard No. 12.44.109-79 used to calculate the variance of the load on the actuator due to the unevenness of the combine feed does not take into account the influence of the average load and the number of simultaneously contacting cutters with the face. It is also established that the coefficient of variation of the total load determined by the unevenness of the combine harvester movement depends on the average load on the actuator and the feed rate of the combine, decreasing with the growth of the torque on the shaft of the actuator drive and increasing with the growth of the feed rate. Force equilibrium of the actuator does not influence the value of the load dispersion share, determined by the unevenness of the combine harvester feed.

Keywords

Coal-mining combine, actuator, cutter, cutting force, chip thickness, feed rate, coefficient of variation, non-uniformity of loads.

For citation

Linnik V.Yu., Linnik Yu.N. Study of the regularities of non-uniformity of loads formation on the cutters of the executive body of the coal-mining combine harvester. *Ugol'*. 2024;(5):97-101. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-97-101.

ВВЕДЕНИЕ

Результаты выполненных ранее исследований [1] позволили получить расчетные зависимости, которые легли в основу отраслевого стандарта ОСТ 12.44.109-79 [2], позволившего существенно повысить точность определения спектров действующих нагрузок при выборе параметров угледобывающих комбайнов на стадии их проектирования. Однако практика применения расчетных методов при разработке высоконагруженных трансмиссий современных комбайнов выявила ряд неучтенных факторов, к которым относятся применение бесцепных систем подачи (БСП) различной жесткости, сочетание высоких скоростей подачи с большими нагрузками [3, 4, 5, 6, 7], нарушение схем расстановки режущего инструмента на исполнительных органах из-за частых поломок резов [8]. В этой связи были выполнены исследования закономерностей формирования неравномерности нагрузок на резах исполнительного органа угледобывающего комбайна, целью которых является совершенствование определения спектров нагруженности исполнительных органов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**1. Оценка влияния силовой уравновешенности исполнительного органа на формирование мгновенной толщины стружки (скорости подачи)**

Для проверки гипотезы о влиянии силовой уравнове-

шенности исполнительного органа, оцениваемой конструктивным коэффициентом вариации суммарной силы резания v_{11} [1, 3, 9], на характер формирования мгновенной скорости подачи комбайна оценивалась совокупность экспериментальных данных, полученных при работе шнека с углом охвата $\gamma_{\text{охв}} = 180^\circ$, при котором его фактическая ширина захвата B_3 изменялась в узком диапазоне значений ($B_3 = 0,71-0,78$). При этом жесткость системы подачи составляла $G'_1 \approx 0,3$ МН/м. Полученные результаты экспериментальных исследований приведены в таблице, где параметр схемы расстановки резов q рассчитывался по формуле:

$$q = 1/k \cdot \sum_{j=1}^K \sqrt{\sum_{i=1}^{n_{p,p}} Z_{ij}^2 / \left(\sum_{i=1}^{n_{p,p}} Z_{ij} \right)^2},$$

где Z_{ij} – усилие на i -ом резе, находящемся в j -ом положении исполнительного органа, число k , которых принималось от 1 до 24; $n_{p,p}$ – число одновременно режущих резов.

Для определения неравномерности нагрузок на исполнительном органе комбайна принят коэффициент вариации суммарной нагрузки σ_{V_n} [10, 11]. Из таблицы следует, что экспериментальные значения коэффициента вариации суммарной нагрузки, определяемые неравномерностью перемещения комбайна $v_{S_{нр}}$ снижаются с ростом момента на валу привода исполнительного органа M (при $V_n = \text{const}$) и увеличиваются с ростом скорости подачи (при $M = \text{const}$).

Дальнейший анализ показал, что между σ_{V_n} и средней скоростью подачи V_n существует тесная линейная связь с коэффициентом корреляции $\rho_{\sigma_{V_n}} = 0,869$. Это обстоятельство указывает на необходимость учитывать влияние V_n при анализе полученных экспериментальных данных с использованием аппарата множественной корреляции. Из выполненного корреляционного анализа следует, что параметры силовой уравновешенности исполнительного органа не оказывают влияния на мгновенную скорость подачи (толщину стружки) при разрушении угольного массива.

Это обстоятельство указывает на то, что увеличение абсолютных значений относительной ошибки $\delta_{v_{п}}$ (см. таблицу) при уменьшении угла охвата $\gamma_{\text{охв}}$ не может быть вызвано ростом (с уменьшением величины $\gamma_{\text{охв}}$) величины конструктивного коэффициента вариации v_{11} , а обусловлено другой причиной, которая будет раскрыта в последующем изложении.

2. Оценка влияния числа одновременно контактирующих с забоем резов на коэффициент вариации нагрузки, обусловленной неравномерностью подачи комбайна

Рассмотрим шнековый исполнительный орган угледобывающего комбайна, находящийся в контакте с разрушаемым угольным массивом (см. рисунок).

Как следует из рисунка, в процессе подачи комбайна стружка, снимаемая резами исполнительного органа, имеет серповидную форму, толщина которой изменяется из-за неравномерности скорости подачи. Неравномерность перемещения (подачи) комбайна вызыва-

Результаты экспериментальных исследований неравномерности нагруженности комбайна при разрушении углещементного блока

Results of experimental studies of the non-uniformity of the load of the shearer during the destruction of the coal-cement block

Средний момент на валу привода исполнительного органа \overline{M} , Н/м	Скорость подачи V_n , м/мин	Коэффициент вариации скорости подачи V_{V_n}	Фактическая ширина захвата исполнительного органа B_s , м	Угол охвата шнеком забоя, $\gamma_{\text{охв}}$, град	Конструктивный коэффициент вариации силы резания $\gamma_{\text{ин}}$	Параметр схемы расстановки резцов q	Экспериментально полученный коэффициент вариации γ_{S_n}	Коэффициент вариации γ_{S_n} рассчитанный по ГОСТ 12.44.109-79 [2]	Экспериментально полученный коэффициент вариации суммарной нагрузки в трансмиссии к исполнительному органу $\gamma_{\text{тр}}$	Рассчитанный по ГОСТ 12.44.109-79 [2] коэффициент вариации суммарной нагрузки в трансмиссии к исполнительному органу $\gamma_{\text{тр}}$	Относительная ошибка оценки коэффициента вариации суммарной нагрузки в трансмиссии к исполнительному органу от среднего момента \overline{M} на валу привода $\delta_{v_{\text{тр}}}$
11150	1,10	1,25	0,78	180	0,063	0,266	0,374	0,31	0,400	0,34	-0,15
16330	1,70	1,07	0,75	180	0,067	0,275	0,256	0,27	0,295	0,31	0,05
8460	0,55	1,24	0,75	180	0,071	0,267	0,374	0,35	0,401	0,38	-0,05
16040	1,60	1,05	0,74	180	0,111	0,281	0,216	0,28	0,277	0,33	0,19
13140	1,10	1,25	0,74	180	0,111	0,281	0,263	0,31	0,315	0,36	0,14
9090	0,55	1,55	0,76	180	0,094	0,276	0,368	0,35	0,402	0,39	-0,03
17720	1,70	1,16	0,71	180	0,140	0,291	0,217	0,27	0,293	0,33	0,13
7330	0,55	1,80	0,75	180	0,139	0,281	0,432	0,35	0,473	0,40	-0,15
13510	0,92	1,28	0,75	180	0,139	0,281	0,249	0,33	0,315	0,38	0,21
8550	0,57	1,31	0,78	180	0,151	0,276	0,352	0,35	0,405	0,40	-0,01
13810	1,10	1,16	0,74	180	0,157	0,286	0,229	0,31	0,309	0,37	0,2
8290	0,60	2,30	0,72	180	0,073	0,282	0,392	0,35	0,420	0,38	-0,10
12710	1,00	0,93	0,78	180	0,056	0,267	0,266	0,32	0,300	0,35	0,17
10230	0,57	1,66	0,78	180	0,101	0,272	0,354	0,35	0,390	0,39	0,00
13010	1,10	0,92	0,78	180	0,101	0,272	0,309	0,31	0,350	0,35	0,00
7240	1,70	1,10	0,54	120	0,121	0,394	0,716	0,27	0,750	0,35	-0,53
8500	1,50	0,89	0,79	110	0,113	0,339	0,537	0,23	0,572	0,34	-0,41
6270	1,70	1,00	0,60	80	0,153	0,408	0,740	0,27	0,780	0,37	-0,53

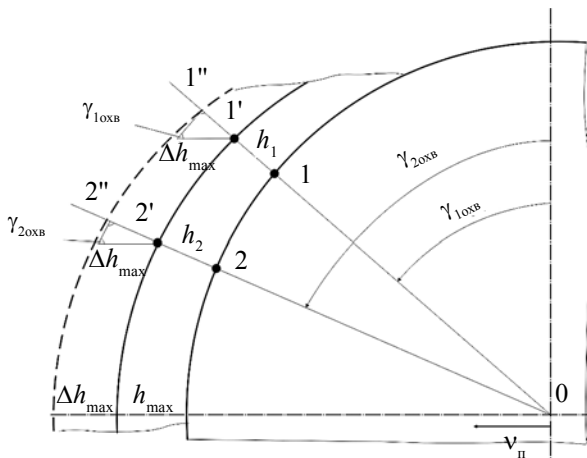


Схема определения коэффициента вариации толщины стружки на резах исполнительного органа:

$\gamma_{1\text{охв}}$, $\gamma_{2\text{охв}}$ – углы охвата исполнительного органа при толщинах стружки h_1 и h_2

A schematic diagram for determining the variation coefficient of chip thickness at the actuator picks: $\gamma_{1\text{охв}}$, $\gamma_{2\text{охв}}$ – angles of the actuator reach at the chip thicknesses of h_1 and h_2

ет вариацию толщины стружки на резах исполнительного органа, которую принято оценивать коэффициентом вариации v_{h_i} . Его величина оценивается исходя из следующих соображений [3, 12, 13]. Для произвольно выбранных для реза исполнительного органа положений 1 и 2 с соответствующими координатами $\gamma_{1\text{охв}}$ и $\gamma_{2\text{охв}}$ при данной средней скорости подачи, определяющей среднюю максимальную толщину стружки h_{max} , средняя толщина стружки h_i равна:

$$h_i = h_{\text{max}} \cdot \sin \gamma_{\text{охв},i}$$

Изменение скорости подачи за некоторый промежуток времени T работы комбайна по сравнению со средней вызывает соответствующее изменение толщин стружек h_1 и h_2 на величины $\Delta h_{\text{max}} \cdot \sin \gamma_{\text{охв},1}$ и $\Delta h_{\text{max}} \cdot \sin \gamma_{\text{охв},2}$. При этом отношение:

$$\frac{\Delta h_{\text{max}}}{h_{\text{max}}} = \frac{\Delta h_{\text{max}} \cdot \sin \gamma_{\text{охв},i}}{h_{\text{max}} \cdot \sin \gamma_{\text{охв},i}} = k$$

сохранится постоянным. Тогда коэффициент вариации толщины стружки также будет оставаться постоянным независимо от положения реза на серповидном срезе, а именно:

$$v_{h_i} = \frac{1}{h_i} \sqrt{\frac{\int_0^T (k \cdot h_i)^2 \cdot f(k) dk}{T}} = \sqrt{\frac{\int_0^T k^2 \cdot f(k) dk}{T}} = \text{const},$$

где T – время работы комбайна; $f(k)$ – плотность вероятности случайной величины $k = k(t)$, определяемая плотностью вероятности скорости подачи.

Если дисперсия нагрузки, определяемая вариацией толщины стружки, зависящей в свою очередь от неравномерности скорости подачи комбайна, для i -ого резца исполнительного органа равна $\sigma_{Z_{hi}}^2$, то обусловленная той же причиной дисперсия суммарной нагрузки на исполнительном органе выражается суммой $\sigma_{\Sigma Z_h}^2 = \sum_{i=1}^{n_{pp}} \sigma_{Z_{hi}}^2$. При этом коэффициент вариации суммарной нагрузки равен:

$$v_{\Sigma Z_h} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n_{pp}} \sigma_{Z_{hi}}^2 / \left(\sum_{i=1}^{n_{pp}} Z_i\right)^2}. \quad (5)$$

В тех случаях, когда толщины стружки на резцах, имеющих одни и те же угловые координаты по дуге серповидного среза, одинаковы и, учитывая независимость коэффициента вариации толщины стружки v_{hi} от положения резца на срезе, а следовательно, и пропорциональных им коэффициентов вариации нагрузки на резце $v_{Z_{hi}}$ можем записать:

$$v_{\Sigma Z_h} = v_{Z_{hi}} \cdot q, \quad (6)$$

где q – параметр схемы расстановки резцов, определяемый по формуле (1).

Последнее выражение для $v_{\Sigma Z_h}$ позволяет дать объяснение упомянутому выше увеличению абсолютных погрешностей $\delta_{v_{tr}}$ оценки неравномерности нагруженности исполнительного органа, рассчитываемой по отраслевому стандарту ОСТ 12.44.109-79 [2], при уменьшении угла охвата γ_{oxb} . Из таблицы следует, что уменьшение угла охвата от 180° до 80° приводит к значительному увеличению параметра схемы расстановки резцов на исполнительном органе q за счет уменьшения числа одновременно контактирующих с забоем резцов. Это и является причиной увеличения коэффициента вариации суммарной нагрузки, определяемого неравномерностью перемещения комбайна (скорости подачи) $v_{\Sigma Z_h}$ оценка которого по стандарту ОСТ 12.44.109-79 [2] не учитывает влияния числа одновременно участвующих в разрушении массива резцов.

ВЫВОДЫ

1. Используемый для угледобывающих комбайнов метод расчета дисперсии нагрузки на исполнительном органе, обусловленной неравномерностью подачи комбайна, не учитывает влияния средней нагрузки и числа одновременно контактирующих резцов с забоем. В ряде случаев это является причиной значительной ошибки при оценке коэффициента вариации v_{tr} .

2. Коэффициент вариации суммарной нагрузки, определяемый неравномерностью перемещения комбайна $v_{\Sigma Z_h}$ зависит от средней нагрузки на исполнительном органе и скорости подачи комбайна, снижаясь с ростом момента на валу привода исполнительного органа M (при $V_{tr} = \text{const}$) и увеличиваясь с ростом скорости подачи (при $M = \text{const}$).

3. Силовая уравновешенность исполнительного органа не оказывает влияния на величину доли дисперсии нагрузки, обусловленной неравномерностью подачи комбайна.

Список литературы • References

1. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. Разрушение углей выемочными машинами. М.: Недра, 1984. 288 с.
2. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика. М.: Изд-во Министерства угольной промышленности СССР. 1985. 108 с.
3. Оптимизация параметров исполнительных органов угледобывающих машин / В.Н. Захаров, Ю.Н. Линник, В.Ю. Линник и др. // Горный журнал. 2020. № 4. С. 44-47.
Zakharov V.N., Linnik Yu.N., Linnik V.Yu., Zhabin A.B. Optimization of actuator parameters of coal mining machines. *Gornyj zhurnal*, 2020;(4):44-47. (In Russ.).
4. Шабаев О.Е., Бредун И.И. Техническая диагностика резового исполнительного органа проходческого комбайна // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 9. С. 94-101.
Shabaev O.E., Bridun I.I. Diagnostic engineering of cutting heads of tunneling machines. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2017;(9):94-101. (In Russ.).
5. Жабин А.Б., Поляков А.В., Аверин Е.А. Сопоставление отечественных и зарубежных методов расчета усилий на лобовых дисковых шарошках при разрушении горных пород // Горный журнал. 2018. № 12. С. 65-68.
Zhabin, A.B., Polyakov, A.B., Averin, E.A. Comparison of methods to calculate forces on frontal disc cutters in rock breaking process in Russia and abroad. *Gornyj zhurnal*. 2018;(12):65-68. (In Russ.).
6. Zakharov V.N., Linnik V.Yu., Linnik Yu.N., Averin E.A. Loading of coal mining machine tools after change in spatial orientation of picks. *Eurasian Mining*. 2019;(1):40-42.
7. Jiang H.X., Meng D.G. 3D numerical modelling of rock fracture with a hybrid finite and cohesive element method. *Eng. Fract. Mech.* 2018;(199):280-293.
8. Линник Ю.Н., Жабин А.Б., Линник В.Ю., Поляков А.В. Оценка влияния отказов резцов и резцедержателей на показатели эффективности работы угледобывающих комбайнов. // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2018. Вып. 2. С. 247-263.
Linnik Yu.N., Zhabin A.B., Linnik V.Yu. Notes about how cutters and cutterholders malfunctions affect to indicators of coal-plow machines work efficiency. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2018;(2) :247-263. (In Russ.).
9. Габов В.В., Нгуен К.Л., Нгуен В.С., Ле Т.Б., Задков Д.А. Обоснование геометрических и режимных параметров шнековых исполнительных органов, обеспечивающих эффективность погрузки угля на забойный конвейер // Уголь. 2018. № 2. С. 32-35. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-2-32-35.
Gabov V.V., Nguyen K.L., Nguyen V.X., Le T.B., Zadkov D.A. The rationale of geometric and modal parameters of cutter drums ensuring the efficiency of coal loading onto a downhole conveyor. *Ugol'*. 2018;(2):32-35. (In Russ). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-2-32-35.

10. Liu W., Zhu X., Jing J. The analysis of ductile-brittle failure mode transition in rock cutting. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2018;(163):311-319.
11. Rostamsowlat I., Richard T., Evans B. An experimental study of the effect of back rake angle in rock cutting. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2018;(107):224-232.
12. Исследование взаимодействия режущего инструмента с угольным массивом / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин и др. // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 6. С. 34-39.
Mametyev L.E., Khoreshok A.A., Tsekhin A.M., Borisov A.Yu. Research of interaction of the cutting tool with the coal massif. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2018;(6):34-39. (In Russ.).
13. Liu Xiaohui, Geng Qi. Effect of contact characteristics on the self-rotation performance of conical picks based on impact dynamics modelling. *Royal Society Open Science*. 2020;7(5):article 200362. DOI: 10.1098/rsos.200362.

Authors Information

Linnik V.Yu. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economy and Management in Fuel and Energy Complex, State University of Management of the Ministry of Science and Higher education, Moscow, 109542, Russian Federation, e-mail: vy_linnik@guu.ru

Linnik Yu.N. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of Economy and Management in Fuel and Energy Complex, State University of Management of the Ministry of Science and Higher education, Moscow, 109542, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.01.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received January 10, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Цены на уголь возвращаются к многолетней норме

Средняя цена на энергетический уголь в австралийском Ньюкасле, ключевом хабе Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), в марте 2024 г. достигла \$131 за 1 т, что на 30% ниже, чем в марте 2023 г. (\$187 за 1 т), и почти на 70%, чем в марте 2022 г. (\$314 за 1 т). Схожая динамика характерна и для южноафриканского хаба Ричардс-Бей, средние цены на котором снизились с \$294 за 1 т в марте 2022 г. до \$137 за 1 т в марте 2023 г. и \$105 за 1 т в марте 2024 г.

Падение цен во многом связано со снижением спроса на уголь в развитых странах, где угольная генерация стала сокращаться после прохождения пика энергетического кризиса. По данным Ember, выработка электроэнергии в ЕС в 2023 г. сократилась на 25%, достигнув 336 тераватт-часов (ТВт*ч), минимальной отметки за более чем два десятилетия. При этом доля угля в структуре электрогенерации в ЕС снизилась с 16,1% в 2022 г. до 12,5% в 2023 г. В свою очередь, в США объем угольной генерации в 2023 г. сократился на 19% (до 675 ТВт*ч), а ее доля – с 19,7% до 16,2%, согласно данным Управления энергетической информации (EIA).

