

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

12-2020

TAPP GROUP
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY

Подробнее на стр. 63

Эффективное обезвоживание

Подписка на 2021 год

КАТАЛОЖНАЯ СТОИМОСТЬ (для России и СНГ), руб.				
Вид подписки	Индекс	1 мес.	6 мес.	Годовая
РОСПЕЧАТЬ	71000; 71736	500	3 000	6 000
ПРЕССА РОССИИ	87717; 87776	536	3 216	–
УРАЛ-ПРЕСС	71000; 007097	800	4 800	9 600
ПРЕССИНФОРМ	–	400	2 400	4 800
РЕДАКЦИЯ				
– индивидуальная		400	2 400	4 800
– для организаций		650	3 900	7 800
– онлайн (макеты ПДФ)		650	3 900	7 800
– упаковками по 5 экз.	каждый экз. по 400 руб.	2 000	12 000	24 000
СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДПИСКА		Стоимость одного экземпляра (в месяц):		
Только через Редакцию – для работников и организаций угольной отрасли и учебных заведений		от 5 экз. – по 400 р., от 10 экз. – по 350 р., от 20 экз. – по 300 р., от 30 экз. – по 250 р.		

☐ ПОДПИСКА ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

- ✓ направить по e-mail: ugol1925@mail.ru заявку в произвольной форме, указав наименование организации, ИНН / КПП, юр. адрес, количество комплектов журналов, почтовый адрес доставки. Также подписку можно оформить на Интернет-сайте журнала по адресу: <http://www.ugolinfo.ru/podpiska.html>;
- ✓ затем оплатить подписку по счету.

☐ ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ (в любом почтовом отделении связи)

Тематический план журнала «Уголь» на 2021 год

Тематика и выставки, которым посвящается выпуск журнала (доп. тираж распространяется среди участников)	Выпуск журнала	Срок подачи материалов	Дата выхода журнала
Форум Неделя горняка (Москва)	№ 1-2021	10-15 декабря	15-20 января
Итоги Металлы России - 2020	№ 2-2021	10-15 января	15-20 февраля
MiningWorld Russia (Москва)	№ 3-2021	10-15 февраля	15-20 марта
Итоги работы угольной отрасли за 2020 год	№ 4-2021	10-15 марта	15-20 апреля
Уголь России и Майнинг (Новокузнецк)	№ 5-2021	10-15 апреля	15-20 мая
Итоги работы угольной отрасли за 1 кв. 2021 г.	№ 6-2021	10-15 мая	15-20 июня
Обзор форума Неделя горняка	№ 7-2021	10-15 июня	15-20 июля
Итоги MiningWorld Russia	№ 8-2021	10-15 июля	15-20 августа
День шахтера	№ 9-2021	10-15 августа	15-20 сентября
Итоги Уголь России и Майнинг	№ 10-2021	10-15 сентября	15-20 октября
Обзор Уголь России и Майнинг (зарубежные участники)	№ 11-2021	10-15 октября	15-20 ноября
Итоги работы угольной отрасли за 9 мес. 2021 г.	№ 12-2021	10-15 ноября	15-20 декабря

Главный редактор
ЯНОВСКИЙ А.Б.

Заместитель министра энергетики
Российской Федерации,
доктор экон. наук

Зам. главного редактора
ТАРАЗАНОВ И.Г.

Генеральный директор
ООО «Редакция журнала «Уголь»,
горный инженер, чл.-корр. РАН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б., доктор техн. наук

ВЕРЖАНСКИЙ А.П.,

доктор техн. наук, профессор

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

ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,

доктор техн. наук, профессор

ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

КОВАЛЬЧУК А.Б.,

доктор техн. наук, профессор

ЛИТВИНЕНКО В.С.,

доктор техн. наук, профессор

МАЛЫШЕВ Ю.Н., академик РАН,

доктор техн. наук, профессор

МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук

МОЧАЛЬНИКОВ С.В., канд. экон. наук

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

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

ПОТАПОВ В.П.,

доктор техн. наук, профессор

ПУЧКОВ Л.А., чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

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

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

СКРЫЛЬ А.И., горный инженер

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

наук, профессор

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

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

Иностранные члены редколлегии

Проф. Гюнтер АПЕЛЬ,

доктор техн. наук, Германия

Проф. Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,

доктор техн. наук, Германия

Проф. Юзеф ДУБИНЬСКИ,

доктор техн. наук, чл.-корр. Польской

академии наук, Польша

Сергей НИКИШИЧЕВ, комп. лицо FIMMM,

канд. экон. наук, Великобритания, Россия,

страны СНГ

Проф. Любен ТОТЕВ,

доктор наук, Болгария

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ДЕКАБРЬ

12-2020 /1137/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Леконцев Ю.М., Сажин П.В., Новик А.В.

Систематизация средств создания иницирующих щелей в скважинах,
пройденных в породах угольных шахт _____ 4

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Тальгамер Б.Л., Рославцева Ю.Г.

Водоотведение при разработке угольных месторождений
по восстанию с внутренним отвалообразованием _____ 7

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Агафонов В.В., Горн Е.В.

Использование стирлинг-технологий для сжижения шахтного метана
и перевода автосамосвального транспорта угледобывающих компаний
на газомоторное топливо _____ 12

БЕЗОПАСНОСТЬ

Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б.

Исследования дыхания в шахтном самоспасателе
с неоднократными перерывами _____ 17

ГЕОИНФОРМАТИКА

Беляев В.В., Агафонов В.В.

Обоснование параметров технологических систем угольных шахт
с учетом рисков _____ 24

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Таразанов И.Г., Губанов Д.А.

Итоги работы угольной промышленности России
за январь-сентябрь 2020 года _____ 31

РЕСУРСЫ

Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С.

Влияние золы легкой фракции на пористость, морозостойкость
и водопоглощение фасадных плиток _____ 44

Коробкова Ю.Ю., Сафронов Е.Г., Краскова Н.И., Абдрахимов В.З.

Экологический менеджмент и рециклинг железосодержащего шлака ТЭЦ
в производстве безобжиговых жаростойких композитов _____ 49

НЕДРА

Разовский Ю.В., Борисова О.В., Артемьев Н.В., Савельева Е.Ю.

О происхождении углеводородов _____ 53

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

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

Генеральный директор

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

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобразования и науки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,217
(без самоцитирования – 0,817)
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,619
(без самоцитирования – 0,429)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН
в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»
www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Ведущий редактор О.И. ГЛИНИНА
Научный редактор И.М. КОЛОБОВА
Корректор В.В. ЛАСТОВ
Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 03.12.2020.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,0 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС»

117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 87681

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



© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2020

ЭКОЛОГИЯ

Степанов С.Г., Михалев И.О., Евтушенко Е.М., Логинов Д.А., Деменчук С.В.

Бездымное бытовое топливо: опыт применения в Красноярске _____ 56

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С.

Секрет эффективного обезвоживания _____ 63

ХРОНИКА

Хроника. События. Факты. Новости _____ 64

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ

Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2020 году _____ 83

Список поздравлений и реклам

TAPP Group	1-я обл.	НПП Завод МДУ	22
Уголь – подписка 2021	2-я обл.	НМЗ ИСКРА	23
ПГПИ	3-я обл.	ПСТК Сибирь	48
Sumitec	4-я обл.	ХК СДС-Уголь	64
ПРОМТЕХСНАБ	11	НИЦ-ИГПП РАНК	69

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,217 (без самоцитирования – 0,817).

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

SCOPUS (рейтинг журнала Q3)

Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF

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

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

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

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

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10
мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме
открытой науки (Open Science), 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. С 2008 г.
китайский агрегатор проиндексировал более 60 тыс. журналов и 400 тыс.
электронных книг, трудов более 500 международных издательств, обществ, включая
SpringerNature, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley, IOP, ASCE, AMS и др.

Подписные индексы:

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

– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717, 87776, Э87717**

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

UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL**UGOL' JOURNAL EDITORIAL BOARD****Chief Editor**

YANOVSKY A.B., Dr. (Economic), Ph.D. (Engineering), Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Moscow, 107996, Russian Federation

Deputy Chief Editor

TARAZANOV I.G., Mining Engineer, Moscow, 119049, Russian Federation

Members of the editorial council:

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

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

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

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

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

Moscow, 111020, Russian Federation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DECEMBER
12' 2020

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

Lekontsev Y.M., Sazhin P.V., Novik A.V.

Systematization of means to create initiation slots in boreholes drilled in coal seams in underground mines _____ 4

SURFACE MINING

Talgamer B.L., Roslavtseva Yu.G.

Water disposal during development of reservoir deposits by uprising with internal dumping _____ 7

MINING EQUIPMENT

Agafonov V.V., Gorn E.V.

Use of Stirling-cycle technologies for coalmine methane liquefaction and conversion of coal dump trucks to natural gas motor fuel _____ 12

SAFETY

Babkov V.S., Kosterenko V.N., Putin S.B.

Research of breathing in a mine self-rescuer with repeated interruptions _____ 17

GEOINFORMATICS

Belyaev V.V., Agafonov V.V.

Justification of parameters for coal mine technological systems with risk account _____ 24

ANALYTICAL REVIEW

Tarazanov I.G., Gubanov D.A.

Russia's coal industry performance for January – September, 2020 _____ 31

MINERALS RESOURCES

Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S.

Influence of light fraction ash on porosity, frost resistance and water absorption of facade tiles _____ 44

Korobkova Yu.Yu., Safronov E.G., Kraskova N.I., Abdrakhimov V.Z.

Environmental management and recycling of iron-containing slag of CHPP in the production of non-incinerated heat-resistant composites _____ 49

SUBSOIL USE

Razovskiy Yu.V., Borisova O.V., Artemiev N.V., Saveleva E.Yu.

About the origin of hydrocarbons _____ 53

ECOLOGY

Stepanov S.G., Mikhalev I.O., Evtushenko E.M., Loginov D.A., Demenchuk S.V.

Smokeless domestic fuel: Krasnoyarsk experience _____ 56

COAL PREPARATION

Lokhov D.S.

The secret to effective dehydration _____ 63

CHRONICLE

The chronicle. Events. The facts. News _____ 64

LIST OF MATERIALS

Index of articles published in Ugol' – Russian Coal Journal in 2020 _____ 83

Систематизация средств создания иницирующих щелей в скважинах, пройденных в породах угольных шахт

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-4-6>

ЛЕКОНЦЕВ Ю.М.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
ИГД СО РАН,
630091, г. Новосибирск, Россия,
e-mail: lekon-yu@yandex.ru

САЖИН П.В.

Канд. техн. наук,
научный сотрудник
ИГД СО РАН,
630091, г. Новосибирск, Россия,
e-mail: pavel301080@mail.ru

НОВИК А.В.

Инженер
ИГД СО РАН,
630091, г. Новосибирск, Россия

В статье представлена классификация устройств для создания иницирующих щелей на стенках скважин, пройденных в породных массивах? для проведения из них направленных гидроразрывов. Приведены примеры конструкций некоторых щелеобразователей, поясняющие заложенный принцип классификации.

Ключевые слова: гидроразрыв, щелеобразователь, создание иницирующих щелей.

Для цитирования: Леконцев Ю.М., Сажин П.В., Новик А.В. Систематизация средств создания иницирующих щелей в скважинах, пройденных в породах угольных шахт // Уголь. 2020. № 12. С. 4-6. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-4-6.

ВВЕДЕНИЕ

На угольных шахтах Кузбасса и в мире широко применяется технология гидроразрыва для управления труднообрушающимися кровлями, дегазации угольных пластов и т.д. Для реализации данной технологии применяется ряд устройств, обеспечивающих нарезание на стенках скважин иницирующих щелей, а также их герметизацию для последующего проведения гидроразрывов [1, 2, 3, 4, 5]. Как было отмечено выше, область решаемых с использованием технологий направленных гидроразрывов задач достаточно широка, и для каждой из них требуется правильный выбор устройств создания иницирующих щелей.

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ИНИЦИИРУЮЩИХ ЩЕЛЕЙ

В настоящее время разработано большое количество механизмов для образования иницирующих щелей, имеющих различные конструктивные особенности и принципиальные схемы работы, что значительно затрудняет рациональный выбор конструкции. Поэтому была проведена научно-поисковая работа по классификации этих устройств, которая представлена на *рис. 1*.

Первоначально выбор конкретного устройства делается из двух групп: в зависимости от места создания иницирующей щели в забойной части скважины, например при управлении труднообрушающимися кровлями; при проведении транзитных или поинтервальных гидроразрывов (дегазация угольных пластов)

Далее определяют ориентацию иницирующей щели относительно оси скважины, т.е. расположения ее в плоскости перпендикулярной оси скважины или вдоль ее оси. Механизм выдвигания режущих органов в конструкциях щелеобразователей может быть механическим, гидравлическим или под действием центробежных сил. Последний класс устройств может применяться только при создании искусственных щелей поперек оси скважины. Вследствие относительной простоты конструкций и высокой надежности более широкое распространение получили щелеобразователи первых двух групп.

Важным фактором, влияющим на выбор той или иной конструкции щелеобразователя, является прочностная характеристика массива, в котором предполагается выполнение работ по гидроразрыву. В более мягких (пластичных) породах, например по углю, для осуществления направленных гидроразрывов необходимо создавать инициирующие трещины кратного диаметра, чем в прочных породах. Для первых рекомендуется использовать щелеобразователи с рычажно-поворотным перемещением режущего органа относительно оси корпуса [6]. Конструкция одного из таких устройств представлена на рис. 2.

Устройство данной конструкции имеет один режущий орган и позволяет нарезать на стенках скважин инициирующие щели диаметром до трех диаметров скважины. Его применение рационально при проведении работ по дегазации угольного пласта.

В горных породах прочностью выше трех единиц по шкале проф. М.М. Протоdjяконова, предпочтительно использовать щелеобразователи с радиальным выходом режущего органа. На рис. 3 представлен щелеобразователь с механическим [7], а на рис. 4 с гидравлическим выдвигением режущего органа [8].

Данная конструкция щелеобразователя хорошо зарекомендовала себя при нарезании инициирующих щелей в прочных породах при решении задач управления труднобрушающимися кровлями. Основным ее до-



Рис. 1. Классификация устройств для нарезания инициирующих щелей

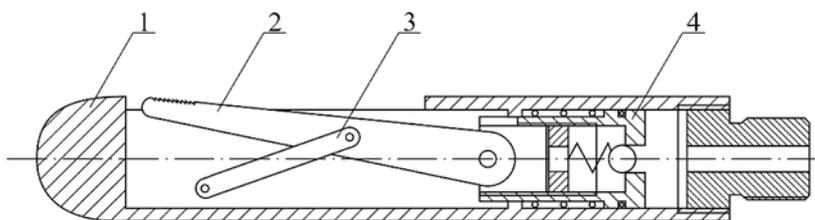


Рис. 2. Схема щелеобразователя с рычажно-поворотным перемещением режущего органа: 1 – корпус; 2 – режущий орган; 3 – рычаг; 4 – поршень

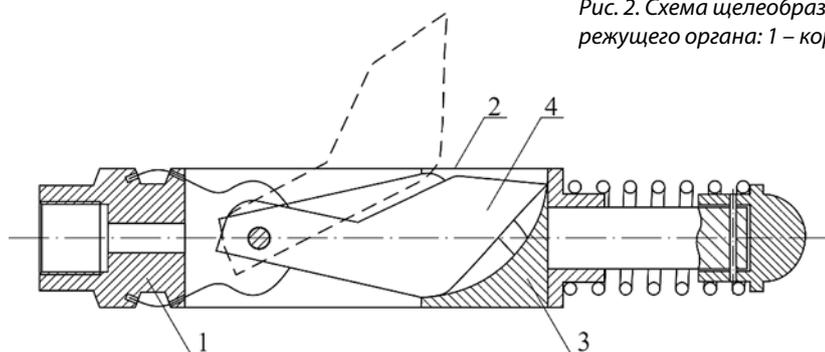


Рис. 3. Схема щелеобразователя с механическим перемещением режущего органа: 1 – корпус; 2 – продольные окна; 3 – шток; 4 – режущий орган

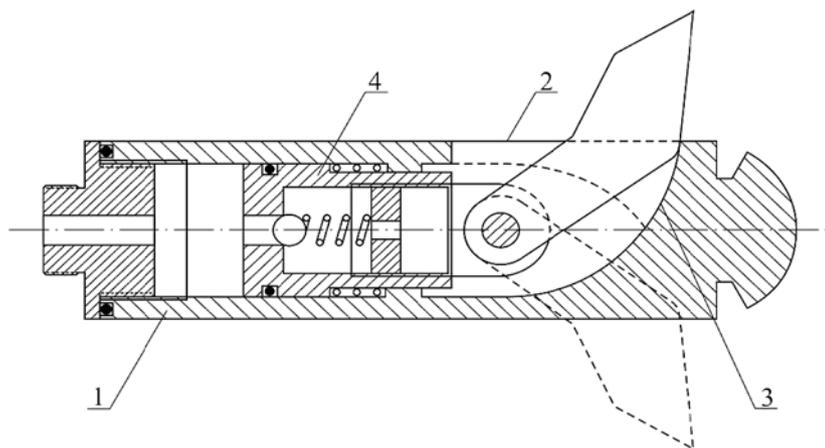


Рис. 4. Схема щелеобразователя с гидравлическим перемещением режущего органа: 1 – корпус; 2 – продольное окно; 3 – направляющие уклоны; 4 – поршень

стоинством является то, что за счет криволинейной траектории движения режущего органа значительно повышается диаметр нарезаемой иницирующей щели, что повышает эффективность технологии гидроразрыва.

Щелеобразователь с гидравлическим перемещением режущего органа позволяет производить нарезание иницирующих щелей в любом месте скважины за счет гидравлического механизма его выдвижения.

ВЫВОДЫ

Представленная классификация устройств для нарезания иницирующих щелей и полостей охватывает весь спектр известных конструкций щелеобразователей, применяемых в угольной промышленности России при решении технологических задач разупрочнения породного массива и дегазации угольных пластов методом поинтервального гидроразрыва.

Список литературы

1. Клишин В.И., Курленя М.В., Писаренко М.В. Совершенствование геотехнологий и способов управления состоянием массива горных пород на основе гидроразрыва // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 6. С. 23-35.

2. Чернов О.И. О флюидоразрыве породных массивов // ФТПРПИ. 1988. № 6. С. 81-92.

3. Клишин В.И. Адаптация механизированных крепей к условиям динамического нагружения. Новосибирск: Наука, 2002. 199 с.

4. Леонтьев А.В., Попов С.Н. Опыт практического применения измерительного гидроразрыва // Горный журнал. 2003. № 3. С. 37-43.

5. Курленя М.В., Леонтьев А.В., Попов С.Н. Развитие метода гидроразрыва для исследования напряженного состояния массива горных пород // ФТПРПИ. 1994. № 1. С. 3-20.

6. Пат. РФ № 2400624 С1. МПК E21C 37/00. Щелеобразователь / Ю.М. Леконцев, П.В. Сажин. Патентообладатели: Учреждение Российской академии наук Институт горного дела РАН (RU); заявл. № 2009130839/03, 2009.08.12; опубл. в БИ № 27, 2010.09.27.

7. Пат. РФ № 2263776. МПК E21B 43/26, E21C 37/00. Щелеобразователь / В.И. Клишин, Ю.М. Леконцев, П.В. Сажин. Патентообладатели: ИГД СО РАН (RU); заявл. 2004.06.03; опубл. в БИ № 31, 2005.11.10.

8. Пат. РФ № 2359124. Щелеобразователь / Ю.М. Леконцев, П.В. Сажин, В.И. Клишин. Патентообладатели: ИГД СО РАН (RU); заявл. 2008103856, 2008.01.31; опубл. в БИ №17, 2009.06.20.

UNDERGROUND MINING

Original Paper

UDC 622.234.573:622.831.325.3 © Yu.M. Lekontsev, P.V. Sazhin, A.V. Novik, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 4-6
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-4-6>

Title

SYSTEMATIZATION OF MEANS TO CREATE INITIATION SLOTS IN BOREHOLES DRILLED IN COAL SEAMS IN UNDERGROUND MINES

Authors

Lekontsev Yu.M.¹, Sazhin P.V.¹, Novik A.V.¹

¹ Institute of mining of SB RAS, Novosibirsk, 630091, Russian Federation

Authors' Information

Lekontsev Yu.M., PhD (Engineering), Senior Researcher,
e-mail: lekon-yu@yandex.ru

Sazhin P.V., PhD (Engineering), Researcher, e-mail: pavel301080@mail.ru

Novik A.V., Engineer

Abstract

The paper presents a classification of devices for creation of initiating slots in borehole walls drilled in coal seams to perform directional hydraulic fracturing. Examples of some slot former designs that explain the classification principle are provided.

Keywords

Hydraulic fracturing, Slot former, Creation of initiating slots.

References

1. Klishin V.I., Kurlenya M.V. & Pisarenko M.V. Enhancement of geotechnologies and methods to control rock mass condition based on hydraulic fracturing. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2013, No. 6, pp. 23-35. (In Russ.).
2. Chernov O.I. On fluid fracture of rock massifs. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 1988, No. 6, pp. 81-92. (In Russ.).
3. Klishin V.I. Adaptation of powered support to dynamic stress conditions. Novosibirsk, Nauka Publ., 2002, 199 p. (In Russ.).
4. Leontyev A.V. & Popov S.N. Practical experience of measurement hydrofracturing. *Gorniy Zhurnal – Mining Journal*, 2003, No. 3, pp. 37-43. (In Russ.).

5. Kurlenya M.V., Leontyev A.V. & Popov S.N. Development of the hydraulic fracturing method to investigate the stress state of the rock mass. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh – Journal of Mining Science*, 1994, No. 1, pp. 3-20. (In Russ.).

6. Lekontsev Yu.M. & Sazhin P.V. Slot former. Pat. RF No.2400624 C1. MPK E21C 37/00. Patent holders: Institution of the Russian Academy of Sciences, Institute of Mining RAS (RU); Applic. No. 2009130839/03, 2009.08.12; Publ. in Bul. No. 27, 2010.09.27.

7. Klishin V.I., Lekontsev Yu.M. & Sazhin P.V. Slot former. Pat. RF No. 2263776. MPK E21V 43/26, E21C 37/00. Patent holders: Institute of Mining of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Applic. 2004.06.03; Publ. in Bul. No.31, 2005.11.10.

8. Lekontsev Yu.M., Sazhin P.V. & Klishin V.I. Slot former. Pat. RF No. 2359124. Patent holders: Institute of Mining of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Applic. 2008103856, 2008.01.31; Publ. in Bul. No.17, 2009.06.20.

For citation

Lekontsev Yu.M., Sazhin P.V. & Novik A.V. Systematization of means to create initiation slots in boreholes drilled in coal seams in underground mines. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 4-6. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-4-6.

Paper info

Received July 6, 2020

Reviewed August 4, 2020

Accepted November 11, 2020

Водоотведение при разработке угольных месторождений по восстанию с внутренним отвалообразованием

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-7-10>

Разработка угольных месторождений открытым способом оказывает негативное воздействие на все составляющие природной среды, в том числе и на водные ресурсы. В последнем случае это выражается в понижении уровня грунтовых вод в районе разреза и в сбросе загрязненных карьерных вод в гидрологическую сеть. Кроме того, создание очистных сооружений при водоотведении влечет дополнительное изъятие земельных ресурсов. Вместе с тем при разработке угольных месторождений по восстанию имеет возможность водоотведения без дополнительных мер по очистке карьерных вод путем их сброса через нижележащие обнаженные рыхлые отложения. Внутреннее отвалообразование значительно осложняет эту возможность. При внутреннем отвалообразовании с заполнением выработанного пространства вскрышными породами и продвижением фронта горных работ по восстанию для отведения карьерных вод через водопроницаемые отложения предлагается вдоль нижнего контура разреза формировать пазуху между бортом выработки и отвалами, в которой создавать отстойник для откачиваемых из рабочей зоны вод. Параметры пазухи и отстойника рассчитываются с учетом расхода карьерных вод, угла залегания продуктивного пласта, фильтрационной способности пород, слагающих борт разреза, и вскрышных отвалов.

Ключевые слова: угольные месторождения, открытый способ разработки, водоотведение, карьерный водоотлив, очистка сточных вод.

Для цитирования: Тальгамер Б.Л., Рославцева Ю.Г. Водоотведение при разработке угольных месторождений по восстанию с внутренним отвалообразованием // Уголь. 2020. № 12. С. 7-10. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-7-10.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке месторождений угля наибольшее негативное воздействие горные работы оказывают на земельные ресурсы. Вместе с тем отмечается значительное отрицательное влияние и на водные ресурсы, которое выражается в изменении соотношения стока поверхностных и подземных вод с понижением уровня грунтовых вод в районе разреза, в загрязнении поверхностного стока и в изъятии земельных участков под очистные сооружения. В целом доля техногенных водоемов в общей площади

ТАЛЬГАМЕР Б.Л.

Доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Иркутского национального исследовательского
технического университета (ИРНИТУ),
664074, Россия, г. Иркутск,
e-mail: go_gor@istu.edu

РОСЛАВЦЕВА Ю.Г.

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Иркутского национального исследовательского
технического университета (ИРНИТУ),
664074, Россия, г. Иркутск,
e-mail: ryg@istu.edu

нарушенных при добыче угля земель невелика и составляет 3,5% [1], в том числе на очистные сооружения, приходится менее 1%. Однако влияние созданных отстойников на прилегающие территории с повышением уровня грунтовых вод и переувлажнением поверхностного слоя может быть весьма существенным. Кроме того, очистка сточных вод не всегда бывает достаточно эффективной, что влечет загрязнение поверхностных вод. И если взвешенные частицы в большинстве случаев удаётся осадить в отстойниках, то минерализация сточных вод после очистных сооружений практически не уменьшается [2, 3]. По данным ВНИИОСугля, только 5% угледобывающих предприятий имеют минерализацию карьерных (шахтных) вод менее 1 г/т, у остальных она составляет несколько грамм на литр [4].