Как и до пандемии COVID-19, основными центрами прироста спроса на энергетический уголь вновь становятся Индия и Китай. По оценке экспертов ассоциации «Глобальная энергия», ввод мощности новых угольных теплоэлектростанций (ТЭС) в КНР ускорился с 27,6 гигаватта (ГВт) в 2022 г. до 47,4 ГВт в 2023 г. Наряду с Индией Китай в 2023 г. обеспечил 76% глобального ввода мощности угольных ТЭС (52,9 ГВт из 69,5 ГВт). При этом к началу нынешнего года в КНР на стадии стро-

ительства находилось еще 139,8 ГВт мощности угольных ТЭС, а в Индии – 30,7 ГВт. Новые объекты угольной генерации также строятся в Индонезии (общей мощностью 9,4 ГВт), Бангладеш (3,9 ГВт), Вьетнаме (3,9 ГВт) и Южной Корее (2,1 ГВт).

При этом рост интереса к снижению выбросов стимулирует использование технологий «чистого» угля, в том числе так называемых «ультрасверхкритических» электростанций, КПД которых составляет от 44% до 46% (против 37-40% у «сверхкритических» и 33-37% у «субкритических»; чем выше КПД, тем меньше угля требуется для выработки одного и того же объема электроэнергии и тем ниже – эмиссия CO₂). Если в глобальной структуре мощности действующих угольных ТЭС доля «ультрасверхкритики» к началу 2024 г. составляла 22%, то в структуре строящихся – 72%.

Правда, обратной стороной является высокая капиталоемкость. По оценке EIA, стоимость ввода одного киловатта мощности «ультрасверхкритических» электростанций в США в текущих регуляторных и налоговых условиях составляет \$4507 (против \$1330 на кВт у парогазовых установок). При этом использование технологий, позволяющих улавливать 30% выбросов углекислого газа, увеличивает этот показатель до \$5577 на кВт, а при улавливании 90% CO₂ – до \$7176 на кВт.

Ассоциация по развитию международных исследований и проектов в области энергетики
«Глобальная энергия»

UDK 622.271:338.45.01 © И.В. Зеньков^{1,2}, И.В. Патачаков¹, Д.В. Редькин¹,
Ле Хунг Чинь³, Ю.П. Юронен⁴, А.А. Черпакова¹, Д.А. Хоробрых¹,
А.С. Конде¹, В.Е. Спири¹, 2024

¹ Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

² Сибирский научно-исследовательский институт горного
и маркшейдерского дела, 660025, г. Красноярск, Россия

³ Технический университет им. Ле Куй Дон, 11355, г. Ханой, Вьетнам

⁴ Сибирский государственный университет науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнева, 660049, г. Красноярск, Россия

✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

UDC 622.271:338.45.01 © I.V. Zenkov^{1,2}, I.V. Patachakov¹, D.V. Redkin¹,
Le Hung Trinh³, Yu.P. Yuronen⁴, A.A. Cherpakova¹, D.A. Khorobrykh¹,
A.S. Conde¹, V.E. Spirin¹, 2024

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Siberian Research Institute of Mining and Surveying,
Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation

³ Le Quy Don Technical University, Hanoi, 11355, Vietnam

⁴ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

Исследование влияния горно-геологического строения на геомеханические параметры борта карьера при ведении горных работ на мульдообразных двухпластовых угольных месторождениях*

Investigation into the impact of mining and geological structure
on the geomechanical parameters of open pit walls during mining operations
at the synclinal two-seam coal deposits

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-102-106>

ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, Россия,
заместитель директора по научной работе
Сибирского научно-исследовательского
института горного и маркшейдерского дела,
660025, г. Красноярск, Россия,
e-mail: zenkoviv@mail.ru

ПАТАЧАКОВ И.В.

Канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

РЕДЬКИН Д.В.

Аспирант Сибирского
федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

В Красноярском крае (Россия) и в провинции Куангнам (Вьетнам) открытым способом разрабатываются мульдообразные угольные месторождения, в строении которых находятся два промышленных пласта. К настоящему времени открытые горные работы находятся в замке мульды и далее будут развиваться по восстанию угольных пластов. В этой связи актуальным и необходимым считается проведение расчетов параметров откосов уступов с учетом изменения горно-геологического строения месторождений по мере подвигания горных работ в карьере. Как показали расчеты, в существующей ситуации происходит снижение коэффициента запаса устойчивости откосов уступов и в целом бортов карьеров, что необходимо учитывать при обосновании режима горных работ.

Ключевые слова: мульдообразные угольные месторождения, открытые горные работы, геомеханика, устойчивость уступов в карьере, сцепление горных пород, коэффициент запаса устойчивости.

* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области горного дела.

Для цитирования: Исследование влияния горно-геологического строения на геомеханические параметры борта карьера при ведении горных работ на мульдообразных двухпластовых угольных месторождениях / И.В. Зеньков, И.В. Патачаков, Д.В. Редькин и др. // Уголь. 2024;(5):102-106. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-102-106.

Abstract

Synclinal coal deposits that are characterized with two commercial seams are developed in the Krasnoyarsk Krai (Russia) and the Quang Nam Province (Vietnam) using the open-pit mining methods. The mining operations are currently in the syncline hinge and will proceed up the coal seams dip. In this respect, calculations of the bench slopes parameters are considered relevant and necessary with due account for changes in the mining and geological structure of the deposits as the mining operations are progressing in the open pit. As the calculations have shown, there currently exists a decrease in the safety factor of the bench slopes and of the open-pit wall in general, which should be taken into account when justifying the mode of mining operations.

Keywords

Synclinal coal deposits, Open-pit mining, Geomechanics, Stability of open-pit benches, Rock cohesion, Safety factor.

For citation

Zenkov I.V., Patachakov I.V., Redkin D.V., Trinh Le Hung, Yuronen Yu.P., Cherpakova A.A., Khorobrykh D.A., Conde A.S., Spirin V.E. Investigation into the impact of mining and geological structure on the geomechanical parameters of open pit walls during mining operations at the synclinal two-seam coal deposits. *Ugol'*. 2024;(5):102-106. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-102-106.

Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in mining.

ВВЕДЕНИЕ

Основной тенденцией в мировом недропользовании является увеличение объемов добычи угля. Центр угледобычи постепенно смещается в сторону России и Юго-Восточной Азии. В Красноярском крае наряду с месторождениями, в строении которых находятся мощные угольные пласты, в разработке находятся мульдообразные двухпластовые месторождения. Такие месторождения разрабатываются с 1970-х гг. по настоящее время. Особенностью порядка отработки мульдообразных месторождений является неизбежность производства открытых горных работ как по падению, так и по восстанию угольных пластов. В обоих случаях необходимо решать вопросы геомеханики, поскольку в ходе открытой разработки довольно часто откосы уступов и борта карьеров деформируются с последующим движением значительных объемов горных пород в выработанное пространство. При этом в мировом случае имеется много случаев уничтожения горнотранспортного оборудования и гибели производственного персонала, как это было на месторождении медно-порфиновых руд в штате Юта на территории США («Бингем-карьер»). В горном деле исследованиям устойчивости горных выработок при ведении как открытых, так и подземных горных работ уделяется большое внимание, о чем свидетельствуют результаты работ по геомеханике, представленные в краткой подборке тематических научных трудов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Мульдообразные двухпластовые месторождения угля Большесырское, Ирбейское и Переясловское разрабатываются открытым способом в Красноярском крае на территории России и одно аналогичное месторождение НонгСон в провинции Куангнам во Вьетнаме. На этих месторождениях промышленные запасы угля представлены двумя пластами угля, характеристика которых представлена в табл. 1.

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического
университета им. Ле Куи Дон,
11355, г. Ханой, Вьетнам

ЮРОНЕН Ю.П.

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

ЧЕРПАКОВА А.А.

Аспирант Сибирского
федерального университета
660041, г. Красноярск, Россия

ХОРОБРЫХ Д.А.

Студент Сибирского
федерального университета
660041, г. Красноярск, Россия

КОНДЕ А.С.

Студент Сибирского
федерального университета
660041, г. Красноярск, Россия

СПИРИН В.Е.

Студент Сибирского
федерального университета
660041, г. Красноярск, Россия

Мощность вскрышных пород и промышленных пластов на месторождениях угля в Красноярском крае

The thickness of overburden and commercial seams at coal deposits in the Krasnoyarsk Krai

Название месторождения угля	Мощность вскрышных пород верхнего пласта, м	Мощность верхнего угольного пласта, м	Мощность междупластия, м	Мощность нижнего угольного пласта, м
Большесырское	24,5	4,5	20	25,2
Ирбейское	8,5	2,8	16	7,5
Переясловское	35,1	11,5	2	2,9
НонгСон (Вьетнам)	26	12	14	8

Характерный для мульдообразных угольных месторождений вертикальный разрез представлен на рис. 1. Отметим, что существенной особенностью порядка отработки месторождений угля этого типа является неизбежность производства открытых горных работ как по падению (сектор А), так и по восстанию угольных пластов в секторе Б (см. рис. 1). Порядок отработки месторождения показан на рис. 1 стрелкой желтого цвета.

В период строительства разрезных траншей или котлованов на этих месторождениях с целью вскрытия угольных пластов часто происходят деформации откосов уступов и бортов строящихся карьеров. В дальнейшем в ходе отработки угольных пластов также происходят многочисленные деформации горных выработок. Так, по данным спутниковой съемки выявлены деформации рабочих бортов карьеров на месторождениях угля в Красноярском крае и в провинции Куангнам во Вьетнаме. На рис. 2 контуры деформации рабочих бортов выделены линией желтого цвета. Так, в ходе открытой разработки Большесырского месторождения угля на южном рабочем борту карье-

ра образовался оползень шириной 70 и протяженностью 392 м (см. рис. 2, а).

Аналогичная деформация северного борта карьера НонгСон шириной 30 и протяженностью 110 м произошла в ходе открытой разработки одноименного месторождения угля во Вьетнаме (см. рис. 2, б).

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ БОРТА КАРЬЕРА

В природе возникновения деформационных процессов рабочих и нерабочих бортов карьеров на угольных месторождениях важнейшую роль играет взаиморасположение борта карьера с пространственным расположением отрабатываемых угольных пластов. В период ведения горных работ в секторе А мульдообразных месторождений при обосновании технологических параметров элементов рабочих бортов, таких как высота уступа, ширина рабочей площадки, геомеханические, расчеты выполняются согласно принимаемому варианту порядка отработки угленасыщенного участка месторождения с падением угольных пластов в толщу горных пород, не вовлеченных в разработку.

В этом случае геометрические параметры элементов борта карьера являются в некоторой степени заниженными в сравнении с аналогичными показателями для варианта отработки угольных пластов по их восстанию в секторе Б. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно для условий открытой разработки мульдообразных двухпластовых угольных месторождений проводить расчеты геометрических параметров бортов карьера на всех этапах произ-

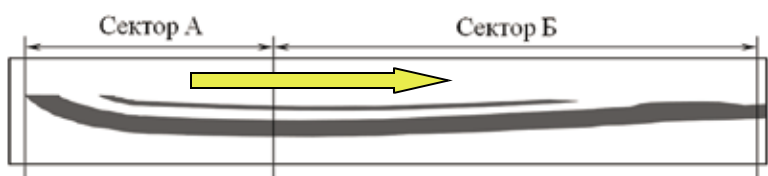


Рис. 1. Общий вид геологического строения мульдообразного месторождения угля с двумя промышленными пластами

Fig. 1. Overall view of the geological structure of a synclinal coal deposit with two commercial seams

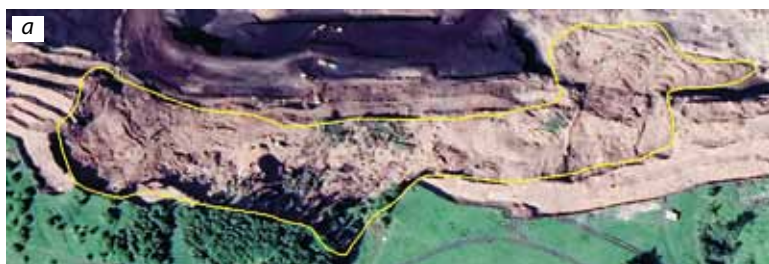


Рис. 2. Фрагменты космоснимков с выделением деформации рабочего борта:

а – в карьере на Большесырском месторождении угля (Россия); б – в карьере на месторождении угля НонгСон (Вьетнам)

Fig. 2. Fragments of space images with highlighted deformation of the loading face:

а – in the open pit at the Bolshesyrsk coal deposit (Russia); б – in the open pit at the Nong Son coal deposit (Vietnam)

водства горных работ с учетом изменчивости пространственного расположения угольных пластов в углевмещающей толще.

Предложенный подход к определению геометрии технологических параметров элементов бортов карьеров в зависимости от угла наклона угольных пластов в углевмещающей толще позволит формировать предложения по оптимизации конструкции борта карьера, удовлетворяющей как требованиям экономической эффективности добычи угля, так и требованиям безопасного производства открытых горных работ.

Согласно типу горных пород, слагающих углевмещающую толщу, их физико-механические свойства на ис-

следуемых месторождениях варьируют в следующих интервалах: плотность вскрышных пород изменяется в диапазоне от 1,87 до 2,20 т/м³, значение такого показателя, как «сцепление в массиве» изменяется в довольно широком диапазоне – 2,0-48,3 т/м², угол внутреннего трения изменяется от 16 до 37 градусов; для угольных пластов плотность равна 1,27-1,30 т/м³, сцепление в массиве – 14,0-14,5 т/м², угол внутреннего трения – 30-37 градусов, для контакта «вскрышные породы – угольный пласт» плотность – 1,28-1,31 т/м³, сцепление – 2,5-2,8 т/м², угол внутреннего трения – 12-15 градусов.

Для проведения геомеханических расчетов была использована плоская постановка, расчетные верти-

кальные сечения отражали мульдообразное строение месторождения с известными углами падения крыльев мульды. Расчеты устойчивости выполнялись в программном комплексе Rocscience для геотехнических расчетов горнодобывающей отрасли. Программа выполняет расчет множества вариантов криволинейных поверхностей скольжения с использованием метода равновесия и вычисляет по каждой из них коэффициент запаса устойчивости (КЗУ). Используемый программный комплекс позволяет анализировать отдельные поверхности скольжения и определить критическую поверхность скольжения с наименьшим КЗУ.

Расчеты устойчивости бортов карьера с учетом падения пластов угля выполнены в соответствии с характерными для каждого из месторождений параметрами откосов борта. В качестве критерия устойчивости был определен нормативный коэффициент запаса устойчивости $n_{\text{норм}} = 1,3$, при превышении (или равенстве) которого удовлетворяется требование безопасности производства открытых горных работ. Расчетные значения КЗУ представлены в табл. 2. На рис. 3 показаны схемы, используемые в геомеханическом обосновании устойчивости бортов карьеров для отдельно взятого вертикального сечения. Графические построения выполнены для четырех поверхностей скольжения с условной нумерацией от 1 до 4 (рис. 3).

На основе информации, представленной в табл. 2 и на рис. 3, установлены две формы поверхности скольжения массива горных пород, стремящихся к обрушению при их обработке экскаваторами. Так, установле-

Таблица 2

Результаты расчета коэффициента запаса устойчивости откосов уступов на мульдообразных двухпластовых угольных месторождениях

Results of calculating the safety factor of bench slopes at the synclinal two-seam coal deposits

Номер поверхности скольжения	Сектор падения угольных пластов			Сектор восстания угольных пластов		
	Высота, м	Угол, градус	КЗУ	Высота, м	Угол, градус	КЗУ
Большесырское месторождение						
1	25	43	1,63	25	43	1,51
2	30	47	1,57	30	47	1,45
3	55	52	1,51	55	52	1,39
4	75	57	1,45	75	57	1,33
Ирбейское месторождение						
1	28	29	1,60	28	29	1,55
2	36,5	30	1,54	36,5	30	1,47
3	52,5	31	1,49	52,5	31	1,42
4	60	32	1,50	60	32	1,35
Переясловское месторождение						
1	48,5	29	1,58	48,5	29	1,45
2	60	30	1,53	60	30	1,40
3	62	30	1,50	62	30	1,35
4	65	30	1,48	65	30	1,32
НонгСон (Вьетнам)						
1	26	41	1,61	26	41	1,52
2	38	30	1,55	38	30	1,43
3	52	31	1,48	52	31	1,32
4	60	34	1,49	60	34	1,28

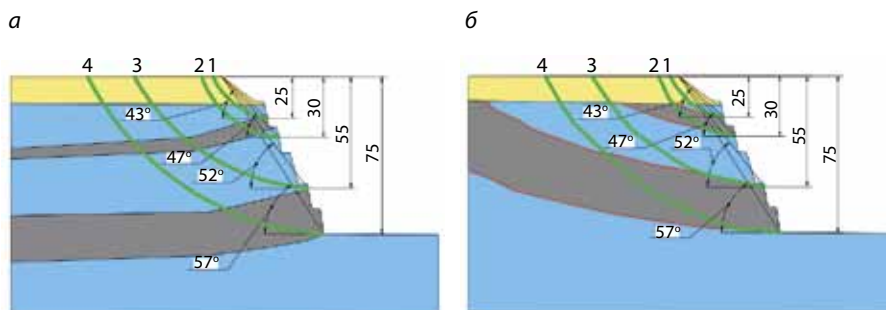


Рис. 3. Схемы для проведения геомеханических расчетов:
а – при ведении открытых горных работ по падению угольных пластов;
б – при ведении открытых горных работ по восстанию угольных пластов

Fig. 3. Diagrams for geomechanical calculations:
а – in case of open-pit mining operations down the coal seams dip;
б – in case of open-pit mining operations up the coal seams dip

но, что при движении открытых горных работ по падению пластов в секторе А поверхность скольжения имеет круглоцилиндрическую форму (см. рис. 3, а), а при отработке угленасыщенного участка месторождения в секторе Б поверхность скольжения имеет круглоцилиндрическую форму со сложным построением в нижней части с переходом к наклонной поверхности – контакту угольного пласта с подстилающими горными породами.

ВЫВОДЫ

Итак, к настоящему времени разработка открытым способом мульдообразных месторождений угля в границах тех угленасыщенных участков, в которых горные работы уже производятся по восстанию угольных пластов либо подходят к этим участкам, угледобывающие предприятия начинают сталкиваться с серьезной проблемой, касающейся устойчивости откосов уступов и бортов карьеров. Вместе с тем для мульдообразных месторождений угля необходимым считаем обоснование режима горных работ, выбора комплексов горнотранспортного оборудования в увязке с геомеханическими расчетами устойчивого состояния основных элементов конструкции рабочего борта карьера с учетом коэффициента запаса устойчивости, значение которого напрямую зависит от пространственного расположения угольных пластов в массиве горных пород и порядка их отработки.

Список литературы • References

1. Геомеханические проблемы отработки нижних горизонтов месторождения Южное (Приморский край) / М.А. Ломов, А.В. Сидляр, А.В. Константинов и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2023. № 12-2. С. 87-99. DOI: 10.25018/0236-1493-2023-122-0-87. Lomov M.A., Sidlyar A.V., Konstantinov A.V., Grunin A.P. Geomechanical challenges of mining the lower levels of the Yuzhnoye deposit (Primorsky Krai). *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'* 2023;(12-2):87-99. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2023-122-0-87.
2. Protosenya A.G., Belyakov N.A., Bouslova M.A. Modelling of the stress-strain state of block rock mass of ore deposits during development by caving mining systems. *Journal of Mining Institute*. 2023;(262):619-627.
3. Степанов И.Ю. Проектирование информационной системы определения деструктивных изменений углепородного массива // Уголь. 2023. № 11. С. 113-119. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-113-119. Stepanov I.Yu. Designing an information system for determining destructive changes in the carboniferous massif. *Ugol'* 2023;(11):113-119. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-113-119.
4. Цюпа Д.А. Методические и методологические составляющие процедуры прогнозной оценки деформаций и смещений в области взаимосвязанного влияния ведения подземных горных работ // Уголь. 2023. № 8. С. 96-100. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-8-96-100. Tsyupa D.A. Methodical and methodological components of the procedure for predictive assessment of deformations and displacements in the field of interrelated influence of underground mining

operations. *Ugol'* 2023;(8):96-100. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-8-96-100.

5. Исьянов О.А., Ильдеров Д.И., Супрун В.И., Радченко С.А. Опыт стабилизации оползневых процессов на Уртуйском разрезе // Горный журнал. 2021. № 1. С. 102-106. Isyanov O.A., Ilderov D.I., Suprun V.I., Radchenko S.A. Experience of landslide processes stabilization at the Urtuyskiy strip mine. *Gornyj zhurnal*. 2021;(1):102-106. (In Russ.).
6. Adeyemi Emman Aladejare, Musa Adebayo Idris. Performance analysis of empirical models for predicting rock mass deformation modulus using regression and Bayesian methods. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.* 2020;12(6): 1263-1271.
7. Liren Ban, Zhigang Tao, Weisheng Du, Yuhang Hou. A consecutive joint shear strength model considering the 3D roughness of real contact joint surface. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2023;33(5):617-624.
8. Silveira L.R.C., Lana M.S., Alameda-Hernández P., dos Santos T.B. A New Methodology for Rockfall Hazard Assessment in Rocky Slopes. *Mining*. 2022;(2):791-808. DOI: 10.3390/mining2040044.
9. Kavvadas M., Roumpos C., Servou A., Paraskevis N. Geotechnical Issues in Decommissioning Surface Lignite Mines – The Case of Amyntaion Mine in Greece. *Mining*. 2022;(2)6:78-296. DOI: 10.3390/mining2020015.
10. Akram Deiminiat, Jonathan D. Aubertin, Yannic Ethier. On the calibration of a shear stress criterion for rock joints to represent the full stress-strain profile. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2024;16(2):379-392. DOI: 10.1016/j.jrmge.2023.07.019.

Authors Information

Zenkov I.V. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation, Deputy Director for Scientific Work, Siberian Research Institute of Mining and Surveying, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Patachakov I.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Redkin D.V. – Postgraduate student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Trinh Le Hung – PhD (Engineering), Associate Professor, Le Quy Don Technical University, Hanoi, 11355, Vietnam

Yuronen Yu.P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

Cherpakova A.A. – Postgraduate student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Khorobrykh D.A. – Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Conde A.S. – Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Spirin V.E. – Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 19.03.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received March 19, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

К вопросу обеспыливания воздуха при погрузке и транспортировании угля

On the issue of dust clearing air during loading and transportation of coal

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-107-110>

Актуальность проблемы определяется необходимостью совершенствования средств и способов пылеподавления при транспортировании, погрузке и разгрузке угля, сопровождающихся значительным пылеобразованием и пылевыведением. Приведен обзор способов обеспыливания воздуха на горно-металлургических предприятиях, где осуществляются погрузочно-разгрузочные работы под открытым небом. Перечислены основные источники пыления, описано влияние на окружающую среду с одновременным обеспечением максимально возможных безопасных условий труда работников, осуществляющих транспортировку угля под открытым небом. В экспериментальных исследованиях установлено, что резкое уменьшение времени смачивания тонкодисперсных фракций пыли бурых углей происходит при концентрации раствора смачивателя СП-01 0,3%. Даны рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха и условий труда работников, выполняющих работы под навесом склада для угля.

Ключевые слова: пыль, уголь, окружающая среда, загрязнение, условия труда, безопасность труда, погрузочно-разгрузочные работы, поверхностно-активные вещества.

Для цитирования: Пернебек Б.П., Рассолова М.А., Серянина А.В. К вопросу обеспыливания воздуха при погрузке и транспортировании угля // Уголь. 2024;(5):107-110. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-107-110.

Abstract

The urgency of the problem is determined by the need to improve the means and methods of dust suppression during transportation, loading and unloading of coal, which is accompanied by significant dust formation and dust release. An overview of methods for air dust removal at mining and metallurgical enterprises where loading and unloading operations are carried out in the open air is provided. The main sources of dust are listed, the impact on the environment is described while simultaneously ensuring the highest possible safe working conditions for workers transporting coal in the open air. Experimental studies have established that a sharp decrease in the wetting time of finely dispersed brown coal dust fractions occurs when the concentration of the SP-01 wetting solution is 0.3%. Recommendations are given to improve the quality of atmospheric air and the working conditions of workers performing work under the canopy of a coal warehouse.

ПЕРНЕБЕК Б.П.

Аспирант НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: pbektur@mail.ru

РАССОЛОВА М.А.

Аспирант НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: rassolova.ma@misis.ru

СЕРЯНИНА А.В.

Аспирант НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: seryanina.av@edu.misis.ru

Key words

Dust, coal, environment, pollution, working conditions, labor safety, loading and unloading operations, surfactants.

For citation

Pernebek B.P., Rassolova M.A., Seryanina A.V. On the issue of dust clearing air during loading and transportation of coal. *Ugol'*. 2024;(5):107-110. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-107-110.

ВВЕДЕНИЕ

Возрастание роли каменного и бурого угля как стратегического ресурса связано с востребованностью угля в металлургической, топливно-энергетической, химической и других отраслях [1]. Добыча угля сопровождается такими негативными факторами для атмосферы горных предприятий и окружающей среды, как газовыделение, пылевыведение, пылеотложение. Но и вспомогательные операции, связанные с транспортировкой полезных ископаемых, включающие погрузочно-разгрузочные работы, складирование, хранение и переработку, также сопровождаются значительными газопылевыведениями, способными привести к самовозгоранию углей, вспышкам и взрывам метана, пожарам, особенно свойственным конвейерным лентам по транспортировке угля [2, 3, 4]. На горно-металлургических предприятиях запыленность на рабочих местах приводит к заболеваниям легочной этиологии у рабочих [5, 6, 7], в окружающей среде выделяющийся в атмосферу метан создает парниковый эффект, а значительные пылевыведения загрязняют земельные и водные объекты [8, 9]. Неблагоприятная экологическая ситуация в местах разработки полезных ископаемых, особенно с использованием массовых взрывов, а также в населенных пунктах, расположенных на пути транспортировки и погрузки-разгрузки полезных ископаемых, приводит к стабильно высокому уровню заболеваний дыхательных путей у населения [5].

Согласно анализу современных исследований, объекты металлургического производства (где происходят погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка угля) являются источниками пыли на всех этапах единой технологической цепочки, от разгрузки угля до подачи его в печь, оказывая значительное негативное воздействие на окружающую среду и здоровье работников.

Целью данной статьи являются обзор способов пылеподавления при вспомогательных работах по разгрузке угля на складах и определение концентрации смачивателя для пылеподавления тонкодисперсных фракций пыли.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основными источниками негативного воздействия на воздух рабочей зоны горно-металлургических предприятий и на атмосферу окружающей среды в целом являются процессы добычи угля, его транспортировки и погрузочно-разгрузочные работы, обуславливающие возникновение геоэкологических и аэрологических рисков, приводящих к взрывам газа и пыли, пожарам, смогам, парниковым эффектам и др. [10]. К негативным факторам относятся:

- образование и выделение угольной пыли. Пылевыведение и пылеобразование происходят на всех этапах технологического процесса погрузочно-разгрузочных работ;
- выделение метана;
- выбросы от работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и котельных установок (NO, NO₂, SO₂, сажа и т.д.).

Для пылеподавления на предприятиях металлургической отрасли, где используется уголь, можно рассмотреть использование поверхностно-активных веществ (ПАВ). ПАВ представляют собой химические вещества, которые могут использоваться для снижения образования пыли путем уменьшения поверхностного натяжения жидкости или других веществ, с которыми они взаимодействуют [11, 12].

ПАВ могут быть использованы при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке угля на металлургических предприятиях в процессах пылеподавления для создания пленок или препятствий, которые помогают удерживать пылевые частицы на поверхности и предотвращать их рассеивание в атмосферу рабочей зоны и окружающей среды [13, 14]. Это может способствовать улучшению условий труда и снижению выбросов пыли в окружающую среду. Конкретный выбор и применение определенных ПАВ для пылеподавления и пылеосаждения на металлургических предприятиях требуют индивидуального подхода в том числе в вопросах применения эффективных способов вентиляции [15].

Для экспериментальных исследований смачиваемости пыли бурых углей были отобраны пробы отложившейся пыли в местах разгрузки бурого угля под навесом склада. Масса отобранной пыли составила 253,42 г. Рассев отобранной пыли производился на виброустановке. В соответствии с размером ячеек сит рассеиваемая пыль распределялась по диапазонам, мм: +1,0; 0,8-1,0; 0,5-0,8; 0,25-0,5; 0,1-0,25; 0,071-0,1; 0,04-0,071; -0,04. В верхнем сите осталась пыль размером больше 1 мм. Количество пыли по фракционному составу представлено в *таблице*.

По результатам *таблицы* построен график (*рис. 1*), из которого следует, что наибольшее количество пыли представлено размером от 0,04 до 0,071 мм (всего 70,7 г), затем следует пыль, размером менее 0,04 мм (всего 42,27 г), и затем пыль, размером от 0,2 до 0,25 мм (всего 26,88 г.)

Массовые и относительные значения фракционного состава пыли

The weight and relative values of dust particle size distribution

Размер сита, мм	Масса, г	Относительные значения, %
+1,0	54,72	21,41
0,8-1,0	6,21	2,43
0,5-0,8	11,94	4,67
0,25-0,5	15,43	6,04
0,1-0,25	26,88	10,52
0,071-0,1	25,27	9,89
0,04-0,071	70,7	27,66
-0,04	42,27	16,54
Всего:	253,42	99,992

В качестве смачивателя использовался смачиватель СП-01 (ТУ 2481-002-95498669-2008). С помощью шприца 1 и 5 см³ были сделаны концентрации смачивателя СП-01. Были выбраны следующие концентрации, %: 0; 0,05; 0,3; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 (рис. 2). Всего было подготовлено 27 стаканов с растворами смачивателя и разложено возле каждой концентрации по 1 г угля трех отобранных фракций пыли: размером менее 0,04 мм; размером от 0,04 до 0,071 мм; размером от 0,2 до 0,25 мм (см. рис. 2).

Приготовленная пыль высыпалась в стаканы с раствором смачивателя и засекалось время, за которое пыль оседала на дно стакана. В чистой воде пыль не оседает. Графики зависимости времени оседания различных фракций пыли от раствора смачивателя представлены на рис. 3.

Из анализа данных (см. рис. 3) следует, что резкое уменьшение времени смачивания пыли происходит при концентрации раствора смачивателя 0,3%. При этом это явление характерно для всех исследуемых размеров частиц пыли. Этот результат является основанием того, что для эффективного пылеподавления при орошении пылевоздушных потоков может быть рекомендована концентрация 0,3%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, основные способы борьбы с пылью при погрузочно-транспортных работах на горно-металлургических предприятиях включают: орошение, укрытие, пылеотсос и пылеулавливание. Эффективность орошения повышается добавлением в воду смачивателей. Резкое уменьшение времени смачивания тонкодисперсных фракций пыли бурых углей происходит при концентрации раствора смачивателя СП-01 0,3%. При этом это явление характерно для всех исследуемых диапазонов размеров частиц пыли. Этот результат является основанием того, что для эффективного пылеподавления при орошении пылевоздушных потоков может быть рекомендована концентрация смачивателя СП-01, равная 0,3%.

Список литературы • References

1. К вопросу оценки экологического состояния окружающей среды для достижения устойчивого развития угледобывающих регионов России / О.М. Зиновьева, Л.А. Колесникова, А.М. Меркулова и др. // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 1. С. 35-43. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-35-43.
Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A., Merkulova A.M., Smirnova N.A. On the issue of assessing the ecological condition of the environment to achieve sustainable development of coal-mining regions of Russia. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2023;15(1):35-43. (In Russ.). DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-35-43.
2. 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.
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):69-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-69-73.
3. Баловцев С.В. Оценка схем вентиляции с учетом горно-геологических и горнотехнологических условий отработки угольных пластов // Горный информационно-аналитический

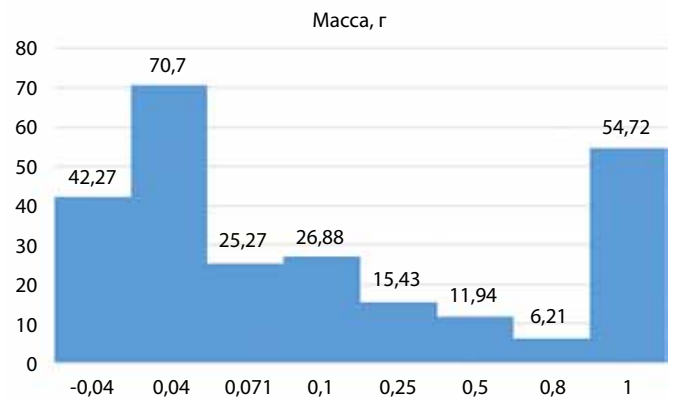


Рис. 1. Распределение массы пыли по размерам фракций
Fig. 1. Distribution of the dust weight by particle sizes



Рис. 2. Растворы смачивателя и пробы пыли
Fig. 2. Wetting agent solutions and dust samples

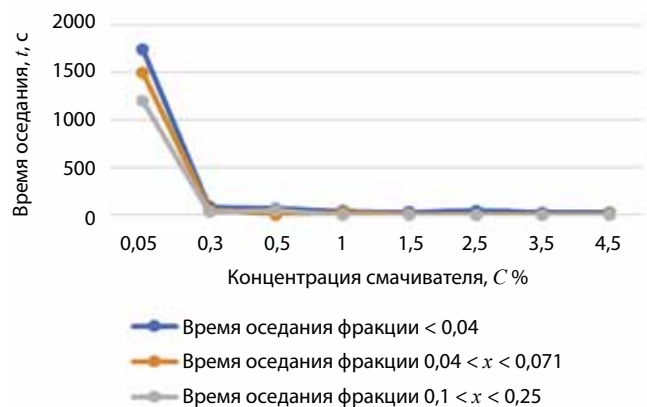


Рис. 3. Время оседания пыли в зависимости от концентрации раствора смачивателя и размера частиц пыли
Fig. 3. Dust settling time as a function of the wetting agent solution concentration and the dust particle size

- бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 6. С. 173-183. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-173-183.
- Balovtsev S.V. Assessment of ventilation circuits with regard to geological and geotechnical conditions of coal seam mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(6):173-183. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-173-183.
4. 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.
 5. Оценка прогнозной запыленности в забоях угольных шахт с учетом особенностей смачиваемости угольной пыли / А.В. Корнев, Н.В. Ледяев, Е.И. Кабанов и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6-2. С. 115-134. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-62-0-115. Kornev A.V., Ledyayev N.V., Kabanov E.I., Korneva M.V. Estimation of predictive dust content in the faces of coal mines taking into account the peculiarities of the wettability of coal dust. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(6-2):115-134. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-62-0-115.
 6. Rodionov V., Skripnik I., Ksenofontov Yu., Kaverzneva T., Idrisova J., Alibekova I. Determination of kinetic parameters and conditions of the spontaneous combustion of coal during its transportation. *AIP Conference Proceedings.* 2022;(2467):080004. DOI: 10.1063/5.0093906.
 7. Zhao X., Du J., Bharti B., Qiao Y., Li Y., Wu H., Ma Z. Research and Industrial Test of Anti-Freezing and Dust Suppression Agent for Truck Roads in Open-Pit Mines in Inner Mongolia, China. *Processes.* 2023;11(12):3336. DOI: 10.3390/pr11123336.
 8. Zhu Q., Yin L., Huang Q., Wang E., Hou Z. Experimental Study on Migration and Intrusion Characteristics of Pulverized Coal in Propped Fractures. *Processes.* 2023;11(7):2074. DOI: 10.3390/pr11072074.
 9. Yan J., Wang Z., Lu X., Wu Y., Luo H., Liu X. Physical and Chemical Characteristics of Explosive Dust at Large Open-Pit Coal Mines in Inner Mongolia, China and Dust Control Research. *Atmosphere.* 2023;14(11):1678. DOI: 10.3390/atmos14111678.
 10. Баловцев С.В., Скопинцева О.В. Критерии опасности и уязвимости в структуре рангов аэрологических рисков угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 10. С. 153-165. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-10-0-153. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. Hazard and vulnerability criteria in the rank structure of aerological risks in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(10):153-165. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2022-10-0-153.
 11. Рыбичев А.А., Пернебек Б.П. Оценка эффективности пылеподавления с использованием смачивающих растворов // Уголь. 2023. № 12. С. 60-63. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-12-60-63. Rybichev A.A., Pernebek B.P. Evaluation of the efficiency of dust suppression with the use of wet solutions. *Ugol'.* 2023;(12):60-63. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-12-60-63.
 12. Павленко М.В., Скопинцева О.В. О роли капиллярных сил при вибровоздействии на гидравлически обработанный газонасыщенный угольный массив // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 3. С. 43-50. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-43-50. Pavlenko M.V., Skopintseva O.V. Role of capillary forces in vibratory action on hydraulically treated gas-saturated coal. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(3):43-50. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-43-50.
 13. Обоснование рациональных параметров обеспыливающей обработки угольного массива в шахтах / О.В. Скопинцева, А.С. Вертинский, С.В. Иляхин и др. // Горный журнал. 2014. № 5. С. 17-20. Skopintseva O.V., Vertinskiy A.S., Ilyakhin S.V., Savelev D.I., Prokopovich A.Yu. Substantiation of efficient parameters of dust-controlling processing of coal mass in mines. *Gornyi Zhurnal.* 2014;(5):17-20. (In Russ.).
 14. Zhang J., Han Z., Chen T., Yao N., Yang X., Chen C., Cai J. A Numerical Simulation of the Coal Dust Migration Law in Directional Air Drilling in a Broken Soft Coal Seam. *Processes.* 2024;12(2):309. DOI: 10.3390/pr12020309.
 15. Оценка влияния пульсирующей вентиляции на пылесаживание орошением в горнодобывающем и перерабатывающем производстве / А.Э. Филин, И.Ю. Курносов, С.В. Тертычная и др. // Уголь. 2023. № 11. С. 120-124. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-120-124. Filin A.E., Kurnosov I.Yu., Tertychnaya S.V., Kolesnikova L.A. Assessment of the effect of pulsed ventilation on irrigation dust deposition in mining and processing production. *Ugol'.* 2023;(11):120-124. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-120-124.