Снизить негативное влияние горных работ на водные ресурсы позволяет сокращение сброса сточных вод. В первую очередь это можно осуществить за счет уменьшения притока в выработанное пространство с использованием водоотводных сооружений, дренажных систем (А.С. и патенты №№ 983269, 1448089, 1799418, 21877649, 2269652,

2293819, 2293819, 2337244, 2382866, 2627054 и др.), а также гидрозавес, пневмозавес, барражей [4, 5]. Вторым направлением в сокращении сброса сточных вод является перекачка карьерных (шахтных) вод в нижележащие водоносные горизонты с использованием водонагнетальных скважин или специальных выработок [4, 5].

Указанные способы достаточно трудоемки и нашли применение на водообильных месторождениях, разрабатываемых крупными предприятиями. На небольших угольных месторождениях (или на отдельных участках крупных месторождений) с незначительной мощностью продуктивных отложений, разрабатываемых с высокой скоростью подвигания фронта горных работ, использование сложных систем перехвата подземных вод и последующее заведение их под землю неприемлемо.

В условиях небольших месторождений практически единственным вариантом водоотведения является карьерный водоотлив с отстойником, сооружаемым на поверхности. Экологическая опасность этого варианта отмечена выше. Вместе с тем доля небольших угольных разрезов во многих регионах России не снижается [6, 7], так как они более близко расположены к потребителям и не связаны с высокими транспортными расходами по доставке сырья. Поэтому вопрос повышения экологической чистоты разработки небольших угольных месторождений достаточно актуален.

**АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Из анализа исследований небольших угольных месторождений в Иркутской области [7] установлено, что почти все они имеют горизонтальное и пологое залегание пластов, которые характеризуются небольшой мощностью и перекрыты в основном четвертичными отложениями. Уголь большей частью каменный с содержанием серы 1,5-2,5%. Степень разведанности мелких месторождений низка (категория запасов – в основном C₂). Водообильность месторождений невысокая, однако практически везде угольный пласт находится ниже уровня грунтовых вод. Разработка этих месторождений осуществляется с внутренним отвалообразованием в основном по восстаню. Вскрытие запасов полезного ископаемого осуществляется с использованием разрезной траншеи, пройденной вдоль нижней границы карьерного поля. Пустые по-

роды из разрезной траншеи складываются на поверхности месторождения у борта разреза с отсыпкой внешнего отвала. Отсыпка вскрышных пород с первой заходки осуществляется в выработанное пространство, созданное при проходке разрезной траншеи с использованием драглайнов. Откачка карьерных вод осуществляется в большинстве случаев в отстойники, расположенные на поверхности за пределами контуров подсчета запасов. При отсутствии внутренних отвалов для водоотведения можно использовать открытый дренаж через борт карьера, а также применять различные простые дренажные устройства. Внутреннее отвалообразование значительно ограничивает использование дренажа, особенно при работе с подвальной бортов выработки. В таких условиях создание приемлемой схемы водоотведения весьма затруднительно [8].

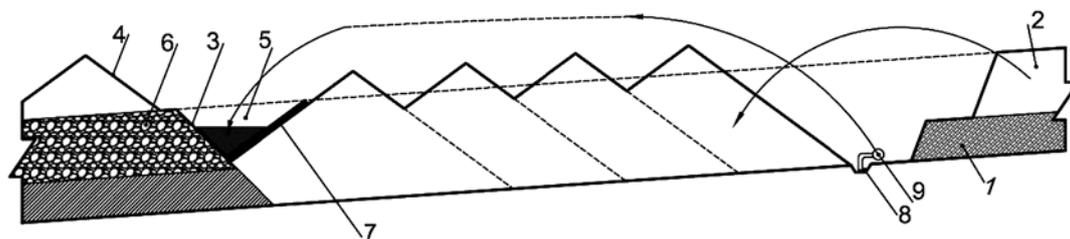
С целью снижения землеемкости горных работ и уменьшения негативного воздействия на водные ресурсы предлагается возвращать карьерные воды, поступающие в выработанное пространство, в осушенные водоносные горизонты, расположенные вдоль нижнего борта разреза. Для этого между нижним бортом выработки и откосом внутреннего отвала от первой заходки экскаватора-драглайна оставляют пазуху, в которую в последующем производят откачку карьерных вод (см. рисунок). Пазуху формируют глубиной, обеспечивающей подсечение естественных водоносных горизонтов и обуславливающей самотечное удаление карьерных вод. В большинстве случаев глубина пазухи может приравниваться к мощности рыхлых отложений, перекрывающих пласт угля. Возможность самотечного удаления воды из пазухи проверяется с использованием формулы Дарси:

$$H = Q/B \cdot i \cdot k_{\phi}$$

где Q – расход карьерных вод, м³/ч; B – ширина разреза (длина пазухи) вдоль нижнего борта, м; i – продольный уклон местности ниже разреза; k_φ – средний коэффициент фильтрации рыхлых отложений, слагающих борт разреза, м/ч.

С целью снижения фильтрационных утечек в сторону выработанного пространства на внешний откос отвала от первой заходки (со стороны выработки) может быть уложен водонепроницаемый экран, в том числе из глинистых пород, пленки (см. рисунок).

Более детально оценить возможность удаления карьерных вод из пазухи через борт разреза и рассчитать филь-



Технологическая схема откачки карьерных вод в пазуху вдоль нижнего борта разреза при внутреннем отвалообразовании: 1 – продуктивный пласт; 2 – вскрышные породы; 3 – борт разреза; 4 – внешний отвал от разрезной траншеи; 5 – пазуха между бортом и отвалом от первой заходки; 6 – рыхлые отложения, слагающие борт разреза; 7 – водонепроницаемый экран; 8 – водосборный зумф; 9 – насосная станция

трационные утечки через отвалы можно с использованием гидродинамического моделирования с учетом основных параметров открытой дренажной системы [9]. Возвращение карьерных вод, состоящих в основном из подземного и инфильтрационного притоков, в осушенные водоносные горизонты горного массива отвечает требованиям управления водными ресурсами [10, 11] благодаря сохранению естественного баланса между поверхностным и подземным стоками в районе горных работ. Очистка сточных вод фильтрацией через вскрышные породы позволяет достичь высокой степени осветления за счет эффективного улавливания тонкодисперсных взвешенных частиц [12, 13].

В созданном в пазухе водоеме имеются условия для осаждения илистых частиц, а фильтрацией через рыхлые отложения обеспечивается очистка карьерных вод от нефтепродуктов и тонкодисперсных глинистых частиц. Фильтрационные утечки из водоема, созданного в пазухе, обеспечивают восполнение ресурсов подземных вод и восстановление уровня грунтовых вод ниже разреза. Для создания пазухи с расчетными параметрами (в первую очередь установленной глубины) при необходимости увеличивают ширину разрезной траншеи и уменьшают ширину первой эксплуатационной заходки.

Предложенный способ отведения карьерных вод без создания внешних отстойников и сброса сточных вод в поверхностные водотоки использовался в проектах горных работ при разработке участков «Глинки» и «Талый» на Тыреть-Зиминской угленосной площади, а также при разработке участка «Велистовский» Азейского бурого угольного месторождения.

В первых двух случаях отсыпка внутренних отвалов осуществляется с использованием автотранспорта, поэтому параметры пазухи и водоема в выработанном пространстве регулируются более просто – путем управляемого бульдозерного отвалообразования. По мере продвижения фронта горных работ по восстанию благодаря достаточно большому уклону почвы угольного пласта были обеспечены самотечное удаление карьерных вод к нижнему борту разреза и дальнейший дренаж через рыхлые отложения в борту.

При проектировании и разработке Велистовского участка карьерные воды после предварительного осветления в зумфах отводились в пазуху с использованием насосной станции. Пазуха была сформирована между бортом и внутренним отвалом не на всю ширину разреза, поэтому ее глубина для обеспечения отвода карьерных вод в осушенные водоносные слои, наклонно залегающие в сторону р. Азей, составила около 10 м (при необходимом значении 4 м). Значительная глубина пазухи, с одной стороны, обеспечивала обнажение угольного пласта, характеризующегося высокой фильтрационной способностью и находящегося в борту разреза за контурами лицензии (на границе охранного целика), а с другой стороны, позволяла сократить фильтрационные утечки из затопленной пазухи через отвалы в выработанное пространство. По результатам составленного водного баланса для данного разреза установлено, что средний приток воды в выработанное пространство составит 62,5 м³/ч, в том числе 13,9 м³/ч за счет атмосферных осадков в выработку и 7,1 м³/ч за счет фильтрационного притока из затопленной пазухи. Умень-

шение глубины пазухи приводило бы к сокращению расхода воды, дренирующей через борт разреза в сторону р. Азей и одновременно к увеличению фильтрационных утечек через отвалы в рабочую зону разреза.

Согласно проекту площадь зеркала отстойного водоема в пазухе должна составлять 4900 м² при средней глубине 2 м. В связи с неравномерным расходом карьерных вод в межливневый период глубина отстойного водоема в пазухе будет уменьшаться до 0,6–0,8 м, а во время ливневых дождей увеличиваться до 4 м с одновременным нарастанием фильтрационных утечек как в сторону р. Азей, так и в выработанное пространство. Последнее необходимо учитывать при обосновании производительности насосной станции карьерного водоотлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке угольных месторождений по восстанию с размещением отвалов вскрыши в выработанном пространстве повышение экологической чистоты горных работ может быть обеспечено за счет формирования между нижним бортом разреза и внутренними отвалами пазухи, предназначенной для приема карьерных вод, откачиваемых из рабочей зоны. Это позволит уменьшить площадь нарушенных земель, сброс сточных вод в гидрологическую сеть и степень загрязнения поверхностных вод, сократить зону водопонижения на прилегающих к выработке территориях.

При обосновании параметров пазухи между нижним бортом разреза и внутренним отвалом, создаваемой для приема карьерных вод и формирования отстойного водоема, следует учитывать не только фильтрационные свойства пород, слагающих борт разреза, но и неравномерность притока воды в разрез, а также уклон его дна и водопроницаемость пород вскрышных отвалов.

Список литературы

1. Угольные разрезы из космоса. Горные работы и экология нарушенных земель: монография / И.В. Зеньков, В.В. Заяц, Б.Н. Нефедов и др. / Архив электронных ресурсов СФУ. 2017. 519 с. URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/131153> (дата обращения: 15.11.2020).
2. Алексеев Г.Ф., Бурцев С.В., Тургенева Л.А. Комплексный подход к реконструкции очистных сооружений карьерных вод – приоритетная задача АО ХК «СДС-Уголь» // Уголь. 2018. № 6. С. 72–73. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-6-72-73.
3. Влияние окисленных бурых углей и минерализованных карьерных вод на агрофизические свойства каштановых почв Селенгинского среднегорья Забайкалья / А.Ц. Мангатаев, Н.Б. Бадмаев, Б.-М.Н. Гончиков и др. // Уголь. 2018. № 11. С. 102–108. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-11-102-108.
4. Экология и охрана природы при открытых горных работах: учебное пособие / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов и др. М.: Изд-во МГГУ, 1994. 418 с.
5. Овсейчук В.А., Овешников Ю.М., Лизункин В.М. Охрана окружающей среды при добыче твердых полезных ископаемых. Чита: Изд-во ЧитГУ, 2006. 298 с.
6. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2019 года // Уголь. 2019. № 9. С. 56–66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-56-66.

7. Тальгамер Б.Л., Коробкова Е.А. Угольная промышленность Иркутской области: история и перспективы развития. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2009. 112 с.

8. Проектирование карьеров: учебник. / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин и др. М.: Высшая школа, 2009. 694 с.

9. Cen Li Hui, Zhu Lin Hong. Modelling and Simulation of Open Drainage Systems // *Applied Mechanics and Materials*. 2013. P. 427-430. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.373-375.427> (дата обращения: 15.11.2020).

10. Gupta S.K., Ramesh K. Sai, Shaik Sameer. Decentralised wastewater treatment, a sustainable approach for use in developing country environment // *Pollution Research*. 2015. Vol. 34 (1). P. 111-120.

11. Klemeš Jiri. Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability // *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2015. Vol. 17. P. 577-578.

12. Tyulenev M., Zhironkin S., Litvin O. The low-cost technology of quarry water purifying using the artificial filters of overburden rock *Pollution Research* // *Pollution Research*. 2015. Vol. 34 (4). P. 825-830.

13. Lesin Yu., Hellmer Mark. The Experience of Implementation of Innovative Technology of Quarry Waste Water Purifying in Kuzbass Open Pit / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 142. URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/34786> (дата обращения: 15.11.2020).