Authors Information

Pernebek B.P. – Postgraduate student, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: pbektur@mail.ru

Rassolova M.A. – Postgraduate student, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: rassolova.ma@misis.ru

Seryanina A.V. – Postgraduate student, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: seryanina.av@edu.misis.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.03.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received March 22, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

¹ Самарский государственный экономический университет,
443090, г. Самара, Россия

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

² Национальный исследовательский Томский
политехнический университет, 634050, г. Томск, Россия

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

✉ e-mail: pisakina83@yandex.ru

✉ e-mail: pisakina83@yandex.ru

К вопросу существования абсолютной горной ренты

Часть 2*

On the issue of the absolute mining rent

Part 2

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-111-114>

Статья является продолжением статьи «К вопросу существования абсолютной горной ренты. Часть 1», в которой осуществлен анализ трудов представителей классической политической экономии и российских авторов, опирающихся в своих изысканиях на идеи марксизма, посвященных проблеме существования абсолютной горной ренты. В данной части работы внимание акцентировано на изучении мнения ученых неоклассической школы экономической мысли о проблеме развития рентных отношений в горной промышленности. Обосновывая существование абсолютной горной ренты, авторы определяют не только границы бытия этого рентного дохода, но и его размеры.

Ключевые слова: рента, горная рента, абсолютная рента, монополярная рента, альтернативная стоимость, недропользование.

Для цитирования: Кузьмина О.Ю., Коновалова М.Е., Жиронкин С.А. К вопросу существования абсолютной горной ренты. Часть 2 // Уголь. 2024;(5):111-114. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-111-114.

Abstract

The article is a follow-up of the paper entitled "On the issue of the absolute mining rent. Part 1", which analyzed the works of classical political economy and the Russian authors, relying on the Marxist ideas in their research, dedicated to the issue of the absolute mining rent existence. In this part of the work focuses on studying the opinions of researchers of the Neoclassical Economics regarding the issue of rent relations development in the mining industry. Justifying the existence of the absolute mining rent, the authors define not only the existence boundaries of this rent income, but also its size.

Keywords

Rent, Mining rent, Absolute rent, Monopoly rent, Alternative cost, Subsoil use.

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

ЖИРОНКИН С.А.

Доктор экон. наук,
профессор Бизнес-школы
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
634050, г. Томск, Россия,
e-mail: zhironkin@tpu.ru

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01423, <https://rscf.ru/project/23-28-01423/>.

For citation

Kuzmina O.Yu., Konovalova M.E., Zhironkin S.A. On the issue of the absolute mining rent. Part 2. *Ugol*. 2024;(5):111-114. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-111-114.

Acknowledgements

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 23-28-01423, <https://rscf.ru/project/23-28-01423/>.

ВВЕДЕНИЕ

Рента вряд ли может быть названа факторным доходом, поскольку ее извлечение возможно при любом виде производственной деятельности человека. Ключевой причиной возникновения ренты является монополизация отношений, возникающая в процессе хозяйственного использования факторов производства, в том числе имеющих и природный характер [1, 2]. Проблема ограниченности ресурсов в условиях высокого спроса на них закрепляет систему отношений, в которой собственники, исходя из институционализированного за ними права владения на фактор производства, присваивают часть полученной в результате хозяйственной деятельности прибыли в форме ренты [3, 4, 5]. Именно расщепление пучка собственности на правомочия, порождающее широкий спектр связей между правообладателями на ресурс, создает ту среду, которая является благодатной для возникновения рентных доходов.

По мнению ряда представителей классической политической экономии, существование абсолютной горной ренты, не предполагающей дифференциации месторождений по качественным характеристикам, целиком вытекает из факта монополии частной собственности на природные ископаемые. Эта форма горной ренты, по сути, является лишь средством исключения из процесса эксплуатации любого природного объекта ровно до тех пор, пока он не принесет его владельцу некоторого дохода. Абсолютная рента, возникая в результате монополии собственности на фактор производства, обеспечивает непрерывный процесс воспроизводства сложившихся монополизированных отношений.

НЕОКЛАССИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ РЕНТЫ

Неоклассическая теория стирает границы между факторами производства. Рассматривая их с позиции затратного (стоимостного) подхода, она констатирует лишь их капитальную природу. Анализ факторов через призму капитальных вложений в различные типы активов свойствен не только неоклассическому направлению экономической мысли, но и неoinституционализму, где данный подход приобретает всеобъемлющий характер. Труд и предпринимательские способности оцениваются через материальные затраты на становление человека как трудового и предпринимательского ресурса, в этом случае речь идет о человеческом капитале, земля как фактор производства, включающая в себя различные формы природных богатств, предстает в форме денежного потока, идущего на ее возделывание. Стоит отдать должное неоклассической школе, капитал трактуется ее представителями широко, он представляет собой не только категорию запаса,

то есть материальные затраты на получение каких-либо производственных благ, но и категорию потока, в этом случае капитал рассматривается в качестве инвестиций, оценка которых является в большей степени вероятностной, представляющей собой инвестиционные ожидания участников рынка относительно извлечения будущих доходов от хозяйственного использования благ.

Эта методологическая новация, озаглавленная высоким уровнем абстракции, ничем не меньшим, чем рассуждения о трудовой природе капитала К. Маркса, находит свое отражение в концепциях ренты неоклассиков.

Именно основателю неоклассической школы А. Маршаллу принадлежит вывод о том, что рента может быть получена с любого дифференцированного по тем или иным характеристикам фактора производства, предложение которого неэластично.

Как категория абсолютная рента не рассматривается в работах неоклассиков. Однако отсутствие дефиниции в исследованиях представителей мейнстрима экономической науки еще не доказывает того факта, что существование абсолютной ренты отрицается неоклассической школой.

Так, известный методолог М. Блауг, анализируя работы неоклассиков, приходит к выводу, что последние, подчеркивая особую ценность собственности в процессе становления и развития всей системы рыночных отношений, настаивают на том, что пользование собственностью не может носить бесплатный характер, это экономически необходимо с точки зрения общества [6]. Для того, чтобы иметь возможность использовать производительные ресурсы, находящиеся в чьей-то собственности, следует компенсировать собственнику потерю альтернативного применения объекта его владения. Убытки, связанные с отказом от текущего потребления благ в пользу будущего, столь же реальны, как требование рабочих оплатить их труд. Платность порождается редкостью производительных благ. Проблема ограниченности ресурсов приводит к тому, что их хозяйственное использование в одном виде деятельности требует отказа от применения данных факторов в других. Другими словами, альтернативная стоимость использования производительного блага не является нулевой. По мнению представителя паретианской школы Д.А. Ворчестера, в общие платежи за аренду природных богатств должны включаться не только излишек в виде дифференциальной ренты, но и альтернативная стоимость фактора производства [7]. Хотя альтернативная стоимость и не называется паретианцами рентой, сути дела это не меняет. В условиях, когда стираются различия в производительности факторов, дифференциальная рента начинает стремиться к нулю, но это вовсе не означает, что объект собственности будет сдаваться в аренду бесплатно, платежи за пользование природными богатствами будут представлять собой «затраты на переход» в другие отрасли, то есть не что иное, как альтернативную стоимость.

Об этом говорит и А. Маршалл, утверждая, что если фактор производства однороден, а его предложение неэластично, то возникает «рента редкости» [8]. Она представляет собой часть потребительского излишка, от которого потребители продукции природоохозяйственных отраслей вы-

нуждены отказаться в пользу производителей, чтобы у последних был стимул изготавливать высококачественную продукцию. Как и К. Маркс, А. Маршалл уверен, что рождение ренты редкости обусловлено монопольной надбавкой к полным издержкам производства, возникающим при использовании худших (предельных) факторов производства. Выход за рамки рассуждений о совершенно конкурентном равновесном рынке тут же заставляет задуматься о наличии дохода, обеспечивающего монопольное положение собственников природных ресурсов, как бы он ни назывался – абсолютная рента, альтернативная стоимость использования фактора производства, рента редкости.

ВЕЛИЧИНА АБСОЛЮТНОЙ ГОРНОЙ РЕНТЫ

Отрицающий наличие в горной промышленности абсолютной ренты Н.В. Жикаляк уверен, что те авторы, которые признают существование последней, на самом деле говорят либо о ценовой, либо о монопольной ренте [9]. Действительно, предельные или замыкающие месторождения могут приносить экономическую прибыль, то есть предельные альтернативные издержки производства продукции на худших по качеству месторождениях в определенный момент времени могут оказаться ниже цены горнодобывающей продукции. Причиной кратковременного дохода является нарушение рыночного равновесия, которое, быстро восстанавливаясь, приводит к исчезновению избыточной экономической прибыли. При этом последняя никакого отношения к абсолютной ренте и не имеет, являясь не чем иным, как дифференциальной рентой. Те же авторы, кто определяет абсолютную ренту монополией на минеральные ресурсы, ошибаются в том, что предложение природных богатств абсолютно неэластично. Нельзя игнорировать научно-технический прогресс, который приводит к существенному росту производительности даже предельных месторождений, введение в эксплуатацию новых рудников и расконсервацию старых, появление новых альтернативных источников энергии. Меняющиеся технологические и социально-экономические условия не позволяют говорить о том, что на практике предложение природных благ абсолютно неэластично. Не стоит забывать и о международной конкуренции на рынке минеральных ресурсов. В таких условиях монопольная власть очень неустойчива во времени, а следовательно, и доходы, которые она порождает, являются быстропроходящими. Даже если и признавать наличие монопольной горной ренты, то только с оговоркой, что она никакого отношения не имеет к абсолютной ренте в традиционном ее понимании.

Согласившись с ключевым тезисом Н.В. Жикаляка о том, что абсолютная горная рента имеет черты ценовой и монопольной ренты, придется констатировать, что наличие схожих черт не является основанием к отказу в существовании данного вида рентного дохода. Формирование ренты связано с механизмом ценообразования, поэтому в этом смысле любая рента, будь она дифференциальной, монопольной или абсолютной, выступает в качестве ценовой. Н.В. Жикаляк, когда говорит о ценовой ренте, возникающей по причине резкого изменения рыночной конъюнктуры, на самом деле рассуждает о «квазиренте», которая, действительно, никакого отношения к абсолютной

горной ренте не имеет. Что касается монопольных рентных доходов, то последние неоднородны, важно понимать, что монополия, рождаемая вследствие использования уникальных природных ресурсов, не имеющих аналогов, и монополия собственника как подтверждение высокой общественной значимости конкурентного блага, которым он владеет, представляют собой отнюдь не идентичные причины возникновения избытка экономической прибыли над средней прибылью по отрасли.

Поскольку абсолютная горная рента является той формой дохода, в которой непосредственно реализуются интересы собственника, то вопрос определения ее величины является одним из ключевых. Исчисление абсолютной горной ренты, на наш взгляд, должно происходить с позиции теории альтернативной стоимости. Абсолютная горная рента должна рассматриваться как удерживающий доход, позволяющий собственникам природных ресурсов не потерять интерес к своим владениям, а в сложившейся системе собственности воспроизводиться во времени.

Чтобы определить величину альтернативной стоимости владения природным благом, необходимо найти сферу приложения капитала, практически лишенную барьеров к его перетеканию, норма прибыли в этой отрасли и даст тот ориентир, который может быть использован при определении абсолютной горной ренты. По мнению В.А. Мещерова, такой сферой деятельности является кредитный рынок, ценообразующий параметр которого в виде рыночной банковской процентной ставки можно рассматривать как показатель эффективности вложения капитала, независимо от того, имеет он действительную или фиктивную форму существования [10]. Другими словами, абсолютная рента по величине должна быть не ниже среднерыночного банковского процента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопрос существования абсолютной горной ренты практически не рассматривается в экономической литературе, поскольку отношения недропользования несколько отличаются от других форм рентных отношений. Главное отличие кроется в том, что собственником природных ресурсов является не частник, а государство [11, 12, 13]. В системе частной собственности абсолютная рента обеспечивает механизм закрепления и воспроизводства сложившихся отношений присвоения природных благ. Когда же речь заходит о государственной собственности, тут же возникает проблема безбилетника, предполагается, что государственная собственность может воспроизводить себя сама без лишних затрат, а следовательно, в такой системе единственной формой существования ренты является дифференциальная. Двойкий подход к оценке форм реализации монополии собственности на фактор производства в горной промышленности и иных неприродных рентных отраслях на самом деле чреват существенными потерями в доходной части государственного бюджета.

Список литературы • References

1. Wang L., Shao Y., Sun Y., Wang Y. Rent-seeking, promotion pressure and green economic efficiency: Evidence from China. *Economic Systems*. 2022;101011. DOI: 10.1016/j.ecosys.2022.101011.

2. Буздалов И.Н. Природная рента как категория в рыночной экономике // Вопросы экономики. 2004. № 3. С. 24-35. DOI: 10.32609/0042-8736-2004-3-24-35.
Buzdalov I.N. Natural rent as a category of market economy. *Voprosy ekonomiki*. 2004;(3):24-35. (In Russ.). DOI: 10.32609/0042-8736-2004-3-24-35.
3. Minu G., Ampofo K., Jinhua C., Bosah P.C., Ayimadu E.T., Senadzo P. Nexus between total natural resource rents and public debt in resource-rich countries: A panel data analysis. *Resources Policy*. 2021;(74):102276. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102276.
4. Александров Г.А., Комаров И.С. Рентные отношения и разделение прибыли от добывающей деятельности на ренту и предпринимательский доход // Экономика в промышленности. 2017. Т. 10. № 3. С. 232-241. DOI: 10.17073/2072-1633-2017-3-232-241.
Aleksandrov G.A., Komarov I.S. Rental relations and profit sharing from extractive activity on rents and entrepreneurial income. *Ėkonomika v promyshlennosti*. 2017;10(3):232-241. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2017-3-232-241.
5. Li Y., Tariq M., Khan S., Rjoub H., Azhar A. Natural resources rents, capital formation and economic performance: Evaluating the role of globalization. *Resources Policy*. 2022;(78):102817. DOI: 10.1016/j.resourpol.2022.102817.
6. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. Пер. с англ., 4-е изд. М.: Дело ЛТД, 1994. 687 с.
7. Ворчестер Д.А. Пересмотр теории ренты. В Вехи экономической мысли. Теория потребительского поведения и спроса. Т. 3. СПб.: Экономическая школа, 1999.
8. Маршалл А. Принципы политической экономии. Пер. с англ. М.: Прогресс, 1984. Кн. V. Гл. 9, 10.
9. Жикаляк Н.В. Рента в горной промышленности: виды и причины образования // Экономический вестник Донбасса. 2013. № 3. С. 180-185.
Zhikalyak N.V. Rent in mining industry: kinds and reasons of creation. *Ėkonomichnij visnik Donbasu*. 2013;(3): 180-185. (In Russ.).
10. Мещеров В.А. Современные рентные отношения: теория, методология и практика хозяйствования. М.: Экономические науки, 2006. 311 с.
11. Данилов-Данильян В.И. Природная рента и управление использованием природных ресурсов // Экономика и математические методы. 2004. Т. 40. № 3. С. 3-15. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17716614_66381509.PDF (дата обращения: 15.04.2024).
Danilov-Daniilyan V.I. The natural rent and natural resources use management. *Ėkonomika i matematicheskie metody*. 2004;40(3):3-15. (In Russ.). Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17716614_66381509.PDF (accessed 15.04.2024). (In Russ.).
12. Khoshnoodi A., Farouji M.D., Haan J. The effect of natural resources rents on institutional and policy reform: New evidence. *Resources Policy*. 2022;(78):102856. DOI: 10.1016/j.resourpol.2022.102856.
13. Lim K.Y., Morris D. Thresholds in natural resource rents and state owned enterprise profitability: Cross country evidence. *Energy Economics*. 2022;(106):105779. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105779.

Authors Information

Kuzmina O.Yu. – PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Economic Theory, Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation, e-mail: pisakina83@yandex.ru

Konovalova M.E. – Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Economic Theory, Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation, e-mail: mkonoval@mail.ru

Zhironkin S.A. – Doctor of Economic Sciences, Professor of Business School of National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russian Federation, e-mail: zhironkin@tpu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.12.2023

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received December 15, 2023

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

Распадская инвестирует в «зеленые» технологии

Распадская угольная компания приобрела сверхточный прибор для замеров атмосферного воздуха. С помощью нового оборудования специалисты санитарно-экологической лаборатории определяют общий объем и концентрацию мельчайших частиц пыли размером от 2,5 до 10 микрон. Это позволяет в режиме реального времени контролировать экологическую обстановку на границе санитарно-защитных зон предприятий и разрабатывать необходимые природоохранные меры.

Данные отбора проб специалисты лаборатории вносят в новую автоматизированную информационную систему ЛИС. В программу загружены названия химических веществ и формулы для расчетов, информация обо всех



предприятиях компании и их координаты. Благодаря цифровизации выросла точность подготовки экологических протоколов. Уход от бумаги также упростил работу с данными экологического мониторинга и ускорил обмен информацией между предприятиями.

Распадская – экологически ответственная компания. За счет модернизации производств и строительства новых природоохранных объектов компания поэтапно снижает воздействие на окружающую среду и вводит современные экологические стандарты.

Управление по связям с общественностью
Распадской угольной компании

УДК 658.511.3:622.33(470).002.5 © В.И. Гостенина^{✉1}, С.Л. Мельников¹, Т.П. Лапыко¹, Е.Н. Юдина², М.А. Лимонова³, 2024

UDC 658.511.3:622.33(470).002.5 © V.I. Gostenina^{✉1}, S.L. Melnikov¹, T.P. Lapyko¹, E.N. Yudina², M.A. Limonova³, 2024

¹ Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 241036, г. Брянск, Россия

¹ Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, Bryansk, 241036, Russian Federation

² Московский государственный гуманитарно-экономический университет, 107150, г. Москва, Россия

² Moscow State University of Humanities and Economics, Moscow, 107150, Russian Federation

³ Московский педагогический государственный университет, 119435, г. Москва, Россия

³ Moscow Pedagogical State University, Moscow, 119435, Russian Federation

✉ e-mail: v.gostenina@yandex.ru

✉ e-mail: v.gostenina@yandex.ru

Разработка мультиагентных симуляционных моделей для изучения взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности*

Development of multi-agent simulation models to study the interaction of stakeholders in the field of education and training in the coal industry

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-115-123>

Введение. Эффективное взаимодействие стейкхолдеров в сфере образования и обучения играет ключевую роль в обеспечении угольной промышленности квалифицированными кадрами. Применение методов компьютерного моделирования, в частности мультиагентных симуляционных моделей, позволяет изучить это взаимодействие и предложить мероприятия по его оптимизации.

Материалы и методы. Разработана мультиагентная симуляционная модель, отражающая взаимодействие ключевых стейкхолдеров (угледобывающие предприятия, образовательные учреждения, государственные органы, работники) в сфере образования и обучения в угольной промышленности. Модель реализована в среде NetLogo. Проведена серия экспериментов с варьированием параметров модели и анализом результатов.

Результаты. Эксперименты с моделью показали, что эффективность системы образования и обучения в угольной промышленности зависит от стратегий и политик стейкхолдеров. Выявлены факторы, способствующие и препятствующие эффективному взаимодействию, такие как уровень инвестиций предприятий в обучение, качество образовательных программ, механизмы государственной поддержки. Определены оптимальные сценарии взаимодействия, обеспечивающие баланс интересов стейкхолдеров и устойчивое развитие кадрового потенциала отрасли.

ГОСТЕНИНА В.И.

Доктор социол. наук, профессор, профессор кафедры социологии и социальной работы Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, 241036, г. Брянск, Россия, e-mail: v.gostenina@yandex.ru

МЕЛЬНИКОВ С.Л.

Канд. пед. наук, доцент, профессор, первый проректор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, 241036, г. Брянск, Россия, e-mail: 1prbgu@mail.ru

* Работа выполнена согласно гранту, Договор № 19/24 от 22.02.2024 «Моделирование мотивации предпринимателей при выборе кредитных и микрофинансовых услуг».

ЛАПЫКО Т.П.

Канд. пед. наук, доцент кафедры педагогики и психологии детства Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, 241036, г. Брянск, Россия, e-mail: lap_tanya@mail.ru

ЮДИНА Е.Н.

Доктор социол. наук, профессор, профессор кафедры социологии и медиакоммуникаций Московского государственного гуманитарно-экономического университета, 107150, г. Москва, Россия, e-mail: elena_nikolaevna@inbox.ru

ЛИМОНОВА М.А.

Доктор истор. наук, доцент, профессор кафедры теоретической и специальной социологии им. М.А. Будановой Московского педагогического государственного университета, 119435, г. Москва, Россия, e-mail: ma.limonova@mpgu.su

Выводы. Мультиагентное моделирование является эффективным инструментом для изучения взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности. Полученные результаты могут быть использованы для разработки рекомендаций по совершенствованию образовательных программ, стимулированию сотрудничества между предприятиями и учебными заведениями, корректировке государственной политики в области подготовки кадров для угольной отрасли.

Ключевые слова: мультиагентное моделирование, образование, угольная промышленность, кадры, компетенции, взаимодействие стейкхолдеров, эффективность, оптимизация.

Для цитирования: Разработка мультиагентных симуляционных моделей для изучения взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности / В.И. Гостенина, С.Л. Мельников, Т.П. Лапыко и др. // Уголь. 2024;(5):115-123. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-115-123.

Abstract

Introduction. Effective interaction of stakeholders in the field of education and training plays a key role in providing the coal industry with qualified personnel. The use of computer modeling methods, in particular multi-agent simulation models, allows us to study this interaction and propose measures to optimize it.

Materials and methods. A multi-agent simulation model has been developed reflecting the interaction of key stakeholders (coal mining enterprises, educational institutions, government agencies, employees) in the field of education and training in the coal industry. The model is implemented in the NetLogo environment. A series of experiments with varying model parameters and analyzing the results was carried out.

Results. Experiments with the model have shown that the effectiveness of the education and training system in the coal industry depends on the strategies and policies of stakeholders. The factors contributing to and hindering effective interaction have been identified, such as the level of investment by enterprises in training, the quality of educational programs, and government support mechanisms. Optimal interaction scenarios have been identified to ensure a balance of stakeholders' interests and sustainable development of the industry's human resources potential.

Conclusions. Multi-agent modeling is an effective tool for studying the interaction of stakeholders in the field of education and training in the coal industry. The results obtained can be used to develop recommendations for improving educational programs, stimulating cooperation between enterprises and educational institutions, and adjusting state policy in the field of personnel training for the coal industry.

Keywords: multi-agent modeling, education, coal industry, personnel, competencies, stakeholder interaction, efficiency, optimization

For citation

Gostenina V.I., Melnikov S.L., Lapyko T.P., Yudina E.N., Limonova M.A. Development of multi-agent simulation models to study the interaction of stakeholders in the field of education and training in the coal industry. *Ugol*. 2024;(5):115-123. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-115-123.

Acknowledgements

The research was performed under Grant Agreement No. 19/24 as of 22.02.2024 "Modeling of entrepreneurs' motivation when choosing credit and micro-finance services".

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность является одной из ключевых отраслей экономики России, играющей важную роль в обеспечении энергетической безопасности страны и являющейся значимым источником экспортных доходов. По данным Министерства энергетики РФ, в 2020 г. добыча угля в России составила 402,1 млн т, а экспорт – 199,2 млн т [1].

Несмотря на развитие альтернативных источников энергии, уголь остается востребованным энергоресурсом. Согласно прогнозу Международного энергетического агентства, мировое потребление угля к 2040 г. вырастет на 5% по сравнению с показателями 2020 г. [2]. Это создает предпосылки для дальнейшего развития угольной промышленности России. В то же время отрасль сталкивается с ря-

дом вызовов, среди которых: необходимость модернизации производства, внедрения инновационных технологий, повышение безопасности и снижение негативного воздействия на окружающую среду [3].

Ключевым фактором, определяющим способность угольных компаний эффективно отвечать на эти вызовы, является обеспеченность квалифицированными кадрами. По оценкам экспертов, дефицит кадров является одной из основных проблем, сдерживающих развитие угольной промышленности России. Так, по данным опроса руководителей угледобывающих предприятий, проведенного в 2020 г., 78% респондентов отметили нехватку квалифицированного персонала как фактор, негативно влияющий на деятельность их компаний [4]. Средний возраст работников отрасли составляет 45-50 лет, что свидетельствует о старении кадрового состава [5].

Одной из причин дефицита кадров является несоответствие системы подготовки специалистов потребностям угольной промышленности. По данным Росстата, в 2020 г. только 56% выпускников горных специальностей российских вузов трудоустроились по полученной профессии [6]. Это связано с недостаточным качеством образования, отсутствием у выпускников практических навыков, низкой привлекательностью работы в отрасли из-за тяжелых условий труда и невысокой заработной платы [7].

Решение проблемы кадрового обеспечения угольной промышленности требует эффективного взаимодействия всех заинтересованных сторон – угледобывающих предприятий, образовательных учреждений, государственных органов, самих работников. Необходимо создание системы непрерывного образования и профессионального развития, обеспечивающей подготовку специалистов в соответствии с актуальными и перспективными потребностями отрасли [8].

Одним из перспективных подходов к изучению взаимодействия стейкхолдеров в социально-экономических системах является мультиагентное моделирование [9, 10]. Этот метод позволяет исследовать поведение сложных систем, состоящих из множества автономных агентов, принимающих решения и взаимодействующих друг с другом и с внешней средой на основе определенных правил [11].

Мультиагентные модели находят применение в различных областях, таких как экономика, социология, экология, логистика и др. [12, 13]. В сфере образования мультиагентное моделирование используется для изучения процессов управления университетами [14], оценки эффективности образовательных инноваций [15], анализа динамики научных сообществ [16] и т.д.

Целью данного исследования являются разработка мультиагентной симуляционной модели взаимодействия ключевых стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности и проведение на ее основе экспериментов для изучения факторов и механизмов, определяющих эффективность подготовки кадров для отрасли.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели исследования использован комплекс методов, включающий системный

анализ, агентное моделирование, имитационное моделирование, статистический анализ данных.

На первом этапе проведен системный анализ проблемы взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности. Определены состав ключевых стейкхолдеров, их роли, интересы и стратегии поведения. К числу основных стейкхолдеров отнесены:

1. Угледобывающие предприятия, заинтересованные в привлечении квалифицированных кадров и готовые инвестировать в обучение и развитие персонала.

2. Образовательные учреждения (вузы, колледжи), осуществляющие подготовку специалистов для угольной отрасли и стремящиеся к повышению качества образования и конкурентоспособности выпускников на рынке труда.

3. Государственные органы, регулирующие систему образования и рынок труда, определяющие приоритеты развития угольной промышленности и ее кадрового обеспечения.

4. Работники и потенциальные работники отрасли, заинтересованные в получении качественного образования, трудоустройстве, профессиональном росте и достойной оплате труда.

Разработка мультиагентной симуляционной модели выполнена в среде NetLogo 6.2.0. Созданы программные классы, реализующие агентов четырех основных типов (предприятия, учебные заведения, госорганы, работники), их атрибуты и правила поведения. Взаимодействие агентов осуществляется путем обмена информацией и ресурсами через среду моделирования.

В работе использовался следующий математический аппарат исследования:

1. Интегральный показатель эффективности взаимодействия стейкхолдеров (IE):

$$IE = \sum_{i=1, n} w_i \times E_i, \quad (1)$$

где E_i – значение i -го частного показателя эффективности; w_i – вес i -го частного показателя, отражающий его значимость; n – количество частных показателей эффективности.

Частные показатели эффективности:

– доля выпускников, трудоустроившихся по специальности;

– прирост уровня компетенций молодых специалистов;

– удовлетворенность работодателей качеством подготовки кадров;

– внутренняя норма доходности инвестиций предприятий в обучение.

Функция изменения компетенций агента-работника (C):

$$\frac{dC}{dt} = \alpha \times E - \beta \times C, \quad (2)$$

где E – усилия агента по повышению своих компетенций (обучение, саморазвитие); α – коэффициент, отражающий скорость приобретения новых компетенций; β – коэффициент, отражающий скорость устаревания компетенций.

Логистическая функция зависимости привлекательности горных специальностей для абитуриентов (A) от уровня зарплат в отрасли (S):

$$A(S) = \frac{A_{\max}}{1 + e^{-k \times (S - S_0)}}, \quad (3)$$

где A_{\max} – максимально возможная доля абитуриентов, выбирающих горные специальности; S_0 – уровень зарплаты, при котором достигается половина максимальной привлекательности; k – коэффициент крутизны зависимости.

Производственная функция, связывающая выпуск продукции угледобывающего предприятия (Q) с затратами труда (L) и капитала (K):

$$Q = a \times L^\alpha \times K^\beta, \quad (4)$$

где a – коэффициент совокупной производительности факторов; α – коэффициент эластичности по труду; β – коэффициент эластичности по капиталу.

Функция дохода образовательного учреждения (I):

$$I = G + P \times St + D \times Gr, \quad (5)$$

где G – государственное финансирование; P – стоимость обучения для студентов на платной основе; St – количество студентов-платников; D – доходы от научных исследований и разработок; Gr – объем выполненных НИОКР.

Функция полезности государственного органа (U):

$$U = \gamma_1 \times Prof + \gamma_2 \times Qual + \gamma_3 \times Emp - C_{reg}, \quad (6)$$

где $Prof$ – прибыль угольных компаний; $Qual$ – качество подготовки специалистов; Emp – уровень трудоустройства выпускников; C_{reg} – затраты на регулирование и поддержку отрасли; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – коэффициенты значимости соответствующих параметров.

Уравнение баланса спроса и предложения на рынке труда в угольной отрасли:

$$D(w, Q) = S(w, Grad, Mob), \quad (7)$$

где D – спрос на труд со стороны угледобывающих предприятий как функция от уровня зарплаты (w) и объема производства (Q); S – предложение труда со стороны работников и выпускников как функция от уровня зарплаты (w), количества выпускников горных специальностей ($Grad$) и мобильности трудовых ресурсов (Mob).

Функция эффективности инвестиций предприятия в обучение персонала (ROI):

$$ROI = \frac{\Delta Rev - C_{train}}{C_{train}}, \quad (8)$$

где ΔRev – прирост выручки предприятия, обусловленный повышением качества человеческого капитала; C_{train} – затраты предприятия на обучение и развитие персонала.

В ходе экспериментов собраны данные о динамике ключевых показателей эффективности системы: доля выпускников, трудоустроившихся по специальности; уровень компетенций молодых специалистов; удовлетворенность работодателей качеством подготовки кадров; экономическая эффективность инвестиций в образование. Для обработки результатов использованы методы дескриптивной статистики, корреляционного и регрессионного анализа.

На основе анализа результатов моделирования сформулированы рекомендации по совершенствованию политики угледобывающих предприятий, образовательных учреждений и государственных органов в сфере образования и обучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработанная мультиагентная симуляционная модель взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности позволила изучить комплекс факторов, влияющих на эффективность подготовки кадров для отрасли, и оценить последствия различных управленческих решений.

Серия проведенных экспериментов показала, что наиболее значимыми параметрами, определяющими устойчивость и результативность системы, являются:

Объем инвестиций угледобывающих предприятий в обучение и развитие персонала. Увеличение доли расходов на образование в структуре затрат компаний с 0,5% до 2% приводит к росту доли выпускников, трудоустроившихся по специальности, с 56% до 78% (рис. 1).

Уровень практикоориентированности образовательных программ. Увеличение доли практических занятий, стажировок и проектной работы в учебных планах вузов и колледжей с 20% до 50% обеспечивает повышение уровня компетенций молодых специалистов на 25-30% (рис. 2).

Интенсивность взаимодействия образовательных учреждений с работодателями. Привлечение представителей предприятий к разработке и реализации образовательных программ, организация целевого обучения, научно-практических конференций и конкурсов повышает удовлетворенность работодателей качеством подготовки кадров на 20-25% (табл. 1).

Уровень государственной поддержки образования и науки. Увеличение государственных расходов на образование в расчете на одного обучающегося в 1,5 раза приводит к росту количества абитуриентов, поступающих на горные специальности, на 20-25%, и повышению качества приема в вузы на 15-20% (табл. 2).

Анализ результатов моделирования позволил определить оптимальные значения параметров модели, обеспечивающие максимальную эффективность функционирования системы подготовки кадров (табл. 3).

При достижении оптимальных значений управляющих параметров обеспечиваются следующие показатели эффективности системы:

- доля выпускников, трудоустроившихся по специальности – 80-85%;
- прирост уровня компетенций молодых специалистов – 30-35%;
- удовлетворенность работодателей качеством подготовки кадров – 75-80%;
- внутренняя норма доходности инвестиций предприятий в обучение персонала – 15-20%.

Рекомендации по оптимизации взаимодействия стейкхолдеров включают:

1. Для угледобывающих предприятий – увеличение инвестиций в обучение и развитие персонала до 1,5-2% от затрат, активное участие в разработке и реализации образовательных программ, организация стажировок и практик для студентов и преподавателей.

2. Для образовательных учреждений – повышение доли практических занятий в учебных планах до 40-50%, привлечение специалистов-практиков к преподаванию, развитие научно-исследовательского сотрудничества с пред-



Рис. 1. Зависимость доли выпускников, трудоустроившихся по специальности, от объема инвестиций угледобывающих предприятий в обучение и развитие персонала

Fig. 1. Dependence of the share of the graduates who found employment in their profession on the volume of investments of coal-mining companies in personnel training and development

Таблица 1

Зависимость удовлетворенности работодателей качеством подготовки кадров от интенсивности взаимодействия с образовательными учреждениями

Dependence of the employers' satisfaction with the quality of training on the intensity of interaction with educational institutions

Доля предприятий, участвующих во взаимодействии с вузами и колледжами, %	Удовлетворенность работодателей качеством подготовки выпускников, %
10	45
30	58
50	67
70	73
90	78

Таблица 2

Влияние государственных расходов на образование на количество и качество абитуриентов горных специальностей

Impact of the government spendings on education on the quantity and quality of applicants to the mining specializations

Государственные расходы на образование в расчете на одного обучающегося, тыс. руб.	Количество абитуриентов горных специальностей, чел.	Средний балл ЕГЭ абитуриентов горных специальностей
60	5000	62
75	5600	66
90	6200	69
105	6900	72
120	7500	75

Таблица 3

Оптимальные значения параметров модели

Optimal values of the model parameters

Параметр	Оптимальное значение
Доля расходов угледобывающих предприятий на обучение и развитие персонала в структуре затрат, %	1,5-2,0
Доля практикоориентированных занятий в образовательных программах вузов и колледжей, %	40-50
Доля предприятий, участвующих во взаимодействии с образовательными учреждениями, %	70-80
Государственные расходы на образование в расчете на одного обучающегося, тыс. руб.	100-110

приятиями, создание базовых кафедр и лабораторий.

3. Для государственных органов – увеличение финансирования горного образования и науки, совершенствование системы прогнозирования кадровых потребностей отрасли, стимулирование целевой подготовки специалистов, поддержка профориентационной работы в школах.

Динамика изменения доли выпускников, трудоустроившихся по специальности, в зависимости от объема инвестиций предприятий в обучение персонала представлена на рис. 3.

На рис. 4 представлена зависимость уровня компетенций молодых специалистов от доли практических занятий в образовательных программах.

Разработанная мультиагентная симуляционная модель взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения в угольной промышленности позволила изучить комплекс факторов, влияющих на эффективность подготовки кадров для отрасли, и оценить последствия различных управленческих решений.

По результатам серии экспериментов выявлены ключевые факторы, влияющие на эффективность системы подготовки кадров для угольной промышленности:

1. Уровень инвестиций угледобывающих компаний в образование

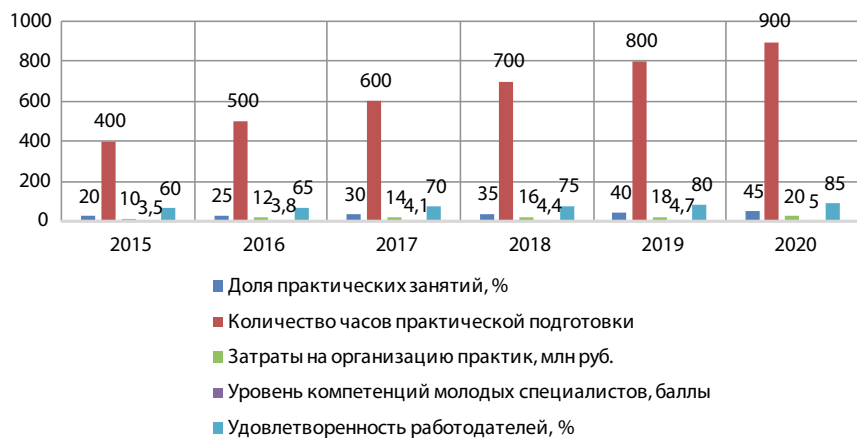


Рис. 2. Влияние уровня практикоориентированности образовательных программ на компетенции молодых специалистов

Fig. 2. Impact of the practice-oriented level of educational programmes on the competencies of young specialists



Рис. 3. Динамика изменения доли выпускников, трудоустроившихся по специальности, в зависимости от объема инвестиций предприятий в обучение персонала

Fig. 3. Dynamics of changes in the share of the graduates who found employment in their profession depending on the volume of investments of companies in personnel training



Рис. 4. Зависимость уровня компетенций молодых специалистов от доли практических занятий в образовательных программах

Fig. 4. Dependence of the competence level of young specialists on the share of practical training in educational programmes

и развитие персонала. Повышение доли соответствующих расходов до 1,5-2% от общих затрат предприятий позволяет увеличить трудоустройство выпускников по специальности до 80-85% (рис. 2).

2. Ориентированность образовательных программ на практику. Увеличение объема практических занятий и проектов до 40-50% от учебного плана способствует повышению профессиональных компетенций молодых специалистов на 25-30% (рис. 3).

3. Развитие партнерства между учебными заведениями и работодателями через совместную разработку программ, целевое обучение, проведение конференций. Это повышает удовлетворенность предприятий качеством подготовки кадров на 20-25% (табл. 1).

4. Масштабы государственной поддержки образования и науки. Рост соответствующих расходов в 1,5 раза на одного учащегося обеспечивает увеличение количества и качества абитуриентов на горные специальности на 15-25% (табл. 2).

Эксперименты с моделью позволили определить оптимальные значения ключевых параметров, обеспечивающие максимальную эффективность системы подготовки кадров для угольной отрасли (табл. 3). При достижении этих значений могут быть получены следующие результаты:

- Трудоустройство по специальности 80-85% выпускников горных вузов и колледжей.
- Повышение профессиональных компетенций молодых специалистов на 30-35%.
- Рост удовлетворенности работодателей качеством подготовки кадров до 75-80%.
- Увеличение внутренней нормы доходности корпоративных инвестиций в образование до 15-20%.