Original Paper

UDC 622.015.4:622.012.3 © B.L. Talgamer, Yu.G. Roslavl'tseva, 2020
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 7-10
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-7-10>

Title

WATER DISPOSAL DURING DEVELOPMENT OF RESERVOIR DEPOSITS BY UPRISING WITH INTERNAL DUMPING

Authors

Talgamer B.L.¹, Roslavl'tseva Yu.G.¹

¹ Irkutsk National Research Technical University (IRNITU), Irkutsk, 664074, Russian Federation

Authors' Information

Talgamer B.L., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Mineral Deposits Development, e-mail: go_gor@istu.edu

Roslavl'tseva Yu.G., PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Mineral Deposits Development, e-mail: ryg@istu.edu

Abstract

Surface mining of coal deposits has a negative impact on all components of the natural environment, including and water resources. In the latter case, this is expressed in lowering the groundwater level in the area of the section and in the collection of contaminated quarry water into the hydrological network. In addition, the creation of treatment facilities during wastewater entails an additional withdrawal of land resources. At the same time, during the development of coal deposits in the uprising, there is the possibility of water disposal without additional measures for the treatment of quarry waters, by their discharge through underlying naked friable deposits. Internal dumping greatly complicates this possibility. In case of internal dumping with full filling of the worked-out space with overburden and an uprising of the front of mining operations to divert quarry water through permeable sediments, it is proposed to form a sinus between the production side and dumps along the lower contour of the section in which to create a sump for the water pumped out from the working zone. The parameters of the sinus and sump are calculated taking into account the flow of quarry water, the angle of occurrence of the reservoir, the filtration capacity of the rocks in the section and overburden dumps.

Keywords

Coal deposits, Surface mining, Water disposal, Career drainage, Cleaning of drains.

References

- Zenkov I.V., Zayats V.V., Nefedov B.N. et al. Coal cuts from space. Mining operations and ecology of disturbed lands: Monograph. Archive of SFU electronic resources, 2017, 519 p. Available at: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/131153> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
- Alekseev G.F., Burtsev S.V. & Turgeneva L.A. Comprehensive approach to open pit mine water treatment facilities upgrading – “SBU-Coal” Holding Company JSC priority task. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 7, pp. 72-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-6-72-73.
- Mangataev A.Ts., Badmaev N.B., Gonchikov B.-M.N., Kulikov A.I., Ilyin Yu.M. & Sordonova M.N. Influence of oxidized brown coal and mineralized career

water on change of castanozems agrophysical properties of Selenginsky mediterranean of Transbaikalia. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 11, pp. 102-108. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-11-102-108.

4. Tomakov P.I., Kovalenko V.S., Mikhailov A.M. et al. Ecology and environmental protection during surface mining. Moscow, MGGU Publ., 1994, 418 p. (In Russ.).

5. Ovseichuk V.A., Oveshnikov Yu.M. & Lizunkin V.M. Environmental protection in the extraction of solid minerals. Chita, ChitGU Publ., 2006, 298 p. (In Russ.).

6. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – June, 2019. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, № 9, pp. 56-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-56-66.

7. Talgamer B.L. & Korobkova E.A. Coal industry of the Irkutsk region: history and development prospects. Irkutsk, IRNITU Publ., 2009, 112 p. (In Russ.).

8. Trubetskoy K.N., Krasnyansky G.L., Chronin V.V. et al. Career design: Textbook. Moscow, Higher School Publ., 2009, 694 p. (In Russ.).

9. Cen Li Hui & Zhu Lin Hong. Modelling and Simulation of Open Drainage Systems. *Applied Mechanics and Materials*, 2013, pp. 373-375, 427-430. Available at: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.373-375.427> (accessed 15.11.2020).

10. Gupta S.K., Ramesh K. Sai & Shaik Sameer. Decentralised wastewater treatment, a sustainable approach for use in developing country environment. *Pollution Research*, 2015, Vol. 34 (1), pp. 111-120.

11. Klemeš Jiri. Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2015, Vol. 17, pp. 577-578.

12. Tyulenev M., Zhironkin S. & Litvin O. The low-cost technology of quarry water purifying using the artificial filters of overburden rock *Pollution Research*. *Pollution Research*, 2015, Vol. 34 (4), pp. 825-830.

13. Lesin Yu. & Hellmer Mark. The Experience of Implementation of Innovative Technology of Quarry Waste Water Purifying in Kuzbass Open Pit / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016, Vol. 142. Available at: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/34786> (accessed 15.11.2020).

For citation

Talgamer B.L. & Roslavl'tseva Yu.G. Water disposal during development of reservoir deposits by uprising with internal dumping. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 7-10. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-7-10.

Paper info

Received July 2, 2020

Reviewed July 24, 2020

Accepted November 11, 2020

БЕЛАЗ МОЩНЫЙ BELAZ ВЫБОР!

Реклама




ПРОМТЕХНАБ
карьерная и специальная
техника БЕЛАЗ

Официальный представитель ОАО «БЕЛАЗ»
+7 (4812) 70-11-17
www.ptsbelaz.ru

Использование стирлинг-технологий для сжижения шахтного метана и перевода автосамосвального транспорта угледобывающих компаний на газомоторное топливо

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-12-16>



АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор кафедры «Геотехнологии освоения недр» Горного института НИТУ «МИСИС», 119049, г. Москва, Россия, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru



ГОРН Е.В.

Главный специалист отдела стратегического и текущего планирования АО «СУЭК», 115054, г. Москва, Россия, e-mail: GornEV@suek.ru

Рассмотрена процедура использования стирлинг-технологий для получения сжиженного метана с целью перевода карьерного автотранспорта на газомоторное топливо. Отражены основные положительные особенности использования сжиженного газа в качестве газомоторного топлива. Представлены серийные отечественные и зарубежные модификации установок с циклами Стирлинга. Описаны основные ограничения при выборе криогенного цикла и технологии сжижения.

Ключевые слова: стирлинг-технологии, шахтный метан, сжиженный природный газ, газомоторное топливо, криогенератор, автосамосвальный транспорт.

Для цитирования: Агафонов В.В., Горн Е.В. Использование стирлинг-технологий для сжижения шахтного метана и перевода автосамосвального транспорта угледобывающих компаний на газомоторное топливо // Уголь. 2020. № 12. С. 12-16. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-12-16.

ВВЕДЕНИЕ

Функционирование угольной отрасли на современном этапе недропользования неразрывно и в сильной степени связано с проблемой диверсификации производственно-хозяйственной деятельности угледобывающих предприятий. Данный аспект обуславливает необходимость поиска нетрадиционных путей повышения их технико-экономической эффективности на базе технологий углубленной переработки угля, улавливания, каптирования и утилизации шахтного метана и отходов углеобогащения непосредственно в местах их добычи.

И здесь, с учетом вышеизложенного, главенствующее положение занимают технологии получения сжиженного метана для перевода карьерного автотранспорта на газомоторное топливо и высокоэффективные когенерационные теплоэнергетические технологии. Их использование в качестве конечной цели предполагает изменение структуры цен на конечный реализуемый продукт, где эксплуатационные издержки производства (себестоимость добычи угля) уже не рассматриваются в качестве решающего фактора, а заявляются как одна из составляющих [1, 2, 3, 4, 5].

Следует отметить, что реализация данного направления осуществима, в первую очередь, на предприятиях, которые имеют на георесурсном балансе значительные промышленные запасы угля и шахтного газа метана, то есть классифицируются как газоугольные. Актуальность такого заявленного подхода обуславливается значительным потреблением дизельного топлива и электро- и теплоэнергии самими угледобывающими предприятиями, которые постоянно вынуждены адаптироваться к их непрерывному росту и лимитированию потребления в условиях монополизации, что в конечном итоге негативно влияет на уровень операционной рентабельности предприятий.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИРЛИНГ-ТЕХНОЛОГИЙ

Получение промышленных объемов сжиженного природного газа связано с технологией его ожижения, основанной на процедуре охлаждения исходных компонентов природного газа до конечной точки конденсации. Данный

процесс происходит в специальных промышленных холодильных установках со специальным хладагентом. В основе технологического процесса ожижения шахтного метана заложены следующие основные параметры: криогенная температура (-162°C) и сверхнизкое давление (0,1 МПа). Исходя из этих параметров, становится очевидно, почему до настоящего времени отсутствует сравнительно дешевая технология получения сжиженного шахтного метана.

В промышленных целях природный газ поставляется в сжатом (компримированном) виде с аббревиатурой КПП, и сжиженном (криогенном) виде с аббревиатурой СПГ. Основной положительной особенностью использования сжиженного газа в качестве газомоторного топлива является снижение степени выброса комплекса токсичных веществ (г/км) в окружающую среду (оксид углерода – 5-10 раз, окислы азота – 1,5–2,5 раза, полиароматические углеводороды – 10 раз, углеводороды – 3 раза, дымность – 8–10 раз).

Второй положительной особенностью является тот факт, что в процессе реализации процедуры сжижения метана его объем уменьшается в 600 раз, что безусловно приводит к снижению материалоемкости и капиталоемкости технического оснащения автомобильных средств в 2–3 раза.

Сжиженный природный газ характеризуется очень высокими значениями октанового числа (достигает до 120), в связи с чем ему присущ высокий антидетонационный уровень. Вышеприведенные параметры формируют довольно благоприятные условия в области использования сжиженного природного газа как альтернативы обычным видам бензинового и дизельного топлив. В результате применения газомоторного топлива происходит повышение степени сжатия, при этом резко увеличиваются интервалы межремонтного пробега, технического обслуживания и капитального ремонта с одновременным снижением расходов горюче-смазочных расходных материалов и масла.

На основе проведенных исследований выявлено, что наиболее перспективной и экономически эффективной технологией получения сжиженного шахтного метана является в современных условиях развития научно-технического прогресса стирлинг-технология [6, 7, 8]. В основу данной технологии заложен цикл Стирлинга в криогенных газовых устройствах. В техническом плане они представляют криогенаторы с контурами внешнего охлаждения тепловых процессов. Установки с циклами Стирлинга, как правило, работают с газами с максимальной температурой конденсации -200°C , и поэтому их использование наиболее подходяще для ожижения шахтного метана (температура ожижения -162°C) [9].

Представленная технология с использованием циклов Стирлинга характеризуется наличием одного немаловажного преимущества: процесс ожижения шахтного метана осуществляется без ступени предварительного сжатия (в качестве рабочего используется атмосферное давление), что позволяет резко удешевить технологические процессы, обеспечить соответствующую компактность и простоту эксплуатации и технического обслуживания промышленной установки. Принципиально важная отличительная особенность технологии Стирлинга заключается в достижении стопроцентного порога сжижения подавае-

мого объема газа при низком давлении, что обуславливает полное отсутствие сбросовых производственных трубопроводов (несжижившаяся часть), чем отличаются промышленные установки с наличием в технологическом процессе высокого давления (установки дроссельно-детандерного типа и вихревые трубы).

В качестве серийных модификаций установок с циклами Стирлинга в настоящее время в сегменте российских производителей можно отметить воздухораспределительные установки АЖЖ-0.05 и ЗИФ-700, 1002, 2002, которые характеризуются интервалом производительности от 15 до 75 л/ч.

В сегменте зарубежных модификаций можно отметить криогенаторы SGL-1,4 компании Stirling Cryogenics & Refrigeratio с интервалом производительности 20-85 л/ч. Самыми высокопроизводительными серийно выпускаемыми являются криогенаторы Werksproor и Philips с производительностью до 700 л/ч.

Таким образом, можно отметить довольно широкий диапазон производительности выпускаемых КГМ Стирлинга. Исходя из этого, на основе стирлинг-технологий могут быть спроектированы:

- сеть индивидуальных мобильных заправочных пунктов с производительностью до 40 л/ч сжиженного газа;
- сеть гаражных стационарных заправочных станций с производительностью до 700 л/ч сжиженного газа;
- стационарные заправочные комплексы с производительностью свыше 1 т/ч сжиженного газа, что вполне подходит для удовлетворения нужд угледобывающих предприятий.

Следует отметить, что создание установки (криогенатора) с заявленной производительностью 1 т/ч связано с технологическими особенностями использования так называемых традиционных способов (цикл дроссельно-детандерного типа и цикл вихревой трубки Ранка), и новых, инновационных способов, которые основаны на комбинаторике тепловых процессов в контурах внешнего и внутреннего охлаждения. Внутреннее охлаждение основано на изобарном расширении метана (частичное ожижение), внешнее – за счет использования конденсатора, который является составной частью КГМ Стирлинга.

Технология сжижения СПГ предусматривает несколько модификаций циклов. Практика показала, что наибольшее распространение получили циклы сжижения, основанные на использовании внешней криогенной установки, хладагентом в которой являются углеводородные газы или азот со степенью сжижения около 97%. Очень широко используется технология, основанная на циклах со смесями хладагентов [10, 11].

Основными ограничениями при выборе криогенного цикла и технологии сжижения являются следующие составляющие: производительность, качественные характеристики исходного сырья, температура сжижения, давление, качество конечного продукта.

Среди всех показателей, характеризующих термодинамическую составляющую цикла ожижения, наиболее важным является удельное энергопотребление. Этот показатель определяет суммарную мощность компрессорной станции, массу и пространственные габариты теплооб-

менных компонентов, а в конечном итоге, первоначальные капиталовложения и эксплуатационные издержки при работе установки.

В настоящее время можно выделить следующие циклы:

- модификации криогенных циклов, основанные на дросселировании;
- криогенные циклы детандерного типа;
- криогенные циклы каскадного типа с использованием чистого хладагента классического типа;
- криогенные однопоточные циклы каскадного типа с использованием многокомпонентного хладагента (углекислоты и азот);
- комбинаторные криогенные циклы (комбинации элементов перечисленных криогенных циклов).