Таким образом, совместные усилия угледобывающих предприятий, образовательных организаций и государства по оптимизации ключевых факторов – инвестиций в обучение, практикоориентированности программ, интенсивности партнерства, масштабов господдержки – способны обеспечить существенное повышение количества и качества подготовки специалистов для устойчивого развития угольной промышленности.

Таблица 4

Влияние престижности горных профессий на численность студентов
Impact of the status value of mining professions on the number of students

Год	Индекс престижности горных профессий	Численность студентов горных специальностей, чел.
2015	0,8	25000
2016	0,82	26000
2017	0,85	27200
2018	0,9	28500
2019	0,93	29800
2020	0,95	31000
2021	0,98	32300
2022	1,02	33500

Табл. 4 демонстрирует зависимость динамики численности студентов, обучающихся по горным специальностям, от уровня престижности этих профессий среди абитуриентов.

Из результатов моделирования установлено, что повышение престижности горных профессий, обусловленное ростом относительного уровня заработных плат в угольной отрасли, приводит к увеличению численности студентов соответствующих специальностей в вузах. А объем НИОКР, выполняемых вузами по заказам угледобывающих предприятий, зависит от расходов компаний на эти цели (табл. 5).

Из анализа результатов моделирования установлено, что увеличение расходов угледобывающих предприятий на НИОКР стимулирует развитие научно-исследовательского сотрудничества с вузами и способствует росту объемов выполняемых университетами исследований и разработок.

Таблица 5

Объем НИОКР, выполняемых вузами по заказам предприятий, в зависимости от расходов компаний

Volume of R&D performed by higher educational institutions based on company's orders depending on the companies' expenses

Расходы предприятий на НИОКР, млн руб.	Объем НИОКР, выполняемых вузами, млн руб.
500	150
600	200
700	270
800	360
900	480
1000	630
1100	820
1200	1050

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование демонстрирует высокую значимость эффективного взаимодействия стейкхолдеров для обеспечения угольной промышленности квалифицированными кадрами и повышения инновационного потенциала отрасли. Разработанная мультиагентная симуляционная модель позволила всесторонне проанализировать влияние различных факторов на устойчивость и результативность системы подготовки специалистов, выявить оптимальные стратегии поведения ключевых участников.

Результаты моделирования показывают, что инвестиции угледобывающих предприятий в образование и развитие персонала являются важнейшим условием преодоления дефицита кадров в отрасли. При увеличении доли соответствующих расходов в структуре затрат компаний

до 1,5-2% достигается рост доли выпускников горных специальностей, трудоустраивающихся по профессии, до 80-85% (см. рис. 2, 4).

Не менее важным фактором является повышение практикоориентированности образовательных программ. Как показывает анализ результатов экспериментов, увеличение доли практических занятий, стажировок, проектной работы в учебных планах до 40-50%

обеспечивает прирост уровня компетенций молодых специалистов на 25-30% (см. рис. 3, 5, 6).

Значительное влияние на эффективность взаимодействия стейкхолдеров в сфере образования и обучения оказывает интенсивность сотрудничества между образовательными организациями и бизнесом. Как показывают результаты моделирования, вовлечение до 70-80% предприятий отрасли в совместные с вузами проекты, научные исследования, образовательные инициативы повышает удовлетворенность работодателей качеством подготовки специалистов до 75-80% (см. табл. 1). При этом существенно возрастают



Рис. 5. Зависимость интегрального показателя эффективности взаимодействия стейкхолдеров от доли расходов угледобывающих предприятий на образование и науку при различных сценариях государственной поддержки

Fig. 5. Dependence of the integral indicator of the efficiency of stakeholder interaction on the share of coal mining companies' spendings on education and science under different scenarios of the state support

объемы НИОКР, выполняемых университетами по заказам промышленных партнеров (см. рис. 6). Эксперименты с моделью демонстрируют высокую значимость государственной поддержки образования и науки для повышения кадрового потенциала угольной промышленности. Увеличение соответствующих расходов до 100-110 тыс. руб. на обучающегося обеспечивает рост количества абитуриентов горных специальностей на 20-25% и повышение качества приема в вузы на 15-20% (см. табл. 2). При этом наблюдается синергетический эффект от консолидации ресурсов государства и бизнеса: согласованный рост инвестиций в профессиональное образование и НИОКР со стороны предприятий и органов власти приводит к опережающему улучшению показателей эффективности подготовки и закрепления кадров в отрасли (см. рис. 6).

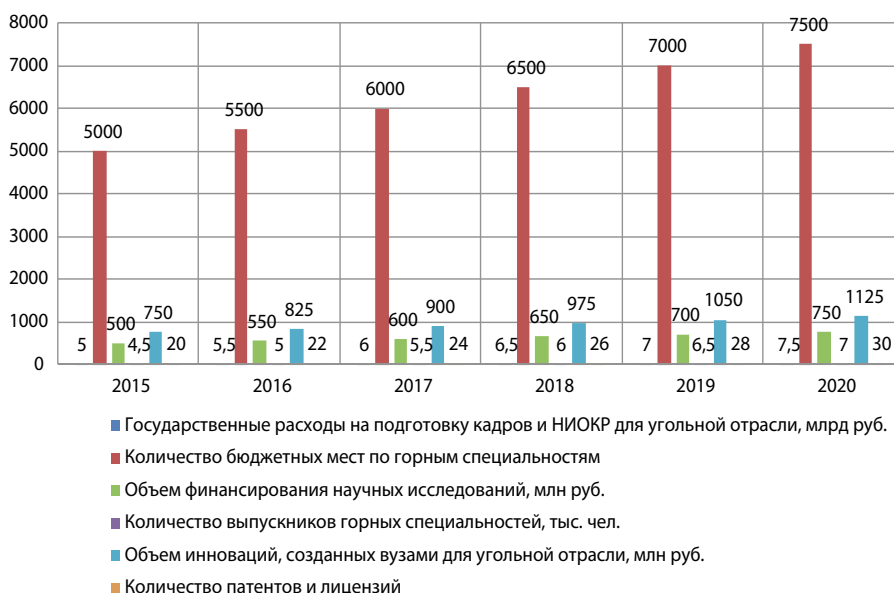


Рис. 6. Влияние государственных расходов на подготовку кадров и научных исследований для угольной отрасли на количество выпускников горных специальностей и объем создаваемых вузами инноваций

Fig. 6. Impact of the government spendings on personnel training and scientific research for the coal industry on the number of graduates of mining professions and the volume of innovations created by universities

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило высокую актуальность и практическую значимость проблемы повышения эффективности взаимодействия стейкхолдеров в сфере подготовки кадров для устойчивого развития угольной промышленности России. Дефицит квалифицированных специалистов, недостаточный уровень их компетенций и мотивации являются критическими факторами, сдерживающими инновационную модернизацию отрасли и снижающими ее конкурентоспособность в условиях глобальных технологических и экологических вызовов. Результаты моделирования показывают, что при увеличении доли расходов угледобывающих предприятий на обучение и развитие персонала до 1,5-2% от общих затрат, повышении практикоориентированности образовательных программ до 40-50%, вовлечении 70-80% компаний в партнерские проекты с вузами и росте государственного финансирования подготовки кадров до 100-110 тыс. руб. на студента могут быть достигнуты целевые показатели:

- обеспечение трудоустройства по специальности 80-85% выпускников горных вузов и колледжей;
- прирост уровня профессиональных компетенций молодых специалистов на 30-35%;
- повышение удовлетворенности работодателей качеством подготовки кадров до 75-80%;
- рост внутренней нормы доходности корпоративных инвестиций в образование до 15-20%.

Список литературы • References

1. Экономическая деятельность в сфере угольной промышленности: «предпринимательская» сущность и социальный статус ее участников / Д.Г. Алексеева, Л.В. Андреева, Р.А. Тория и др. // Уголь. 2020. № 1. С. 20-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-20-25.

Alekseeva D.G., Andreeva L.V., Toriya R.A., Pavlikov S.G., Shaydulina V.K. Economic activity in the coal industry: “entrepreneurial” nature and social status of its participants. *Ugol’*. 2020;(1):20-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-20-25.

2. Харченко Е.В., Волков С.А., Захаров С.И. Повышение инновационной активности и результативности человеческого капитала угольной компании // Уголь. 2021. № 2. С. 18-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-18-25.
Kharchenko E.V., Volkov S.A., Zakharov S.I. Enhancing the innovative activity and performance of human capital assets of a coal company. *Ugol’*. 2021;(2):18-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-18-25.
3. Масилова М.Г. Старение персонала как кадровая проблема на предприятиях угольной промышленности // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. Т. 8. № 2. С. 251-254.
Masilova M.G. Aging of personnel as staffing problem at the coal industry enterprises. *Azimuth nauchnyh issledovanij: ekonomika i upravlenie*. 2019;8(2):251-254. (In Russ.).
4. Григорьева Н.В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров горной промышленности в условиях дуального обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Григорьева Наталья Валентиновна; [Место защиты: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева]. Бийск, 2018. 249 с.
5. Рожков А.А., Карпенко Н.В. Анализ использования отечественного и зарубежного технологического оборудования на угледобывающих предприятиях России // Уголь. 2019. № 7. С. 58-64. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-58-64.
Rozhkov A.A., Karpenko N.V. Analysis of the use of domestic and foreign technological equipment for coal mining enterprises of Russia. *Ugol’*. 2019;(7):58-64. (In Russ.). DOI: http://10.18796/0041-5790-2019-7-58-64
6. Власюк Л.И., Сиземов Д.Н., Дмитриева О.В. Стратегические приоритеты цифровой трансформации угольной отрасли Кузбасса // Экономика предприятий. 2020. Т. 13. № 3. С. 328-338.

- Vlasyuk L.I., Sizemov D.N., Dmitrieva O.V. Strategic priorities of digital transformation of coal industry of Kuzbass. *Ekonomika v promyshlennosti*. 2020;13(3):328-338. (In Russ.).
7. Астафьева О.Е. Возможности цифровой трансформации угольной промышленности на этапе строительства и проектирования опасных производственных объектов, входящих в инфраструктуру угольной отрасли // *Уголь*. 2020. № 3. С. 44-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-44-48
Astafyeva O.E. Opportunities for digital transformation of the coal industry at the stage of construction and design of hazardous production facilities included in the infrastructure of the coal industry. *Ugol'*. 2020;(3):44-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-44-48.
 8. Erboz G. How to Define Industry 4.0: Main Pillars of Industry 4.0. Managerial Trends in The Development of Enterprises In Globalization Era: International Scientifics Conference. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2017, pp. 765-766.
 9. Mudiantari P.N., Agustia D. Impact of intellectual capital on firm value through corporate reputation as a mediating variable. *Journal of Security and Sustainability Issues*. 2020;9(4):1203-1213. DOI: [https://doi.org/10.9770/JSSI.2020.9.4\(7\)](https://doi.org/10.9770/JSSI.2020.9.4(7)).
 10. Prokopenko S.A., Dyagileva A.V., Ravochkin N.N., Shadrin V.G. Modeling development mechanism of intelligent innovation potential of mining engineers. *Eurasian mining*. 2021;(1):88-92. DOI: 10.17580/em.2021.01.18.
 11. Gomez-Mejia L.R., Berrone P., Franco-Santos M. Compensation and Organizational Performance: Theory, Research, and Practice. Routledge, 2014, 440 p.
 12. Peabody Energy Corp. Annual Report 2021. Available at: <https://www.peabodyenergy.com/Peabody/media/MediaLibrary/Investor%20Info/Annual%20Reports/2021-Peabody-Annual-Report-02.pdf?ext=.pdf> (accessed 15.04.2024).
 13. Coal India Limited. Annual Report & Accounts 2020-21. Available at: <https://www.coalindia.in/performance/physical/> (accessed 15.04.2024).
 14. Peng X. Personnel Management Innovation of Coal Enterprises Based on Incentive Mechanism. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2018;(176):1022-1025. DOI: 10.2991/ssphe-18.2018.228.
 15. Инженерно-технический состав угольной отрасли России: ретроспектива, современное состояние, прогноз / А.А. Рожков, И.С. Соловенко, Т.А. Коркина и др. // *Уголь*. 2020. № 4. С. 16-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-16-25.
Rozhkov A.A., Solovenko I.S., Korkina T.A., Loshchilova M.A. Engineers and technicians in Russian mining: retrospective view, present day state, forecast. *Ugol'*. 2020;(4):16-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-16-25.
 16. Alvarez A., Fernandez E., Prokofeva E.N., Vostrikov A.V. The building of effective systems of training and development for mining engineers with the basis of digital technologies. *Eurasian Mining*. 2019;(1):49-52. DOI: 10.17580/em.2019.01.12.
 17. Исследование сущности интеллектуально-инновационного потенциала горного инженера / С.А. Прокопенко, Т.И. Грицкевич, Н.Н. Равочкин и др. // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2020. № 7. С. 155-177. DOI: 10.25018/0236-14932020-7-0-155-177.
Prokopenko S.A., Gritskovich T.I., Ravochkin N.N., Dyagileva A.V. The essence of the intelligent and innovation potential of a mining engineer. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2020;(7):155-177. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-14932020-7-0-155-177.
 18. Плакиткин Ю.А., Платкичкина Л.С. Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации» – возможности и перспективы в угольной промышленности // *Горная промышленность*. 2018. № 1. С. 22-28.
Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. 'Industry 4.0' and 'Digital Economy of the Russian Federation' programs: opportunities and prospects for the coal industry. *Gornaya promyshlennost'*. 2018;(1):22-28. (In Russ.).
 19. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*. 2021;(122).
 20. 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.
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):62-65. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-62-65.
 21. Возможности применения концепции бережливого производства в компаниях угольной промышленности / И.С. Брикошина, А.Г. Геокчакян, М.Н. Гусева и др. // *Уголь*. 2021. № 4. С. 28-31. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-28-31.
Brikoshina I.S., Geokchakyan A.G., Guseva M.N., Malyskin N.G., Sycheva S.M. Opportunities for applying the concept of lean management in coal industry companies. *Ugol'*. 2021;(4):28-31. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-28-31.

Authors Information

Gostenina V.I. – Doctor of Sociological Sciences, Professor, Professor of the Department of Sociology and Social Work, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, 241036, Russian Federation, e-mail: v.gostenina@yandex.ru

Melnikov S.L. – PhD (Pedagogical), Associate Professor, Professor, First Vice-Rector, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, 241036, Russian Federation, e-mail: 1prbgu@mail.ru

Lapyko T.P. – PhD (Pedagogical), Associate Professor of the Department of Pedagogy and Childhood Psychology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, 241036, Russian Federation, e-mail: lap_tanya@mail.ru

Yudina E.N. – Doctor of Sociological Sciences, Professor, Professor of the Department of Sociology and Media Communications, Moscow State University of Humanities and Economics, Moscow, 107150, Russian Federation, e-mail: elena_nikolaevna@inbox.ru

Limonova M.A. – Doctor of Historical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theoretical and Special Sociology named after M.A. Budanova, Moscow Pedagogical State University, Moscow, 119435, Russian Federation, e-mail: ma.limonova@mpgu.su

Информация о статье

Поступила в редакцию: 9.04.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received April 9, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024

УДК 622.002.5:62-192 © Ю.В. Малахов^{1,2}, С.Ю. Кононенко²,
В.А. Ракитин^{2,3}, Д.А. Пашков⁴, 2024

UDC 622.002.5:62-192 © Yu.V. Malakhov^{1,2}, S.Yu. Kononenko²,
V.A. Rakitin^{2,3}, D.A. Pashkov⁴, 2024

¹ ИПКОН РАН, 111020, г. Москва, Россия

¹ Research institute of comprehensive exploitation of mineral resources
of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS),
Moscow, 111020, Russian Federation

² Ассоциация НП «Горнопромышленники России»,
125009, г. Москва, Россия

² Supreme Mining Council of the Association of Non-Profit
Partnership "Russian Miners", Moscow, 125009, Russian Federation

³ ООО «ЕРТ-Групп», 620091, г. Екатеринбург, Россия

³ ERT-GROUP LLC, Ekaterinburg, 620091, Russian Federation

⁴ ФГБОУ ВО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»,

⁴ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU),
Kemerovo, 650000, Russian Federation

650000, г. Кемерово, Россия

✉ e-mail: yv.malakhov@mail.ru

✉ e-mail: yv.malakhov@mail.ru

О реализации мер технической политики, направленных на обеспечение технологической независимости горнопромышленного комплекса в горношахтном оборудовании

On the implementation of technical policy measures aimed at ensuring technological independence of the mining industry in mining equipment

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-124-132>

МАЛАХОВ Ю.В.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник ИПКОН РАН,
председатель технического комитета
по стандартизации «Горное дело» (ТК 269),
член Высшего горного совета Ассоциации
НП «Горнопромышленники России»,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: yv.malakhov@mail.ru

КОНОНЕНКО С.Ю.

Главный советник председателя
Высшего горного совета Ассоциации
НП «Горнопромышленники России»,
125009, г. Москва, Россия,
e-mail: skononenko@gmail.com

Доля зависимости угольной промышленности от импортного оборудования составляет около 80%. Введенные санкции против России обозначили риски развития горнодобывающей отрасли, что направило государство на стратегический курс по выводу страны на траекторию реальной технологической независимости – достижение технологического суверенитета. Авторами отмечается, что для достижения целей технологического суверенитета горнодобывающих отраслей промышленности, в том числе независимости в обеспечении горношахтным оборудованием, необходимы меры технической политики, направленные на наращивание темпов и создание условий для развития производства отечественного высокотехнологичного оборудования, продукции. В рамках статьи представлены и предложены к реализации меры технической политики и механизмы технического регулирования, способные оказывать положительное влияние на обеспечение горной отрасли Российской Федерации современными отечественными горными машинами и оборудованием. Установлено, что одним из эффективных элементов технической политики являются механизмы технического регулирования – стандартизация, испытания и оценка соответствия (сертификация). Для разработки, производства, испытаний, оценки соответствия и эксплуатации, т.е. жизненного цикла оборудования необходимо иметь современное нормативно-техническое обеспечение (стандарты). Для снижения внешних рисков импортозависимости от зарубежных поставок и достижения постав-

ленных на государственном уровне целей технологической независимости в настоящее время назрела необходимость создать отраслевую площадку для испытаний перспективных образцов горношахтного оборудования и апробации технологий. Авторы отмечают, что одним из способов повышения уровня доверия горняков к предлагаемым новым видам продукции и горношахтного оборудования, особенно импортозамещаемого может стать внедрение отраслевой системы сертификации для горной промышленности. Приведен пример первого предложения по разработке отраслевой системы сертификации продукции компаниями ООО «ЕРТ-Групп» и ООО «MINERING» (г. Екатеринбург). Для создания условий взаимодействия и консолидации усилий для создания перспективного горношахтного оборудования авторы предлагают использовать действующие экспертные площадки – Ассоциацию Некоммерческое партнерство «Горнопромышленники России» и технический комитет по стандартизации горношахтного оборудования и безопасных технологий «Горное дело» (ТК 269).

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, технологическая независимость, горношахтное оборудование, импортное оборудование, стандартизация, испытания, сертификация.