Следует отметить, что переоснащение автотранспорта сложными криогенными топливными системами наиболее эффективно в случае использования их на транспорт-

ных средствах большой мощности и грузоподъемности. Вопрос заправки таких автомобилей не стоит, так как существующие центробежные насосы формируют давление и скорость, аналогичные бензиновым.

Эквивалент энергетической эффективности 1 л СПГ выглядит следующим образом: 0,67 л бензина и 0,59 л дизельного топлива.

Оценка прогнозного потребления сжиженного природного газа в Кузбассе угледобывающими компаниями показала, что потенциальный рынок представлен следующими потребителями (табл. 1).

На рисунке представлена динамика потребления СПГ при переходе самосвалов на газомоторное топливо.

В табл. 2, 3 представлено потребление дизельного топлива по категориям транспорта, потенциально возможного к переводу на газодизельный режим работы или замене газовыми версиями.

Таблица 1

Потенциальный рынок потребления СПГ в Кузбассе

Модели	Грузоподъемность	Количество	Обновление парка в год	Примерный объем потребления СПГ, тыс. т
Komatsu HD785-5/7, Caterpillar 777D, БелАЗ-75306	90	179	21	33 595
БелАЗ-75131-7517, Caterpillar 785C/D	130-150	668	77	250 740
БелАЗ-75306	220-240	479	60	302 920
Всего	–	1 326	158	587 255

Таблица 2

Объемы потребления ДТ по категориям транспортных средств

Транспортные средства	Кол-во, ед.	Мощность, л.с.	Средний расход ДТ, л/100 км	Средний суточный пробег, км	Средний годовой расход ДТ, кг	Суммарное потребление ДТ, кг
Всего по АО «СУЭК»						32430418
Карьерные самосвалы, в том числе:	54					25164000
– БелАЗ-7513	33	1600	737	208	368000	12144000
– БелАЗ-7530	21	2300	1160	222	620000	13020000
Малотоннажный транспорт, в том числе:	182					7266418
Категория самосвалы:	103	–	74,8	328,0	32189	3790354
– VOLVO FM-TRUCK 6x4	60	400	58,3	326,1	12351	741081
– VOLVO FMX	14	500	82,5	331,2	71654	1001892
– VOLVO FM-TRUCK 8x4	14	400	81,5	296,0	58348	816871
– SCANIA P440CB8	15	410	83,8	366,1	82034	1230510
Категория тягачи:	32					889906
– VOLVO FM-TRUCK 4x2	6	420	49,3	482,0	29559	177353
– VOLVO FM-TRUCK 6x4	21	460	49,7	563,6	21532	495241
– VOLVO FH 6x4	2	600	78,4	393,9	83060	166121
– КамАЗ 65116	3	300	39,6	191,1	17064	51192
Категория бульдозеры:	19					1337219
– LIEBHERR PR754	15	340	1311,4	21,2	51482	772234
– CATERPILLAR D8R	4	333	2332,3	20,7	141246	564984
Другие категории:	26					1248940
– Автогрейдер CATERPILLAR 24M	1	541	616,6	71,6	38295	38295
– КамАЗ-43118 с КМУ	5	300	93,1	41,9	5263	26313
– Погрузчик LIEBHERR L566	10	259	535/5	43/3	67189	671889
– Погрузчик SHANTUI SL	10	238	499/5	42/7	51244	512442

Оценка максимальных объемов потребления газомоторного топлива

Объект	Максимальное потребление ГМТ 30%	Максимальное потребление ГМТ 50%	Максимально возможное потребление ГМТ
СПГ на всех ТС – объемы потребления СПГ, т/ч			
АО «СУЭК-Кузбасс», в том числе:	1,71	2,29	3,76
– Карьерные самосвалы	0,88	1,46	2,93
– Малотоннажный транспорт	0,83	0,83	0,83
Совместное использование СПГ и КПП			
СПГ на БелАЗах – объемы потребления КПП, т/ч			
Карьерные самосвалы	0,88	1,46	2,93
Доля СПГ в объеме ГМТ, %	51	64	78
КПП на малотоннажном транспорте – объемы потребления КПП, т/ч			
Малотоннажный транспорт	0,83	0,83	0,83
Доля КПП в объеме ГМТ, %	49	36	22

Из представленных данных видно, что объемы потребления СПГ находятся в диапазоне 0,4–4 т/ч при максимально возможном 5,5 т/ч.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы о состоянии индустрии в целом и возможностях применения и производства СПГ:

– СПГ является перспективным видом топлива с точки зрения как экологических, так и эксплуатационных характеристик;

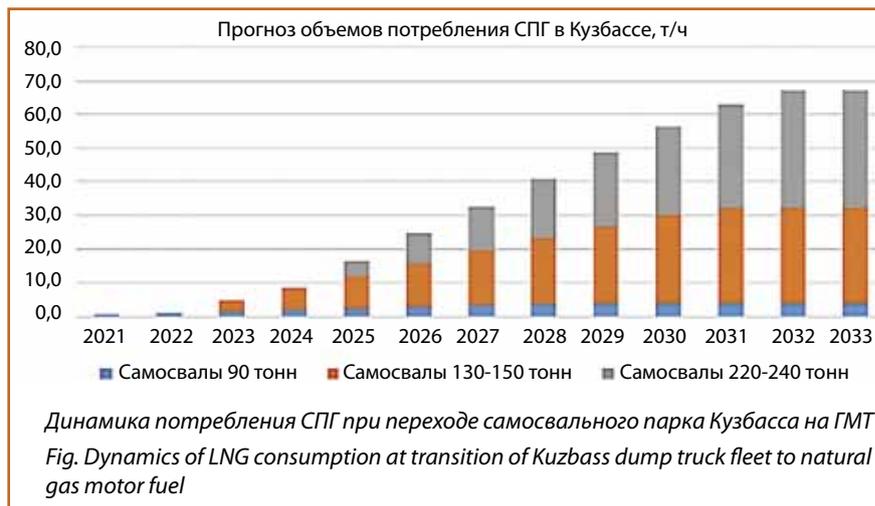
– опыт применения СПГ в качестве топлива показывает реальное замещение до 50% дизельного топлива;

– применение СПГ-систем на малотоннажной технике (SCANIA, VOLVO) на основе предварительных данных не является рентабельным. Основная причина – высокая стоимость ежегодного технического обслуживания. Для экономической эффективности проекта требуется снижение стоимости обслуживания с 220 тыс. до 60 тыс. руб. Применение СПГ-систем на крупнотоннажной технике (130-тонных БелАЗах) является рентабельным проектом со сроком окупаемости три года;

– применение СПГ-систем на крупнотоннажной технике (220-тонных БелАЗах) является нерентабельным проектом при условии 50% замещения ввиду высокой стоимости переоборудования. Достижение 70% замещения дизельного топлива позволит получить окупаемость на уровне 6 лет. Стоимость переоборудования 220-тонных БелАЗов составляет 16 млн руб., что в пять раз превышает затраты на переоборудование 130-тонных. Высокие расходы дизельного топлива предполагают сравнительно небольшие сроки окупаемости при стоимости переоборудования в пределах 5 млн руб. и стоимости годового обслуживания криогенного оборудования 200–300 тыс. руб.

Список литературы

1. О перспективных видах газомоторного топлива для обеспечения функционирования инфраструктуры МО РФ / П.А. Путилин, В.А. Вакуненко, С.А. Артюхов и др. // Актуальные проблемы военно-научных исследований.



2019. № 2. С. 147–154. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=38510014> (дата обращения: 15.11.2020).

2. Некоторые проблемы и перспективы применения газомоторного топлива на транспорте / Т.В. Щербицкая, С.Г. Фролов, В.В. Иванов и др. // Наука и образование транспорту. 2019. № 51. С. 44–46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42913557> (дата обращения: 15.11.2020).

3. Грушевенко Е.В., Грушевенко Д.А. Газомоторное топливо: может ли России помочь мировой опыт? // Экологический вестник России. 2019. № 7. С. 16–20. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41590464> (дата обращения: 15.11.2020).

4. Тенденции развития использования природного газа в качестве моторного топлива на примере истории развития транспортных средств на природном газе в Китае / Ли Вэй, Лю Цзюньчж, Жэнь Вэй и др. // Газовая промышленность. 2019. № 5. С. 48–56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41360815> (дата обращения: 15.11.2020).

5. Иванова К.С. Газификация регионов и развитие использования газомоторного топлива как ключевые драйверы роста российского газового рынка // Микроэкономика. 2019. № 3. С. 30–36. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=39141480> (дата обращения: 15.11.2020).

6. Чернышева Е.А., Хисамутдинов А.М., Мухаметярова А.Р. Природный газ в качестве моторного топлива // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2016. № 7. С. 12–17. URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=26420792> (дата обращения: 15.11.2020).

7. Hernán Jair Andrade-Castañeda, Cristhian Camilo Arteaga-Céspedes, Milena Andrea Segura-Madruga. Emission of greenhouse gases from the use of fossil fuels in Ibaguè, Tolima (Colombia) // *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2017. Vol. 18. Is. 1. P. 103-112.

8. Экологическая эффективность автотранспортного комплекса в регионах России при переводе на природный газ / А.Г. Ишков, К.В. Романов, Р.В. Тетеревлев и др. // *Транспорт на альтернативном топливе*. 2016. № 2. С. 15-25. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1582697> (дата обращения: 15.11.2020).

9. Experimental Investigations and Operational Performance Analysis on Compressed Natural Gas Home Refueling System

(CNG-HRS) / S. Kuczyński, K. Liszka, M. Łaciak et al. // *Energies*. Vol. 12. P. 45-55.

10. Мкртычан Я.С. Пути дальнейшего расширения использования природного газа в качестве моторного топлива // *Транспорт на альтернативном топливе*. 2011. № 1. С. 34-39. URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=15551027> (дата обращения: 15.11.2020).

11. Ткаченко И.Г. Транспорт на КПГ «Газпром трансгаз Ставрополь»: опыт использования КПГ // *Транспорт на альтернативном топливе*. 2011. № 1. С. 27-29. URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=15551025> (дата обращения: 15.11.2020).

Original Paper

UDC 622.013.3:622.684 © V.V. Agafonov, E.V. Gorn, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 12-16

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-12-16>

Title

USE OF STIRLING-CYCLE TECHNOLOGIES FOR COALMINE METHANE LIQUEFACTION AND CONVERSION OF COAL DUMP TRUCKS TO NATURAL GAS MOTOR FUEL

Authors

Agafonov V.V.¹, Gorn E.V.²

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

² "SUEK" JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

Authors' Information

Agafonov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: mamu-prpm@yandex.ru

Gorn E.V., Chief specialist of strategic and current planning department, e-mail: GornEV@suek.ru

Abstract

The paper discusses the procedure of using the Stirling-cycle technologies to produce liquefied methane in order to convert mining vehicles to natural gas motor fuel. The key benefits of using liquefied gas as a natural gas motor fuel are described. Commercial domestic and foreign versions of units using the Stirling cycle are presented. The main limitations in selection of the cryogenic cycle and liquefaction technology are explained.

Keywords

Stirling-cycle technologies, Coalmine methane, Liquefied natural gas, Natural gas motor fuel, Cryogenerator, Dump trucks.

References

- Putilin P.A., Vakunenkov V.A., Artyukhov S.A. et al. On perspective types of natural gas motor fuel to support the RF Ministry of Defense infrastructure. *Aktualnye problemy voenno-nauchnykh issledovaniy – Current problems of military scientific research*, 2019, No. 2, pp. 147-154. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=38510014> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
- Shcherbitskaya T.V., Frolov S.G., Ivanov V.V. et al. Some problems and perspectives of natural gas motor fuel application in transportation. *Nauka i obrazovanie transportu – Science and education of transportation*, 2019, No. S1, pp. 44-46. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42913557> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
- Grushevenko E.V. & Grushevenko D.A. Natural gas motor fuel: can the world experience help Russia? *Ekologicheskii vestnik Rossii – Ecological Bulletin of Russia*, 2019, No. 7, pp. 16-20. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41590464> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
- Li Wei, Liu Junzh, Zhen Wei et al. Trends in the use of natural gas as a motor fuel based on the history of natural gas vehicles in China // *Gazovaya promyshlennost' – Gas Industry Magazine*, 2019, No. 5, pp. 48-56. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41360815> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
- Ivanova K.S. Gasification of regions and expansion of natural gas motor fuel utilization as key drivers of the Russian gas market growth. *Mikroekonomika –*

Microeconomics, 2019, No. 3, pp. 30-36. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=39141480> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).

6. Chernysheva E.A., Khisamutdinov A.M. & Mukhametyarova A.R. Natural gas as a motor fuel. *AvtoGazoZapravochniy kompleks + Alternativnoe toplivo – AutoGasFueling Complex + Alternative fuel*, 2016, No. 7, pp. 12-17. Available at: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=26420792> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).

7. Hernán Jair Andrade-Castañeda, Cristhian Camilo Arteaga-Céspedes & Milena Andrea Segura-Madruga. Emission of greenhouse gases from the use of fossil fuels in Ibaguè, Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2017, Vol. 18, Issue 1, pp. 103-112.

8. Ishkov A.G., Romanov K.V., Teterlev R.V. et al. Ecological efficiency of the motor transport complex in the Russian regions when converted to natural gas. *Transport na alternativnom toplive – Alternative Fuel Transport*, 2016, No. 2, pp. 15-25. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1582697> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).

9. Kuczyński S., Liszka K., Łaciak M. et al. Experimental Investigations and Operational Performance Analysis on Compressed Natural Gas Home Refueling System (CNG-HRS). *Energies*, Vol. 12, pp. 45-55.

10. Mkrtychan Ya.S. Ways of further expansion of natural gas as a motor fuel. *Transport na alternativnom toplive – Alternative Fuel Transport*, 2011, No. 1, pp. 34-39. Available at: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=15551027> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).

11. Tkachenko I.G. Transportation using compressed natural gas by Gazprom Transgaz Stavropol: experience in using compressed natural gas. *Transport na alternativnom toplive – Alternative Fuel Transport*, 2011, No. 1, pp. 27-29. Available at: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=15551025> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).

For citation

Agafonov V.V. & Gorn E.V. Use of Stirling-cycle technologies for coalmine methane liquefaction and conversion of coal dump trucks to natural gas motor fuel. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 12-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-12-16.

Paper info

Received October 12, 2020

Reviewed October 24, 2020

Accepted November 11, 2020

Исследования дыхания в шахтном самоспасателе с неоднократными перерывами

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-17-22>

В работе приводятся данные исследования работы самоспасателей с химически связанным кислородом. В частности, проверена потенциальная возможность неоднократного включения в самоспасатель после нескольких заданных перерывов, до выработки его ресурса. Исследование и испытания проводились как на имитаторе внешнего дыхания человека, так и с привлечением испытателя-добровольца. Основанием для проведения работ является запрет на повторное использование самоспасателя, несмотря на имеющийся ресурс по времени защитного действия, который может у него остаться после первого использования, и несмотря на отсутствие у человека, находящегося в шахте дополнительного самоспасателя. Результаты работы могут быть интересны широкому кругу лиц, которые используют, разрабатывают или производят шахтные самоспасатели.

Ключевые слова: шахтный самоспасатель, регенеративный продукт, время защитного действия, ресурс самоспасателя, имитатор внешнего дыхания человека, искусственные легкие, включение в самоспасатель, выключение из самоспасателя, химически связанный кислород, газовая дыхательная смесь, легочная вентиляция, частота дыхания, дыхательный мешок, загубник, «схлопывание» дыхательного мешка, сопротивление дыханию.

Для цитирования: Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Исследования дыхания в шахтном самоспасателе с неоднократными перерывами // Уголь. 2020. № 12. С. 17-22. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-17-22.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из существенных недостатков, присущих изолирующим шахтным самоспасателям (ШС) на химически связанном кислороде, является их одноразовость [1, 2, 3]. При этом одноразовость определяется не использованием всего их ресурса и времени защитного действия (ВЗД) один раз (пока ШС находится у пользователя), а фактом извлечения загубника изо рта после начала использования самоспасателя. Данный недостаток или ограничение определены в соответствующих нормативных и эксплуатационных документах [4, 5] и, по сути, оставляют человека без средств защиты органов дыхания даже в случае случайного или ненамеренного (рвота, кашель, падение, зацепление за предметы и пр.) прекращения контакта с загубником ШС. Такие случаи известны, как известно и то, что человек прекращает использование ШС при выходе



БАБКОВ В.С.

Старший эксперт
ООО «Второе Дыхание»,
392030, г. Тамбов, Россия,
e-mail: babkov@zavkomepc.com.



КОСТЕРЕНКО В.Н.

Канд. физ.-мат. наук,
начальник управления
противоаварийной
устойчивости, ГО и ЧС АО «СУЭК»,
115054, г. Москва, Россия,
e-mail: KosterenkoVN@suek.ru



ПУТИН С.Б.

Доктор экон. наук, канд. техн. наук,
Почетный химик РФ,
Лауреат государственной премии
и премии Правительства РФ
в области науки и техники,
директор по развитию
ООО «Второе Дыхание»,
392030, г. Тамбов, Россия,
e-mail: putins@mail.ru

из опасной зоны, не исчерпав полностью ресурс самоспасателя, находясь под землей. Но при этом, согласно требованиям Правил безопасности в угольных шахтах, работникам шахты и сотрудникам подрядных организаций, чья деятельность связана с посещением шахты (как и вообще всем, кто спускается в шахту), в горных выработках запрещается нахождение без самоспасателей, головных светильников и технических устройств определения местоположения, аварийного оповещения, поиска и обнаружения. Получается, что после факта «запуска» и применения самоспасателя человек автоматически нарушает требования Правил и остается без средств защиты органов дыхания, независимо от наличия у него ШС, который был уже использован, но при этом его ресурс по ВЗД исчерпан не был.

В статье представлена часть результатов НИР «Пауза», выполненных ООО «Второе Дыхание» (г. Тамбов) по заданию АО «СУЭК» (г. Москва) в 2019 г. Рассмотрена потенциальная возможность применения ШС в ситуациях, связанных с произвольным или непроизвольным временным выключением человека из самоспасателя и повторным (неоднократным) включением в него. Исследования проведены как с применением имитатора внешнего дыхания человека «ОКСИ РОБОТ» (искусственные легкие), так и с привлечением испытателя-добровольца.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Основными целями работы являются:

- проверка возможности неоднократного включения в ШС при паузах 15 мин;
- определение фактического времени защитного действия самоспасателя до полной невозможности продолжения дыхания в нем при неоднократном включении и выключении человека из самоспасателя с участием испытателя-добровольца;
- сопоставление полученных результатов с результатами аналогичного испытания самоспасателя на имитаторе внешнего дыхания человека «ОКСИ РОБОТ».

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Для проведения испытаний были использованы серийные самоспасатели ШСС-ТМ, изготовленные в 2018 г. и не бывшие в эксплуатации.

В процессе испытаний из дыхательного мешка (ДМ) самоспасателя непрерывно отбиралась проба газовой дыхательной смеси (ГДС) для измерения объемных концентраций кислорода и диоксида углерода, а также измерялось сопротивление дыханию на вдохе и выдохе. Измерение и автоматическая запись указанных параметров проводились с помощью стенда «ОКСИ РОБОТ» и персонального компьютера. Программа испытаний самоспасателя с имитацией неоднократного перерыва и включения в ШС приведена в табл. 1.

Общий вид испытательной установки и оборудования приведен на рис. 1.

В процессе работы непрерывно измерялся и фиксировался пульс испытателя с помощью нагрудного сенсора. Данные с нагрудного сенсора по беспроводному каналу связи передавались на тренажер-регистратор (имитатор самоспасателя) 5, а с него – на персональный компьютер 4. При имитации перерыва в работе (паузы) испытатель выключался из самоспасателя путем извлечения загубника изо рта, при этом загубник не надевался на штатную заглушку, таким образом, во время паузы самоспасатель оставался негерметичным по линии вдох/выдох.

Общее время испытания составило 135 мин. Время защитного действия самоспасателя (без учета времени пауз) составило 64 мин до достижения объемной концентрации диоксида углерода в дыхательном мешке 3% (согласно ГОСТ 12.4.292-2015). Фактическое время защитного действия самоспасателя (без учета времени пауз) составило

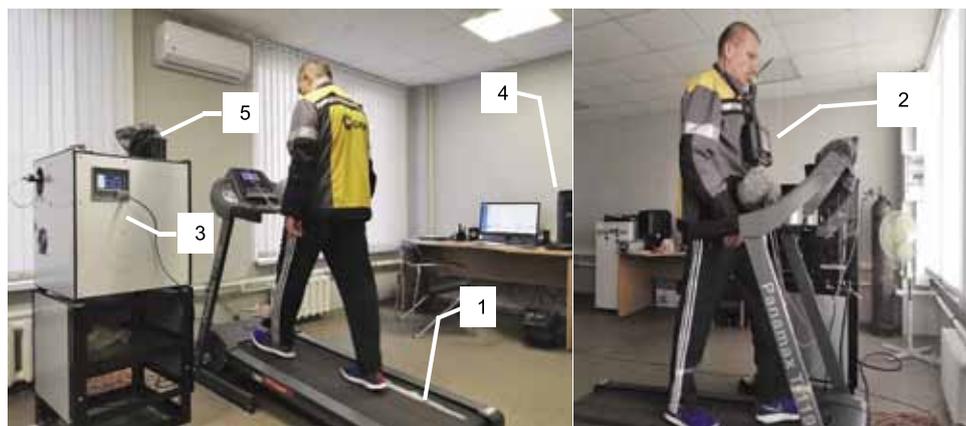


Рис. 1. Испытательная установка «ОКСИ РОБОТ»: 1 – беговая дорожка; 2 – самоспасатель; 3 – стенд «ОКСИ РОБОТ»; 4 – персональный компьютер; 5 – тренажер-регистратор легочной вентиляции и пульса человека

Fig. 1. "OXY ROBOT" test bench: 1 – treadmill; 2 – self-rescue breathing apparatus; 3 – Oxy Robot stand; 4 – personal computer; 5 – a simulator to register human lung ventilation and heart rate

Таблица 1

Программа испытаний самоспасателя с имитацией неоднократного перерыва и включения в ШС

№ этапа	Физическая активность	Включение в самоспасатель	Длительность, мин*	Скорость движения, км/ч	Угол наклона беговой дорожки, градус
1	Ходьба	Включен	15	3,2	4
2	Ходьба	Выключен	15	3,2	4
3	Ходьба	Включен	15	3,2	4
4	Ходьба	Выключен	15	3,2	4
5	Ходьба	Включен	15	3,2	4
6	Ходьба	Выключен	15	3,2	4
7	Ходьба	Включен	15	3,2	4
8	Ходьба	Выключен	15	3,2	4
9	Ходьба	Включен	15	3,2	4
ИТОГО			135	-	-

Примечание. * – Прекращение испытания наступило по ощущению невозможности продолжения дыхания в самоспасателе.

70 мин. до прекращения испытания по субъективным ощущениям испытателя-добровольца. Субъективные ощущения описаны как нехватка воздуха при полном вдохе, необходимость сделать вдох свежего воздуха, т.е. наблюдалось слабое наполнение дыхательного мешка ГДС, близкое к «схлопыванию».

На момент прекращения испытания ГДС в дыхательном мешке имела следующие параметры:

- объемная концентрация кислорода – 16,52%;
- объемная концентрация диоксида углерода – 4,05% (при этом максимальное значение составило 4,42% на 130-й минуте испытания).

На рис. 2, 3 приведены зависимости параметров испытания от времени с учетом пауз. Сопротивление дыханию постепенно увеличивалось в течение каждого цикла включения в самоспасатель по мере увеличения легочной вентиляции (из-за дополнительной нагрузки на дыхательные мышцы), а также по мере наполнения дыхательного мешка (ДМ) газовой дыхательной смесью. Кроме того, было отмечено, что среднее значение сопротивления дыханию увеличивается за счет роста сопротивления на вдохе по мере отработки регенеративного продукта с каждым циклом включения в самоспасатель.

Объемная доля кислорода в ДМ плавно увеличивалась по мере развития химической реакции в патроне самоспасателя до значений порядка 90% за время одного цикла включения. Во время паузы концентрация кислорода в ДМ практически не изменяется. При повторном включении в самоспасатель концентрация резко снижается за счет разбавления ГДС воздухом, выдыхаемым пользователем. Затем, по мере возобновления и развития реакции регенерации, концентрация кислорода вновь достигает характерных значений, при этом с каждым новым циклом включения в самоспасатель снижается максимальное значение концентрации, по сравнению с достигнутым на предыдущем цикле работы, по мере увеличения степени отработки надпероксида калия в регенеративном продукте.

В конце испытания количество оставшегося регенеративного продукта уже не обеспечивало достаточную регенерацию дыхательной смеси, концентрация кислорода практически снизилась до атмосферных значений, при этом дыхательный мешок был близок к состоянию «схлопывания».

Концентрация диоксида углерода в ДМ «медленно» возрастала в течение первых четырех циклов «работа – пауза», «скачкообразный» рост концентрации наблюдался во время пятого цикла включения в самоспасатель, поскольку в отработанном регенеративном продукте выдыхаемый диоксид углерода не связывался в достаточной степени продуктами гидролиза KO_2 .

Испытание при этом было продолжено даже после превышения объемной доли

CO_2 более 3%. При этом заметно увеличилась легочная вентиляция пользователя, что хорошо видно по зависимости сопротивления дыханию (см. рис. 2). Если объемная доля диоксида углерода в воздухе составляет около 3%, то это стимулирует дыхание, потому что при повышении уровня артериального диоксида углерода повышается и концентрация H^+ в крови из-за образования слабой угольной кислоты H_2CO_3 . Эти стимулы посылают сигналы в дыхательный центр мозга на увеличение частоты и глубины дыхания, но не для того, чтобы потребить больше кислорода, а для того, чтобы избавить организм от избытка диоксида углерода и свести к минимуму изменения pH крови.