Для цитирования: О реализации мер технической политики, направленных на обеспечение технологической независимости горнопромышленного комплекса в горно-шахтном оборудовании / Ю.В. Малахов, С.Ю. Кононенко, В.А. Ракитин и др. // Уголь. 2024;(5):124-132. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-124-132.

Abstract

The share of the coal industry's dependence on imported equipment is about 80%. The imposed sanctions against Russia have outlined the risks of development of the mining industry, which has directed the state on a strategic course to bring the country to the trajectory of real technological independence – to achieve technological sovereignty. The authors note that in order to achieve the goals of technological sovereignty of mining industries, including independence in the provision of mining equipment, it is necessary to take measures of technical policy aimed at increasing the pace and creating conditions for the development of production of domestic high-tech equipment, products. The article presents and proposes for implementation measures of technical policy and mechanisms of technical regulation that can have a positive impact on the creation and provision of the mining industry of the Russian Federation with modern domestic mining machinery and equipment. It is established that one of the effective elements of technical policy is the mechanisms of technical regulation – standardisation, testing and conformity assessment (certification). For the development, production, testing, conformity assessment and operation, i.e. the life cycle of equipment it is necessary to have modern regulatory and technical support (standards). In order to reduce the external risks of import dependence on foreign supplies and to achieve the goals of technological independence set at the state level, it is now necessary to create an industry platform for testing promising samples of mining equipment and approbation of technologies. The authors note that one of the ways to increase the level of confidence of miners to the proposed new types of products and mining equipment, and especially to replace import-substituted, can be the introduction of an industry certification system for the mining industry. An example of the first proposal to develop a sectoral certification system for products by ERT-Group LLC and MINERING LLC (Ekaterinburg) is given. In order to create conditions for interaction and consolidation of efforts to create promising mining equipment, the authors propose to use the existing expert platforms – the Association Non-profit Partnership "Russian Mining Industry" and the Technical Committee for Standardisation of Mining Equipment and Safe Technologies "Mining" (TC 269).

Keywords

Mining, technological independence, mining equipment, imported equipment, standardisation, testing, certification.

РАКИТИН В.А.

Директор ООО «ЕРТ-Групп»,
член Высшего горного совета Ассоциации
НП «Горнопромышленники России»,
620091, г. Екатеринбург, Россия,
e-mail: ert@ert-group.ru

ПАШКОВ Д.А.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник научного
центра «Цифровые технологии»
ФГБОУ ВО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

For citation

Malakhov Yu.V., Kononenko S.Yu., Rakitin V.A., Pashkov D.A. On the implementation of technical policy measures aimed at ensuring technological independence of the mining industry in mining equipment. *Ugol*. 2024;(5):124-132. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-124-132.

ВВЕДЕНИЕ

Уход производителей продукции из недружественных стран обозначил проблему импортозависимости в отраслях промышленности Российской Федерации.

Одной из значимых отраслей для экономического развития страны, в которых уровень импортозависимости остается достаточно высоким, является добыча твердых полезных ископаемых, при этом в угольной промышленности он носит критический характер, где доля импортного оборудования, по расчетным данным ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, составляет около 80% (рис. 1).

В условиях введенного санкционного давления из недружественных стран возможности закупки нового импортного горношахтного, горнотранспортного оборудования и особенно запасных частей от ведущих мировых производителей становятся ограниченными. В первую очередь вызывает опасение прекращение поставок высокотехнологичного горношахтного оборудования (ГШО), не имеющего отечественных конкурентных аналогов.

Для горнодобывающих компаний в краткосрочной перспективе возможно развитие ситуации по двум сценариям:

- ориентация на поставку оборудования от зарубежных производителей дружественных стран (Китай, Индия, Иран и др.), что может привести к перераспределению импортозависимости, но не снижению ее уровня;
- последовательный переход к использованию оборудования, изготовленного в Российской Федерации, в том числе доработанных образцов до требуемого технического уровня и вновь разработанных видов ГШО и продукции, а также совместно изготовленного путем локализации зарубежных производств с производителями дружественных стран с местными производителями, который позволит заместить зарубежное оборудование отечественным.

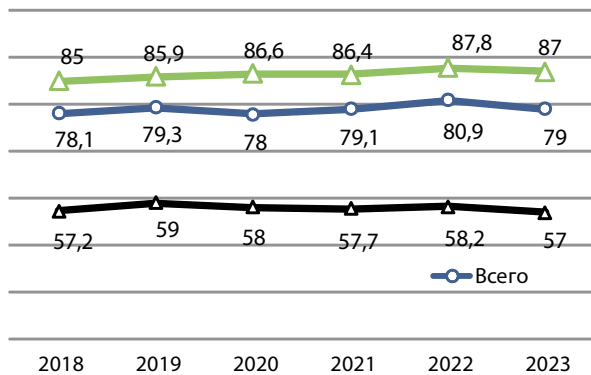


Рис. 1. Динамика средней доли наличия импортного оборудования на шахтах и разрезах России, %

Fig. 1. Dynamics of the average share of imported equipment at Russian mines and surface mines, %

Для развития отечественного производства ГШО в сложившейся ситуации необходимо искать инновационные подходы к созданию различных типов и образцов оборудования [1]. Можно выделить три способа решения образовавшейся проблемы:

- совершенствование и модернизация существующего ГШО;
- проведение реверс-инжиниринга импортного оборудования;
- разработка ГШО, превосходящего по техническим и функциональным характеристикам импортные аналоги.

Реализация первых двух направлений позволит сделать технологический рывок в отечественном производстве, но оставит нас на позициях «догоняющих» производителей. Третье направление даст возможность осуществить принцип «не догоняя, обгонять», то есть российские производители не только обеспечат страну оборудованием, которое раньше поставляли ведущие зарубежные фирмы и организации, но и выйдут на лидирующие позиции по производству ГШО, не имеющего аналогов и превосходящего импортное оборудование по техническим и функциональным характеристикам.

В настоящее время государством выбран стратегический курс по выводу страны на траекторию реальной технологической независимости – достижению технологического суверенитета [2]. Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 15.04.2023 № 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации» одним из приоритетных направлений проектов технологического суверенитета является «Производство оборудования для добычи полезных ископаемых подземным и открытым способом и строительства, а также его частей».

После периода упущенных возможностей для отечественного горного машиностроения появился шанс обеспечить замещение зарубежного оборудования, для этого необходимо повысить научно-технический и производственный уровень, создать собственные образцы перспективного ГШО, не уступающего лучшим мировым трендам [3, 4].

В этом особое место следует отвести вопросам технического регулирования (стандартизации, испытаниям и сертификации). На встрече Председателя Правительства РФ Михаила Мишустина с руководителем Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Антоном Шалаевым, прошедшей 3 января 2024 г., Председатель Правительства РФ отметил необходимость собственных стандартов для достижения нашей страной технологического суверенитета во всех направлениях и во всех отраслях.

Таким образом, для достижения целей технологического суверенитета горнодобывающих отраслей промышленности, в том числе независимости в обеспечении ГШО, необходимы меры технической политики, направленные на наращивание темпов и создание условий для развития производства отечественного высокотехнологичного оборудования, продукции.

В рамках статьи представлены и предложены к реализации меры технической политики и механизмы технического регулирования, способные оказывать положительное влияние на создание и обеспечение горной отрасли Российской Федерации современными отечественными горными машинами и оборудованием.

ОТРАСЛЕВЫЕ ВЫЗОВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

На Международной научно-практической конференции «Развитие производительных сил Кузбасса: история, современный опыт, стратегия будущего», которая состоялась в ноябре 2023 г., были отмечены следующие вызовы при импортозамещении зарубежного оборудования в угольной отрасли:

- отсутствие доверия горняков к новым образцам продукции;
- отсутствие прорывных проектов разработки ГШО;
- отсутствие сформированных требований к функциональным и техническим параметрам высокотехнологического и критически важного для отрасли оборудования;
- существующее ГШО не конкурентоспособно относительно импортных аналогов по производительности, надежности, качеству и автоматизации.

Среди проблемных вопросов экспертами были отмечены: недостаточный уровень взаимодействия потребителей и производителей ГШО, отсутствие реальной заинтересованности большинства горнодобывающих компаний в развитии новых отечественных технических решений и технологий.

Для обеспечения технологической независимости предстоит решить ряд отраслевых задач: снизить импортозависимость от зарубежного оборудования; повысить технический уровень отечественной продукции горного машиностроения; способствовать ускоренному внедрению инновационных технологий, введению в эксплуатацию инновационного оборудования; разработать современные методики оценки качества и оценки заявленных технических характеристик в сравнении с лучшими зарубежными образцами.

В результате работы конференции была поставлена стратегическая цель – развитие производства конкурентоспособного отечественного ГШО для решения задач угольной отрасли, в рамках которой необходимо: обеспечить технологический прорыв и экономически эффективный переход на собственное оборудование для разведки, добычи, переработки и обогащения угля; обеспечить для угольной промышленности производство в Российской Федерации до 60% современного оборудования, машин, механизмов для добычи, транспортировки, переработки, не уступающих по качеству другим производителям, и по цене не выше российских и зарубежных аналогов.

Для достижения поставленной цели должен быть выполнен ряд условий:

- наличие современной нормативно-технической базы;
- возможность подтверждения технических и функциональных характеристик новых образцов оборудования путем проведения испытаний на стендах и полигонах в реальных условиях эксплуатации;
- выход на первый план технических параметров, достижение эксплуатационных характеристик, качества и надежности, их соответствие требованиям научно-технического развития и запросам потребителей.

Одним из эффективных элементов технической политики, который регулирует требования к продукции при разработке, производстве, эксплуатации, являются механизмы технического регулирования – стандартизация, испытания и оценка соответствия (сертификация).

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

В период технологического перелома важно иметь инструменты, которые могут позволить создавать условия для ускоренного и эффективного промышленного развития, производства конкурентоспособной продукции. В мировой практике одним из признанных эталонов, обеспечивающих стимулирование промышленного производства, гарантирующих качество, доверие к продукции, является соответствие стандарту.

Согласно внесенному на рассмотрение Правительством Российской Федерации проекту Федерального закона «О технологической политике в Российской Федерации» к инструментам реализации технологической политики отнесены стандарты, которые должны создавать условия разработки и внедрения технологических инноваций и задач обеспечения конкурентоспособности отечественной высокотехнологичной продукции. Поэтому для создания основ устойчивого промышленного развития горного машиностроения необходимо наличие современных стандартов, формирующих перспективные требования к высокотехнологичному ГШО, изготовление которого обеспечит формирование технологического суверенитета в горной отрасли.

В современных реалиях для обеспечения горнодобывающих отраслей критически важным оборудованием взамен импортозависимого необходим технологический рынок по созданию современного отечественного высокотехнологичного ГШО. Отметим, что роль стандартов в данном процессе будет заключаться в создании нормативно-технических основ промышленного суверенитета в производстве отечественного оборудования, в том числе в установке технических требований и характеристик к перспективным видам оборудования (по функциональным показателям, назначению, совместимости, унификации, взаимозаменяемости и др.), в создании признанных критериев оценки их соответствия качеству и безопасности. При этом, разрабатывая новые стандарты на горные машины и оборудование, необходимо учитывать технологические запросы горнодобывающих компаний, мировой опыт и современный уровень технологического развития ГШО.

В текущей ситуации достижение целей технологической независимости горнопромышленного комплекса в высокотехнологичном ГШО требует опережающего разви-

тия отрасли горного машиностроения. Одним из механизмов, который позволяет устанавливать повышенные нормы и требования к характеристикам разрабатываемого перспективного оборудования, которые согласно прогнозам, могут быть оптимальны в последующие периоды и ожидаемыми потребителем, является опережающая стандартизация.

Техническая политика, предусматривающая развитие опережающей стандартизации, является одним из ключевых направлений в рамках утвержденной Правительством Российской Федерации обновленной Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности России до 2030 г. и на период до 2035 г. (утверждена 9.09.2023). Согласно данной стратегии продукция горношахтного машиностроения отнесена к приоритетным группам развития.

Поэтому опережающие стандарты должны стать инструментом для создания и производства отечественного высокотехнологичного ГШО за счет внедрения новейших технических решений, норм качества и безопасности. При реализации комплексных научно-технологических программ, направленных на разработку новых образцов горных машин и оборудования, целесообразно установить проработку научно-технических проектов на предмет их соответствия уровню стандартизации во избежание использования устаревших нормативно-технических заделов.

Важно отметить, что при внедрении инновационных технологий освоения серийного производства инновационного оборудования и введения его в эксплуатацию стандарт формирует единство требований, обеспечивает масштабирование технических и технологических решений, что является эффективным каналом распространения и продвижения продукции [5].

Таким образом, для решения перспективных задач по обеспечению горной отрасли высокотехнологичным ГШО необходимо иметь современное нормативно-техническое обеспечение (стандарты) жизненного цикла оборудования, в том числе для разработки, производства, испытаний, оценки соответствия и эксплуатации. Поэтому целесообразно своевременно и комплексно планировать разработку первоочередных стандартов, обеспечивающих создание приоритетных и критических для импортозамещения видов горных машин, оборудования и технологий.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Одним из важных вопросов при производстве и допуске к эксплуатации новых образцов продукции является их испытание, подтверждение заявленным характеристикам и безопасности. Согласно ГОСТ Р 15.301-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство» при постановке на производство проводят два вида испытаний: предварительные, приемочные.

Чтобы подтвердить соответствие опытного образца требованиям технического задания (ТЗ), проводят предварительные испытания. В результате этих испытаний принима-

ется решение, предъявлять образец на приемочные испытания или нет. После успешных предварительных испытаний проводят приемочные. Эти испытания проводят в условиях, близких к реальным условиям эксплуатации. На этапе приемочных испытаний подтверждается соответствие опытного образца требованиям ТЗ, а также рассматривается возможность поставки продукта на серийное производство.

Если подтверждение требованиям безопасности непосредственно ГШО регламентируется в ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» путем проведения испытаний и оценки соответствия в форме обязательной сертификации с использованием действующих стандартов в аккредитованных испытательных центрах и органах по сертификации, то для потребителей из горнодобывающих компаний важно еще получить подтверждение технических характеристик, функциональности и безопасности технологических параметров разработанных образцов продукции.

Поэтому для создания новых образцов высокотехнологичного ГШО становится актуальным вопрос о создании центра испытаний ГШО с современной стендовой базой. Помимо проверки ГШО на стендовой базе необходим и испытательный полигон для испытаний и проверки оборудования в реальных технологических условиях. Концепция подхода к организации процесса испытаний и оценки качества ГШО с использованием нормативно-технической базы (стандартов) в рамках механизмов технического регулирования представлена на *рис. 2*.

Для примера из действующих зарубежных испытательных центров ГШО и технологий можно привести опыт Швеции, обладающей передовыми горными технологиями и признанным горным машиностроением.

С 1938 г. в Сикле (Стокгольм, Швеция) действует испытательный рудник (шахта) «Epiroc» [6, 7, 8]. Длина выработок в руднике превышает 3,5 км на глубинах 20, 40 и 48 м, при этом общая площадь выработок шахты составляет 17000 кв. м. На руднике (шахте) проводятся сложнейшие испытания новых моделей горношахтного оборудования и бурового инструмента компании Epiroc & Atlas Copco, что позволяет отрабатывать новые технические решения и достигать стабильного качества выпускаемых горных машин (*рис. 3*).

В 2018 г. компании LKAB, Epiroc, ABB, Combitech и AB Volvo объединили усилия и запустили уникальный испытательный стенд SUM (Sustainable Underground Mining) на подземных рудниках LKAB северной Швеции (Кирун и Мальмбергет) [9, 10].

В реальных условиях подземной горнодобывающей среды планируется разрабатывать и тестировать новые технологии, усовершенствованное горнодобывающее оборудование, эффективные цифровые и автономные системы, отвечающие будущим требованиям по безопасности и устойчивой добыче. Инициаторы проекта уверены, что его последовательная реализация потенциально повлечет за собой значительный скачок в технологическом развитии, а шведская горнодобывающая промышленность сможет оставаться конкурентоспособной.

Из наиболее известных экспериментальных шахт, проводящих испытания в области безопасности, в частности исследования взрывов в угольных шахтах, можно отметить

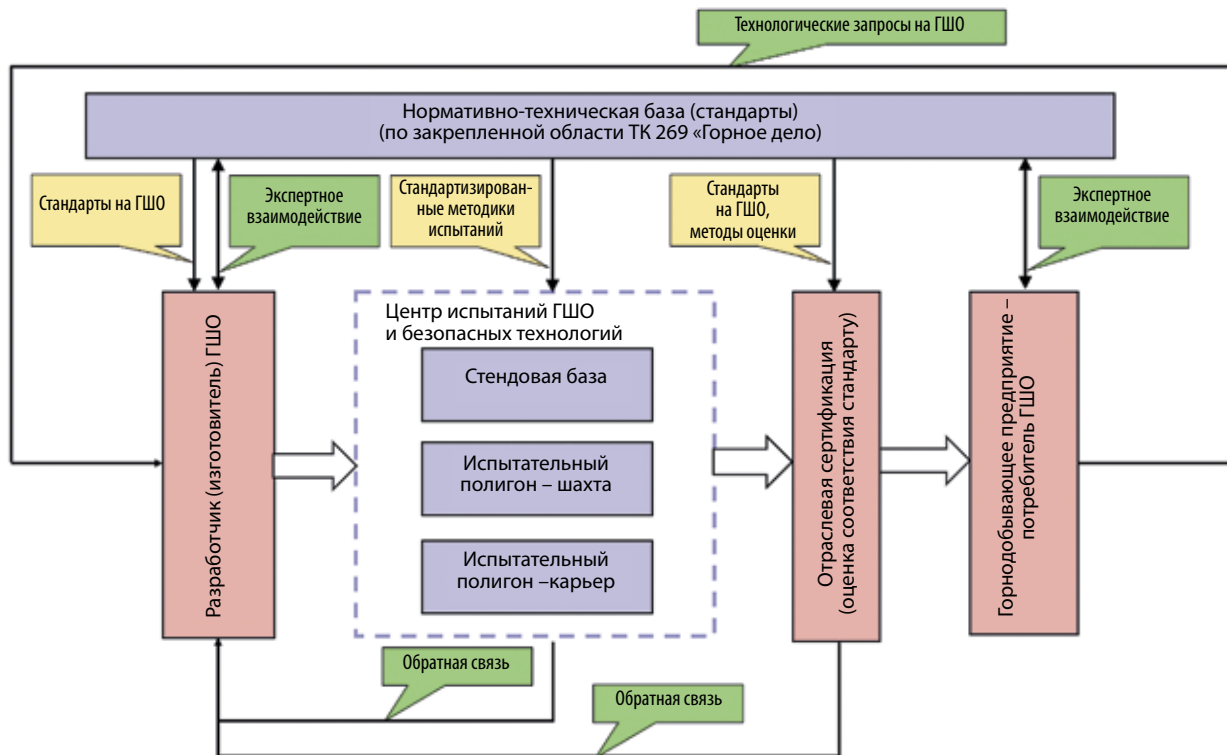


Рис. 2. Подход к организации процесса испытаний и оценки качества ГШО с использованием нормативно-технической базы (стандартов)

Fig. 2. Approach to organizing the process of testing and quality assessment of mining equipment using normative and technical base (standards)

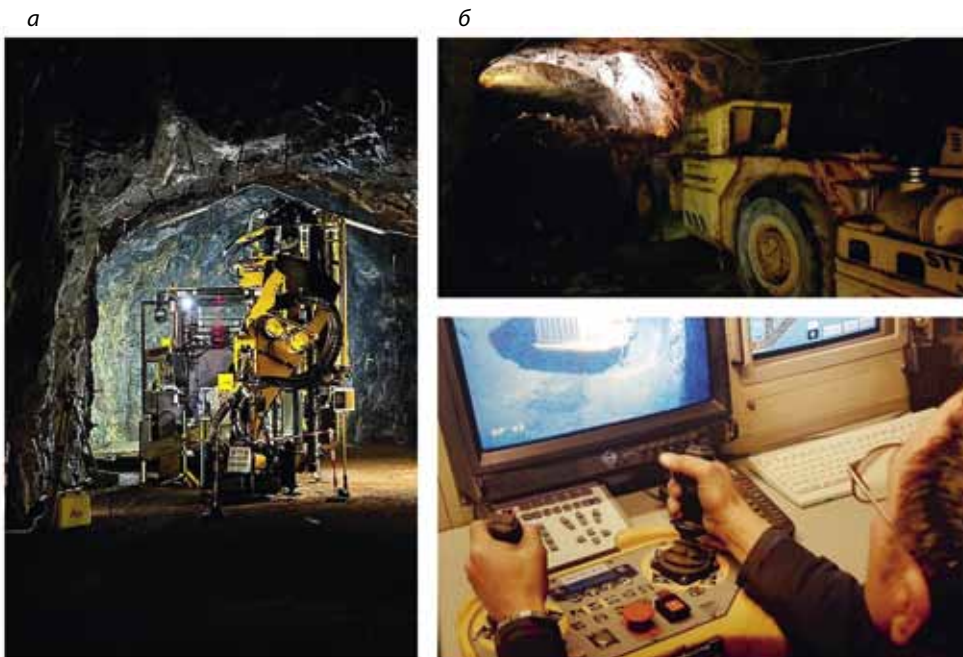


Рис. 3. Испытания в руднике (шахте) «Эпирок»: а – испытательная площадка геологоразведочного бурения и сбора данных; б – испытание погрузочной машины с дистанционным управлением

Fig. 3. Testing at the Epirock mine: а – test site for geological exploration drilling and data collection; б – testing of a remotely operated loading machine

опытную шахту «Барбара», организационно входящую в состав Главного института горного дела (Катовице, Польша) [11]. Экспериментальная шахта «Барбара» имеет сеть подземных горных выработок с исследовательскими опытными штреками 200 и 400 м сечением 7,4 кв. м на горизонте 46 м и оснащена специальным испытательным оборудованием.