На рис. 4 приведена зависимость частоты сердечных сокращений (ЧСС) испытателя по ходу выполнения упражнения. График зависимости концентрации кислорода в дыхательном мешке приведен для удобства сопоставле-

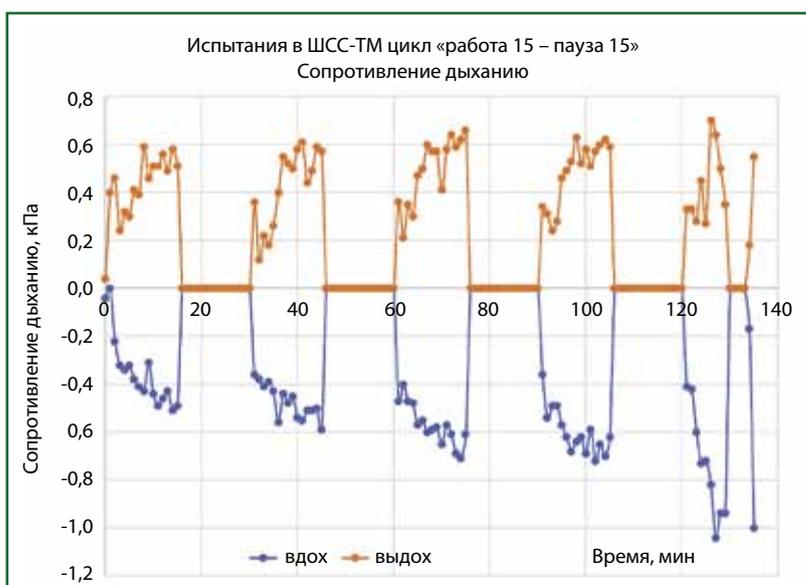


Рис. 2. Сопротивление дыханию
Fig. 2. Resistance to breathing

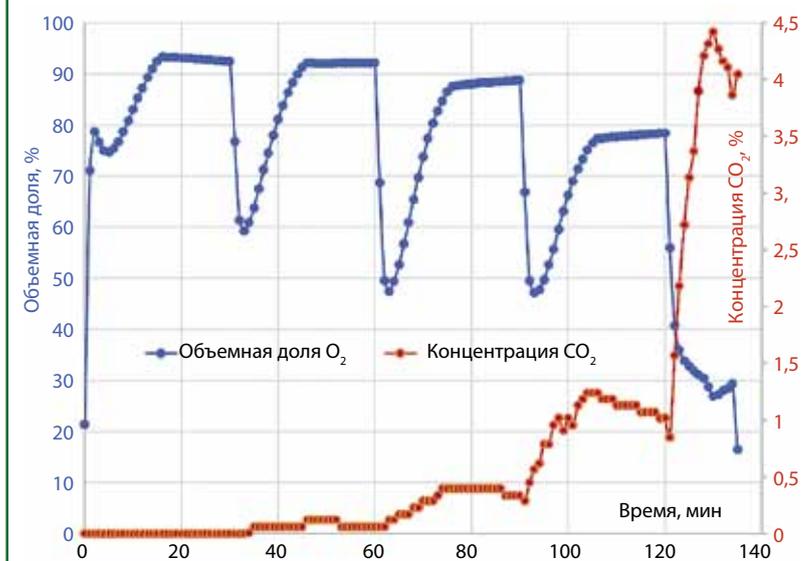


Рис. 3. Объемная доля O_2 и концентрация CO_2 в дыхательном мешке
Fig. 3. Volume share of O_2 and concentration of CO_2 in the breathing bag

ния этапов, когда пользователь был включен в самоспасатель и когда выключался из него. ЧСС увеличивалась на этапах движения в самоспасателе из-за более высокой физической нагрузки на дыхательные мышцы (из-за сопротивления дыханию и постепенному повышению концентрации диоксида углерода во вдыхаемой ГДС).

Результаты испытаний самоспасателя ШСС-ТМ с участием испытателя-добровольца с имитацией цикла «работа – пауза» по 15 мин были сопоставлены с результатами испытаний аналогичного самоспасателя на имитаторе внешнего дыхания человека «ОКСИ РОБОТ» (рис. 5), проведенных при следующих условиях:

- легочная вентиляция – 30 дм³/мин;
- имитация выделения диоксида углерода – 1,2 дм³/мин.

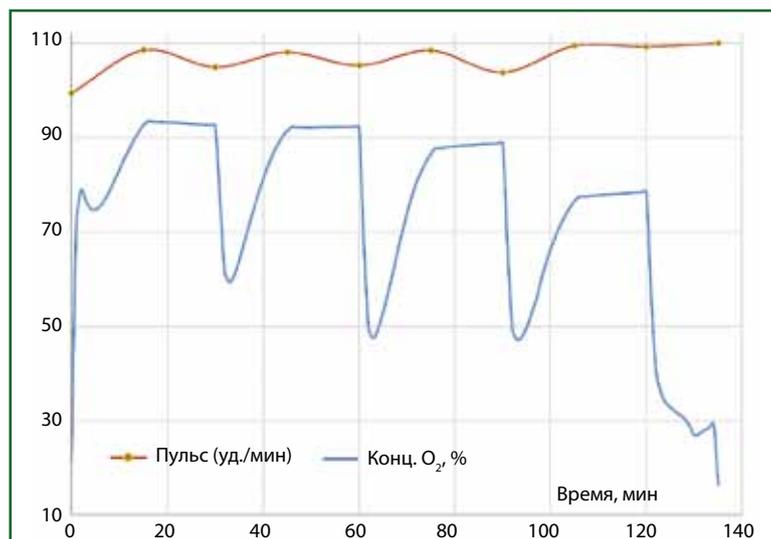


Рис. 4. Пульс (средние значения за интервал 15 мин) и концентрация кислорода в ДМ

Fig. 4. Heart rate (average for 15 min interval) and oxygen concentration in the breathing bag

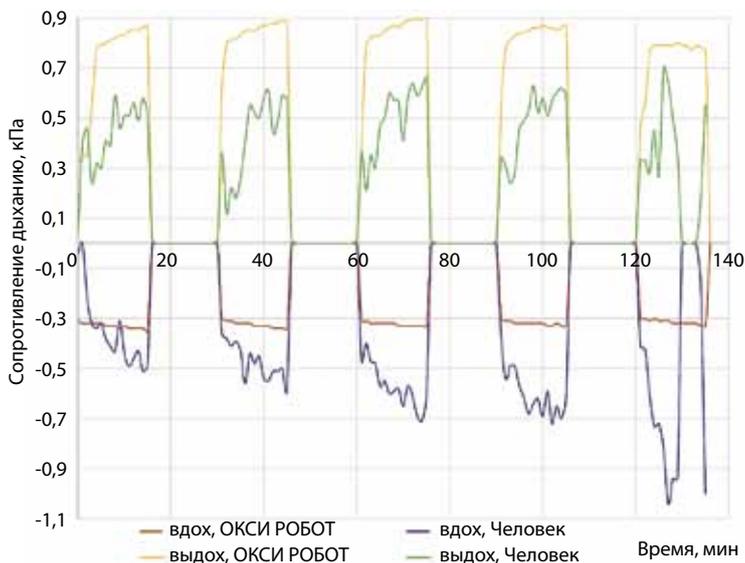


Рис. 5. Сравнение результатов испытаний человека и на стенде «ОКСИ РОБОТ». Сопротивление дыханию в ШСС-ТМ в режиме «работа – пауза»

Fig. 5. Comparison of test results of a human and the "OXI ROBOT" Test Bench. Breathing resistance of ShSS-TM in the "work – pause" mode

На рис. 5, 6, 7 приведены сравнительные графики испытаний с участием человека и на стенде «ОКСИ РОБОТ».

Анализ сравнительного графика сопротивления дыханию, приведенного на рис. 5, демонстрирует «схожесть» графиков, что говорит о близости значений физической нагрузки, испытываемой добровольцем, и нагрузки, имитируемой стендом «ОКСИ РОБОТ» [6, 7, 8]. При этом заметно, что характер дыхания человека подвержен изменениям в процессе испытаний в сравнении с характером дыхания, имитируемого стендом в соответствии с ГОСТ 12.4.292-2015, который не учитывает изменения сопротивления дыханию в связи с изменениями газового состава дыхательной смеси и усталости испытуемого. У испытателя сопротивление дыханию на вдохе и выдохе практически одинаковые в каждом цикле, а на стенде «ОКСИ РОБОТ» сопротивление на вдохе составляет в среднем 43% от сопротивления на выдохе [9,10]. В табл. 2 приведен анализ значений суммарных сопротивлений дыханию.

На рис. 6 приведен график содержания кислорода на вдохе стенда «ОКСИ РОБОТ» и испытателя.

График концентрации диоксида углерода (см. рис. 7) носит справочный характер, поскольку измерение производилось в различных точках. Этот график показывает отличия между составом ГДС в дыхательном мешке и составом ГДС в линии вдоха на установке «ОКСИ РОБОТ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты демонстрируют потенциальную возможность повторного и неоднократного включения в самоспасатель на химически связанном кислороде при паузе 15 мин. Достигнутый результат ценен тем, что он показывает наличие условий возможности повторного и неоднократного включения в самоспасатель на химически связанном кислороде, которая должна проверяться разработчиками и производителями самоспасателей. Это необходимо сделать хотя бы для того, чтобы не было функционального и технического «разрыва» в действующей нормативной базе, определяющей Правила безопасного нахождения людей в шахте.

Кроме того, такие исследования помогли бы повысить защищенность персонала шахт, предоставляя информацию пользователям ШС по возможным способам повторного включения в самоспасатель, а также по необходимой для этого процедуре. Это в свою очередь приведет к необходимости получения пользователем ШС соответствующих навыков в ходе проведения обучения и тренировок.

Анализ результатов также демонстрирует «схожесть» получаемых результатов при испытаниях ШС как с использованием испытателя-добровольца, так и при использовании имитатора внешнего дыхания человека. При этом различия определяются фактическим дыханием человека и требованиями, определяющими дыха-

Анализ значений суммарных сопротивлений дыханию

Значения	1 цикл		2 цикл		3 цикл		4 цикл		5 цикл		Среднее	
	сумма, кПа	Δ										
ОКСИ РОБОТ	1,05	0,28	1,16	0,26	1,15	0,09	1,15	0,06	1,06	-0,14	1,1153	0,1108
Испытатель	0,77	73,6%	0,90	77,4%	1,07	92,3%	1,08	94,6%	1,20	113,0%	1,0045	90,06%

ние «человека» для проведения испытаний самоспасателей по принятым государственным стандартам. Устранить данные различия можно при накоплении необходимого объема данных по дыханию реальных людей при различных нагрузках и при наличии оборудования, позволяющего точно повторять особенности дыхания человека, динамически изменяя параметры дыхания.

Снятие параметров дыхания человека и повторение его на имитаторе внешнего дыхания человека на сегодняшний день являются решенными задачами. Поэтому есть все предпосылки к проведению дальнейших исследований и сближению нормативных параметров дыхания и фактических, что в свою очередь позволит совершенствовать средства защиты органов дыхания и их возможности для защиты человека в опасных средах.

Список литературы

1. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ. М.: Недра, 1990. 160 с.
2. Изолирующие дыхательные аппараты и основы их проектирования / С.В. Гудков, С.И. Дворецкий, С.Б. Путин, В.П. Таров. М.: Машиностроение, 2008. 187 с.
3. Технические средства безопасности, применяемые в угольных шахтах Российской Федерации: Каталог справочник / Под общ. ред. В.М. Щадова; сост. Ю.И. Донсков, А.А. Умрихин. Кемерово: ГПКО «Кемеровский полиграфкомбинат», 2007. 317 с.
4. Самоспасатель для подземных работ ШСС-ТМ. Руководство по эксплуатации ЦТКЕ.8.092.000 РЭ. ОАО «Корпорация «Росхимзащита».
5. Самоспасатель для подземных работ ШСС-Т. Руководство по эксплуатации ВТ8.154.000 РЭ. ОАО «Корпорация «Росхимзащита».
6. Cooper J.B., Taqueti V.R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training // Postgrad. Med. Journal. 2008. Vol. 84. P. 563–570.
7. Yip D.Y. An improved model for demonstrating the mechanism of breathing // Am. Biol. Teach., 1998. Vol. 60. P. 528–530.
8. Won M., Yoon H., Treagust D.F. Students' learning strategies with multiple representations: Explanations of the human breathing mechanism // Science Education, 2014. Vol. 98. P. 840–846.
9. Combination of engineering and medical education using an active mechanical lung simulator / S. Krueger-Ziolek, C. Knoebel, C. Schranz, K. Moeller / IEEE Symposium on

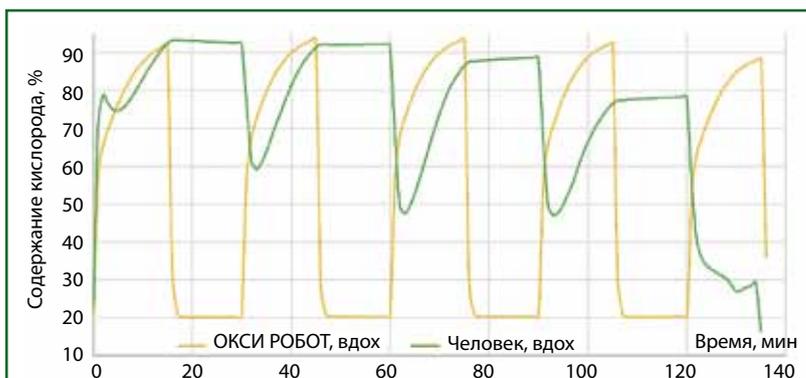


Рис. 6. Содержание кислорода на вдохе

Fig. 6. Oxygen concentration at inspiration

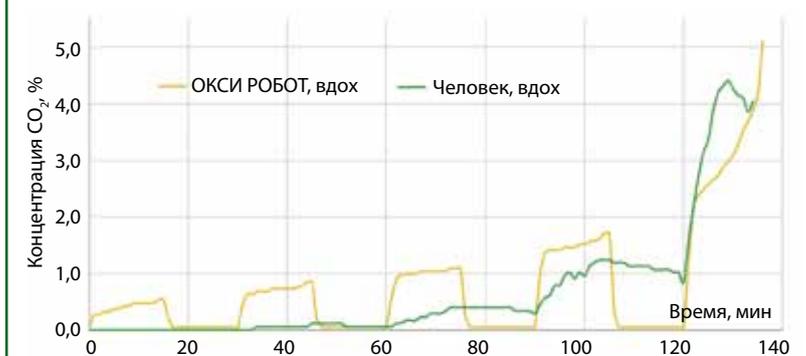


Рис. 7. Концентрация диоксида углерода в дыхательном мешке (испытатель) и на вдохе («ОКСИ РОБОТ»)

Fig. 7. Carbon dioxide concentration in the breathing bag (human tester) and on inspiration ("OXY ROBOT")

Computer-Based Medical Systems (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.), 2013. P. 542–543.