Одной из отраслей российской промышленности, где комплексно реализуются проекты по снижению импор-

тозависимости от зарубежных технологий и оборудования, является нефтегазовая. В настоящее время в нефтегазовой отрасли России для эффективной реализации высокотехнологичных проектов, направленных на снижение импортозависимости оборудования, по данным портала Neftegaz.RU [12], в 2025-2026 гг. планируется открыть независимый технологический полигон для апробации отечественных инновационных разработок и испытания новых

образцов оборудования для топливно-энергетического комплекса. Проект реализует Ассоциация «Нефтегазовый кластер» при поддержке департамента по машиностроению для ТЭК Минпромторга России. На полигоне предполагается наличие сертифицированных наземных стендов с современными средствами измерения, инструментальным и визуальным контролем для проведения испытаний разных видов оборудования. Для обеспечения признания результатов всеми участниками нефтегазового рынка планируется разработать единые стандарты проведения испытаний.

Отметим, что в 2015-2016 гг. идея создания полигона для испытаний горношахтного оборудования активно обсуждалась представителями угольного машиностроения в Кузбассе [13], среди инициаторов проекта были Ассоциация машиностроителей Кузбасса, НЦ ВостНИИ, ОМТ и Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН. Актуальность создания полигона подтверждалась фактическим отсутствием некоторых стендов на территории Российской Федерации и необходимостью упорядочения структуры имеющейся стендовой базы для испытаний по видам выпускаемого оборудования [14] на машзаводах. При создании испытательного комплекса для новой горной техники предполагалось разработать единую нормативно-методическую базу, на основе которой планировалось создать «пространственно-распределенный полигон». К одной из проблем нереализованности данной идеи можно отнести отсутствие согласованного проекта, который бы мог претендовать на коммерческое или государственное финансирование.

Очевидно, что в горнодобывающей отрасли для снижения внешних рисков импортозависимости от зарубежных поставок и достижения поставленных на государственном уровне целей технологической независимости в настоящее время назрела необходимость создать отраслевую площадку для испытаний перспективных образцов ГШО и апробации безопасных технологий. При этом стоит учитывать опыт ведущих горнодобывающих зарубежных стран по созданию испытательных полигонов в центрах сосредоточения добычи полезных ископаемых.

Для отработки перспективных горных технологий, проверки на безопасность и подтверждения заявленных технических характеристик, оценки функциональности и технологичности, в том числе для вновь разработанных инновационных отечественных образцов ГШО, а также обеспечения независимости и достоверности результатов испытаний следует использовать современные стандартизованные методики испытаний и контроля, которые могут быть разработаны в рамках области деятельности технического комитета по стандартизации «Горное дело» (ТК 269) [15]. В дальнейшем для компании оператора испытательной площадки необходимо будет рассмотреть возможность подготовки новых профессий [16]: горняк-испытатель, инженер-испытатель горной техники.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ

В смежной нефтегазовой отрасли с 2020 г. реализуется проект «Институт нефтегазовых технологических инициатив» (ИНТИ) по созданию новой отраслевой нормативно-технической базы – стандартов ИНТИ (отраслевая стандар-

тизация) и проведению оценки соответствия продукции стандартам ИНТИ (отраслевая сертификация) [17]. Данная система поддержана крупнейшими нефтегазовыми компаниями и правительством страны. Так, предприятия-изготовители по отраслевым стандартам подтверждают качество своей продукции (оборудования) и ее соответствие требованиям основных потребителей, т.е. вводится отраслевая система сертификации, получив сертификат изготовителя, включают в базу отраслевых поставщиков. В первоочередном порядке ИНТИ консолидировал компетенции и ресурсы на разработку стандартов в области импортозамещения продукции (оборудования) посредством формирования единых отраслевых требований.

Таким образом, для нефтегазовой промышленности отраслевая стандартизация и сертификация формируют негласный технический барьер, обеспечивающий соответствие параметров продукции (оборудования) качеству и отраслевым технологическим запросам, что в целом способствует формированию доверия потребителей к продукции (оборудованию) отечественных изготовителей.

В настоящее время в горнодобывающей отрасли консолидированный запрос на внедрение отраслевой системы подтверждения соответствия качеству поставляемой продукции (оборудования) предприятиями еще не сформирован. При этом, по данным экспертных площадок, отмечаются потребность и отраслевые запросы на продукцию (оборудование) по техническим и функциональным параметрам, показателям качества и надежности, не уступающим лучшим зарубежным образцам, но при этом для допуска их в эксплуатацию требуются гарантии и подтверждение эффективности.

Одним из способов повышения уровня доверия горняков к предлагаемым новым видам продукции и ГШО, особенно импортозамещаемого, может стать внедрение отраслевой системы сертификации для горной промышленности. При ее формировании и продвижении следует учесть наработанный опыт внедрения отраслевой системы оценки подтверждения соответствия по стандартам для нефтегазовой отрасли при соответствующей адаптации используемых подходов к практике горнодобывающих отраслей промышленности.

Стоит отметить, что в горнодобывающей отрасли имеются собственные первые предложения по разработке отраслевой системы сертификации продукции по инициативе отечественных изготовителей продукции. В качестве пионерного проекта стоит обратить внимание на инициированный компаниями ООО «ЕРТ-Групп» и ООО «MINERING» (г. Екатеринбург) инновационный проект – решение для контроля качества шин подземных горных машин UTS (Underground Technical Solution) (рис.4). Знак качества UTS предполагается присваивать после проведения прозрачного инженерно-технического контроля и мониторинга качества и ходимости шин по разработанной методике и национальному стандарту [18].

Наличие знака качества UTS на шине будет означать «качество шины для подземной добычи гарантировано». Данный подход к отраслевой сертификации шин для подземных горных машин эксперты компаний ООО «ЕРТ-Групп» и ООО «MINERING» разработали на основе руководств по

эксплуатации для спецшин передовых зарубежных изготовителей Bridgestone и MICHELIN. Стоит отметить, что проект «знак качества UTS» поддержан такими крупными горнодобывающими предприятиями, как «УГМК», «Норникель» и «Апатиты», что подтверждает востребованность в необходимости достоверной информации об применяемой продукции и в целом готовность горнодобывающего бизнеса к внедрению первых элементов отраслевой сертификации в горных отраслях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Логика развития геополитических событий в международной обстановке, санкционного давления на отечественную экономику предопределяет потребность в долгосрочной концепции обеспечения технологического суверенитета в горнодобывающих отраслях промышленности, и особенно угольной, где степень использования зарубежного оборудования из недружественных стран остается достаточно высокой. В связи с этим, проблемы, связанные с обеспечением промышленного суверенитета по производству отечественных образцов ГШО взамен критически зависимого импортного оборудования, актуальны и требуют широкого обсуждения горным сообществом и государственными структурами.

На основании рассмотренных мер технической политики и механизмов технического регулирования (стандартизация, испытания и оценка соответствия, сертификация), которые способны повлиять на устойчивость функционирования и решение задач технологической независимости горнопромышленного комплекса в оборудовании, можно сделать следующие выводы:

1. При создании новых образцов отечественного высокотехнологичного ГШО, в том числе импортозамещаемого оборудования, необходимо соответствовать передовому мировому уровню, а лучше ориентироваться исключительно на создание оборудования с опережающими техническими характеристиками и учитывать технологические запросы горнодобывающих компаний.

2. Основой для технологического прорыва, обеспечивающей конкурентоспособность, унификацию импортозамещаемой продукции, подтверждение характеристик и внедрение новых разработок, должны стать стандарты, устанавливающие опережающие технические требования к ГШО.

3. Значимым элементом инфраструктуры создания новых образцов высокотехнологичного ГШО и технологий является возможность проведения их испытаний на проверку безопасности и подтверждение заявленных технических характеристик. Поэтому для внедрения и производства инновационных разработок и новых образцов оборудования для горнодобывающей отрасли становится актуальным вопрос создания центра испытаний технологий и ГШО с современной стендовой базой. Для активизации и продвижения работ в этом направлении необходимы отраслевая координация инициатив и разработка технологической концепции испытательной площадки.

4. Для создания современного отечественного ГШО, отвечающего и/или опережающего мировой технической



Рис. 4. Проект ООО «ЕРТ-Групп» «знак качества UTS» (Underground Technical Solution)

Fig. 4. Project of ERT-Group Ltd. quality mark UTS (Underground Technical Solution)

уровень, необходимо исследовать передовой отечественный и зарубежный опыт создания ГШО, в том числе и по внедрению отраслевых систем оценки соответствия качеству и сертификации, где достигнуты значимые результаты.

5. Достижение целей политики технологического развития горнодобывающих отраслей в обеспечении отечественным высокотехнологичным оборудованием взамен критически важного импортозависимого требует широкой координации усилий горного сообщества и представителей горного машиностроения. В рамках индустриального диалога необходимо выработать приоритеты опережающего развития в создании перспективных видов ГШО, при этом для создания условий взаимодействия и консолидации усилий предлагаем использовать действующие экспертные площадки – Ассоциацию Некоммерческое партнерство «Горнопромышленники России» и технический комитет по стандартизации горношахтного оборудования и безопасных технологий «Горное дело» (ТК 269).

Список литературы • References

1. Модель взаимодействия геодола и его систем с геосредой. Необходимость переформатирования / В.В. Аксенов, В.Ю. Бегляков, В.Ю. Садовец и др. // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2023. № 1. С. 19-28. DOI: 10.46573/2658-5030-2023-1-19-28. Aksenov V.V., Beglyakov V.Yu., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Osipov R.S., Izmaylov I.R. Model of interaction of geohod and its systems with geo-environment. Necessity of reformatting. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskije nauki.* 2023;1(1):19-28. (In Russ.). DOI: 10.46573/2658-5030-2023-1-19-28.
2. Афанасьев А.А. Технологический суверенитет: основные направления политики по его достижению в современной России // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 4. С. 2193-2212. DOI: 10.18334/vinec.12.4.116433. Afanasyev A.A. Technological sovereignty: the main directions of policy to achieve it in modern Russia. *Voprosy innovatsionnoj ekonomiki.* 2022;12(4):2193-2212. (In Russ.). DOI: 10.18334/vinec.12.4.116433.

3. Клементьева И.Н., Кузиев Д.А. Современное состояние и перспективы развития конструкций карьерных комбайнов для безвзрывной послойной выемки прочных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 2. С. 123-128. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-123-128.
Klementieva I.N., Kuziev D.A. Current state and prospects of development of designs of open-pit miners for explosion-free layer-by-layer excavation of strong rocks. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2019;(2):123-128. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-123-128.
4. Алгоритм определения максимальной мощности привода подачи карьерного бурового станка / Д.А. Кузиев, И.Ю. Пятова, И.Н. Клементьева и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 1. С. 128-133. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-128-133.
Kuziev D.A., Pyatova I.Y., Klementieva I.N., Pikhatorinsky D. Algorithm for determining the maximum power of the feed drive of a quarry drilling machine. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2019;(1):128-133. (In Russ.). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-128-133.
5. Аронов И.З., Зажигалкин А.В., Папич Л. Роль стандартизации в развитии инновационных процессов // Стандарты и качество. 2016. № 5. С. 20-24.
Aronov, I.Z., Zazhigalkin A.V., Papich L. Role of standardisation in the development of innovation processes. *Standarty i kachestvo*. 2016;(5):20-24. (In Russ.).
6. The Epiroc Mine. URL: <https://www.epirocgroup.com/en/about-epiroc/the-epiroc-mine> (дата обращения 15.04.2024).
7. Fernando Heshan, Marshall Joshua. What lies beneath: Material classification for autonomous excavators using proprioceptive force sensing and machine learning. *Automation in Construction*. 2020;(119):103374. 10.1016/j.autcon.2020.103374.
8. Szlązak Nikodem, Korzec Marek. Conditions That Determine Changing the Function of Mine Shafts in a Gassy Coal Mine – A Case Study. *Energies*. 2024;(17):1-19. 10.3390/en17061379.
9. New world standard for sustainable mining. URL: <https://www.epiroc.com/en-uk/newsroom/2018/new-world-standard-for-sustainable-mining> (дата обращения 15.04.2024).
10. Gensheng Li, Hu Zhenqi, Pengyu Li, Yuan Dongzhu, Feng Zhanjie, Wang Wenjuan, Fu Yaokun. Innovation for sustainable mining: Integrated planning of underground coal mining and mine reclamation. *Journal of Cleaner Production*. 2022;(351):131522. 10.1016/j.jclepro.2022.131522.
11. Lebecki K. Zagrozenia pylowe w gornictwie. Katowice: Główny Instytut Gornictwa, 2004, 399 с.
12. Независимый полигон для испытания оборудования ТЭК обустраивают в промышленном технопарке ДСК-500 в Тюменской области. URL: <https://neftegaz.ru/news/Oborudovanie/807728-nezavisimyy-poligon-dlya-ispytaniya-oborudovaniya-tek-otkroetsya-v-tyumenskoj-oblasti> (дата обращения 15.04.2024).
13. Производители ГШО Кузбасса предлагают превратить одну из закрытых шахт в испытательный полигон. URL: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/news/proizvoditeli-gsho-kuzbassa-predlagayut-prevratit-odnu-iz-zakrytyh-shaht-v-ispytatelnyy-poligon> (дата обращения: 15.04.2024).
14. Солнцев В.Б. Проблемы сертификации горношахтного оборудования // Безопасность труда в промышленности. 2016. № 6. С. 65-67.
Solntsev V.B. Problems of certification of mining equipment. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2016;(6):65-67. (In Russ.).
15. Малахов Ю.В. Стандартизация как инструмент развития технологий и инноваций в ТЭК / Инновации в топливно-энергетическом комплексе и машиностроении (ТЭК-2017): сборник трудов Международной научно-практической конференции, Кемерово, 18–21 апреля 2017 года. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2017. С. 63-68.
16. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований / В.В. Аксенов, С.В. Магазов, А.А. Хорешок и др. // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 4. С. 65-70. DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-65-70.
Aksenov V.V., Magazov S.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Koperchuk A.V., Pashkov D.A. Test Centre for tunneling underground apparatuses interacting with geo-environment. Areas of research. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2020;(4):65-70. (In Russ.). DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-65-70.
17. Институт нефтегазовых технологических инициатив. URL: <https://inti.expert> (дата обращения 15.04.2024).
18. Малахов Ю.В., Ракитин В.А., Пашков Д.А. Разработка стандартизированного подхода по выбору пневматических шин на самоходные машины для подземных горных работ // Горная промышленность. 2024;(1):52-58. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-1-52-58>.
Malakhov Yu.V., Rakitin V.A., Pashkov D.A. Development of standardised approach to the choice of pneumatic tyres on self-propelled machines for underground mining. *Gornaya promyshlennost'*. 2024;(1):52-58. (In Russ.). <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-1-52-58>.

Authors Information

Malakhov Yu.V. – PhD (Engineering), Senior Researcher, Research institute of comprehensive exploitation of mineral resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation, Chairman of the Technical Committee for Standardisation "Mining" (TC 269), member of the Supreme Mining Council of the Association of NP "Russian Miners", Moscow, 125009, Russian Federation, e-mail: yv.malakhov@mail.ru.

Kononenko S.Yu. – Chief Advisor to the Chairman of the Supreme Mining Council of the Association of Non-Profit Partnership "Russian Miners", Moscow, 125009, Russian Federation, e-mail: kononenko@gmail.com

Rakitin V.A. – Director, ERT-GROUP LLC, Ekaterinburg, 620091, Russian Federation, member of the Supreme Mining Council of the Association of Non-Profit Partnership "Russian Miners", Moscow, 125009, Russian Federation, e-mail: ert@ert-group.ru

Pashkov D.A. – PhD (Engineering), Senior Researcher, Digital Technologies Research Center, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 29.01.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received January 29, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024



TEL.: +7 (4722) 23-28-39

MAIL.: INFO@TAPP-GROUP.RU

WEB.: TAPP-GROUP.RU



МАКСИМУМ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗ КОМПРОМИССОВ

PRIME





ENGINEERING
GROUP

Shanghai Chuangli Group Co., Ltd. (KHP)

– одна из ведущих компаний в отрасли проектирования и производства, автоматизации и обслуживания горно-шахтного оборудования в Китае.

ООО «Инжиниринг Групп» – эксклюзивный дилер продукции завода-производителя Shanghai Chuangli Group Co., Ltd. Компания специализируется на поставках отдельных единиц и комплексов оборудования для горнодобывающих и обогатительных предприятий.

ПРОХОДЧЕСКИЙ КОМБАЙН



КОМБАЙН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

**Мы ценим Ваш интерес
к сотрудничеству с нами!**

ООО «Инжиниринг Групп» –
Engineering Group

121596, г. Москва, ул. Горбунова, д.2,
стр.3, этаж 9, офис B912

БОЛТЕР МАЙНЕР

Тел.: +7 (903) 008-89-97
Факс: +7 (495) 728-18-75

E-Mail: info@engrgroup.ru
Сайт: www.engrgroup.ru