10. Bates H.T. Mechanical properties of the lung / Comparative Biology of the Normal Lung, 2nd ed. Elsevier, Inc., 2015. P. 289–304.

Original Paper

UDC 622.867.324:331.453 © V.S. Babkov, V.N. Kosterenko, S.B. Putin, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •
Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 17–22
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-17-22>

Title RESEARCH OF BREATHING IN A MINE SELF-RESCUER WITH REPEATED INTERRUPTIONS

Authors

Babkov V.S.¹, Kosterenko V.N.², Putin S.B.¹

¹"Second Breath" LLC, Tambov, 392030, Russian Federation

²"SUEK" JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

SAFETY

Authors' Information

Babkov V.S., Senior expert, e-mail: babkov@zavkomepc.com
Kosterenko V.N., PhD (Physico-mathematical), Head of the Emergency management department, e-mail: KosterenkoVN@suek.ru
Putin S.B., Doctor of Economic Sciences, PhD (Engineering), Director on developmen, e-mail: putins@mail.ru

Abstract

The work investigates the self-rescuers with chemically bound oxygen. In particular, the potential possibility of repeated inclusion in the self-rescuer after several specified breaks, before the depletion of its resource, has been tested. The research and tests were carried out both on a human external respiration simulator and with the involvement of a volunteer. The reason for carrying out the work is the prohibition on re-using the self-rescuer, despite the available resource in terms of the protective time, which may remain after the first use and, despite the fact that the person in the mine does not have an additional self-rescuer. The results of the work may be of interest to a wide range of people who use, develop or produce mine self-rescuers.

Keywords

Mine self-rescuer, Regenerative product, Protective time, Self-rescuer resource, Human external respiration simulator, Artificial lungs, Inclusion in a self-rescuer, Shutdown from a self-rescuer, Chemically bound oxygen, Gas breathing mixture, Lung ventilation, Respiratory rate, Breathing bag, Mouthpiece, Breathing bag "collapse", Breathing resistance.

References

1. Didenko N.S. Regenerative respirators for mine rescue operations. Moscow, Nedra Publ., 1990, 160 p. (In Russ.).
2. Gudkov S.V., Dvoretzky S.I., Putin S.B. & Tarov V.P. Isolating breathing apparatus and the basics of their design: a tutorial. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2008, 187 p. (In Russ.).

3. Technical safety equipment used in coal mines of the Russian Federation: Directory / Under the edition V.M. Shchadov; comp. Yu.I. Donskov, A.A. Umrikhin. Kemerovo, State Enterprise "Kemerovo Polygraphcombinat", 2007, 317 p. (In Russ.).
4. Self-rescuer for underground mining SHSS-TM. Operating manual CTKE.8.092.000 RE. "Corporation" Roskhimzashita" JSC. (In Russ.).
5. Self-rescuer for underground mining SHSS-T. Operating manual VT8.154.000 RE. "Corporation" Roskhimzashita" JSC. (In Russ.).
6. Cooper J.B. & Taqueti V.R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad. Med. Journal*, 2008, Vol. 84, pp. 563–570.
7. Yip D.Y. An improved model for demonstrating the mechanism of breathing. *Am. Biol. Teach.*, 1998, Vol. 60, pp. 528-530.
8. Won M., Yoon H. & Treagust D.F. Students' learning strategies with multiple representations: Explanations of the human breathing mechanism. *Science Education*, 2014, Vol. 98, pp. 840-86.
9. Krueger-Ziolek S., Knoebel C., Schranz C. & Moeller K. Combination of engineering and medical education using an active mechanical lung simulator / IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.), 2013, pp. 542-543.
10. Bates H.T. Mechanical properties of the lung / Comparative Biology of the Normal Lung, 2nd ed. Elsevier, Inc., 2015, pp. 289–304.

For citation

Babkov V.S., Kosterenko V.N. & Putin S.B. Research of breathing in a mine self-rescuer with repeated interruptions. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 17-22. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-17-22.

Paper info

Received August 10, 2020
 Reviewed September 22, 2020
 Accepted November 11, 2020

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



**ЕВРАЗ приобрел для шахты
 «Усковская» новую добычную технику**

11 ноября 2020 г. – Горняки шахты «Усковская» Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗа) осваивают новый механизированный комплекс. Он будет использоваться для отработки угольного пласта 48.

Сегодня в выемочном участке 48-08 монтируют очистное оборудование: 174 секции крепи, комбайн, лавный конвейер, перегружатель и дробилку. Техника изготовлена специально для горно-геологических условий предприятия и предназначена для отработки пластов мощностью до 4 м.

Механизированный комплекс планируется запустить в работу в первой декаде декабря. Добыча в новом выемочном участке позволит горнякам выполнить годовую производственную программу.

Пласт 48-го участка «Усковский-2» – перспективное месторождение с запасами около 167 млн т коксующегося угля марки «ГЖ». По прогнозам этого хватит на 25 лет стабильной работы предприятия. На освоение участка компания направила более 6 млрд руб.

После обогащения на ЦОФ «Кузнецкая» и «Абашевская» уголь шахты «Усковская» отгружается на металлургические предприятия ЕВРАЗа. Также он пользуется спросом у потребителей в Польше, Словакии, Венгрии и в Китае.



Безопасность – превыше всего: в ММТП внедряют современные подходы к производственной безопасности

«Риск-ориентированный подход к производственной деятельности» – так называется новый механизм выполнения требований политики в области охраны труда и промышленной безопасности, который внедряется в АО «Мурманский морской торговый порт». Как рассказал директор по охране труда, пожарной и промышленной безопасности АО «ММТП» **Алексей Дегтярев**, в его основе лежит принцип безусловной приоритетности безопасности. При этом любая производственная задача, прежде всего, рассматривается именно с этой точки зрения.

«Обеспечение производственной безопасности – это первостепенная задача для руководителей всех уровней. Мы не останавливаемся на достигнутом и постоянно улучшаем систему управления охраной труда в акционерном обществе. Риск-ориентированный подход – это еще один шаг вперед в проводимой работе», – сказал **А. Дегтярев**.

Отметим, что перед его внедрением была проведена большая комплексная работа по оценке профессиональных рисков на рабочих местах. В ней принимали участие специалисты всех подразделений АО «ММТП» и сотрудники дирекции по охране труда, пожарной и промышлен-



ной безопасности. Она позволила всесторонне оценить возможные риски на рабочих местах и выработать меры по их снижению. При этом анализ проводился за более чем десятилетний период. По итогам этой работы был сформирован сводный реестр по каждой профессии, на основе которого разработаны мероприятия, направленные на снижение потенциальных рисков.

«Работа по оценке рисков – это не разовое мероприятие, а качественно новый подход к управлению системой охраны труда на предприятии. Мероприятия по снижению рисков являются обязательными для выполнения», – подчеркнул **А. Дегтярев**.

АО «Мурманский морской торговый порт» – крупнейшая стивидорная компания в Арктической зоне Российской Федерации. Она обеспечивает круглогодичное сообщение с важнейшими логистическими центрами во всем мире. В 2019 г. порт обработал свыше 17,5 млн т различных грузов. АО «ММТП» является социально ответственным предприятием: внедряет наилучшие доступные технологии в сфере транспортной логистики и экологии, принимает активное участие в поддержке и реализации общественно важных проектов.

Обоснование параметров технологических систем угольных шахт с учетом рисков

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-24-30>



БЕЛЯЕВ В.В.

Канд. техн. наук,
начальник производственного отдела
ООО «Сибниуглеобогащение»,
115054, г. Москва, Россия,
e-mail: BeliaevVVia@suek.ru



АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор
кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСУС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmtu-prpt@yandex.ru

Рассмотрена процедура обоснования параметров высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт на базе технологий нечеткого вывода (интеграции методов теории нечетких множеств и аппарата лингвистических переменных), что позволяет минимизировать роль фактора неопределенности исходной горно-геологической, горнотехнической и маркетинговой информации с целью повышения обоснованности и адекватности основных проектных решений.

Ключевые слова: угольная шахта, функциональная структура, неопределенность, риск, технологическая система, нечетко-множественный подход, лингвистическая переменная.

Для цитирования: Беляев В.В., Агафонов В.В. Обоснование параметров технологических систем угольных шахт с учетом рисков // Уголь. 2020. № 12. С. 24-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-24-30.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях проектирования технологических систем угольных шахт во многих случаях принятие основных проектных решений происходит в таких условиях, когда цели, ограничения и последствия их реализации точно неизвестны, при этом следует отметить, что по-

пытка учета даже основных факторов, влияющих на принятие решения, зачастую приводит к появлению довольно громоздких моделей разного рода, сложных для понимания и соответствующей интерпретации. Отсюда со всей очевидностью возникает необходимость пересмотра основных методологических аспектов проектирования горнотехнических систем и необходимость в простом, наглядном подходе к обоснованию основных проектных решений технологических систем угольных шахт и обоснованию их параметров, который позволял бы с достаточно большой достоверностью и надежностью дать общую, пусть даже наиболее приближенную оценку их реализации в современных сложившихся рыночных условиях [1].

Термин «проект угольной шахты» в этом случае понимается как комплекс действий (работ, услуг, приобретений, управленческих операций и решений), направленных на достижение определенной цели (добычи определенного объема угля за соответствующий промежуток времени с определенной себестоимостью, трудоемкостью и производительностью труда при соблюдении определенного уровня промышленно-экологической безопасности), причем окончательный вариант проекта принимается с помощью решающего правила из нескольких альтернативных на базе проектного анализа.

Под проектным анализом понимается системное исследование проекта, комплексно изучающее взаимосвязанные процессы вложения ресурсов и получения конечных результатов, и проведение соответствующих обоснований целесообразности использования в данном проекте угольной шахты определенных пространственно-планировочных решений и технико-технологических аспектов.

ПРОЦЕДУРА ОБОСНОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ И ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

При обосновании проектных решений технологических систем угольных шахт в последнее время важное место отводится технологиям нечеткого вывода, формирования и построения экспертных систем, минимизирующих неопределенность исходной информации, когда не имеется в достаточном объеме информации, характеризующей проект в целом, а вероятностные распределения, описывающие параметры проекта, неизвестны [2, 3, 4, 5, 6].

При этом к основным задачам, которые приходится в той или иной мере решать в рамках обоснования основных проектных решений технологических систем угольных шахт, с полным основанием можно отнести следующие:

- оценка принципиальной реализуемости проектных решений, то есть проверка в их рамках всех необходимых ограничений технологического, технического, экономического и экологического характера;
- оценка соответствия проектных решений общей стратегии проекта, в рамках которого они реализуются;
- оценка абсолютной экономической эффективности проектных решений;
- оценка сравнительной эффективности группы проектных решений, то есть выяснение того, какое из конкурирующих (альтернативных) проектных решений более эффективно.

В конечном итоге, анализ проектных решений на основе теории нечетких множеств позволяет не только определить превалирующее отношение к имеющимся потенциально реализуемым проектным решениям, но и осуществлять их корректировку, создавать в конкретной исходной проектной обстановке их эффективные комбинации.

Традиционно при обосновании проектных решений технологических систем угольных шахт используются методы теории вероятностей, математической статистики, эконометрики, линейного, динамического и имитационного моделирования, теории принятия сложных решений, теории игр и другое, однако в реальных, быстро меняющихся горно-геологических, горнотехнических, экономических и финансовых условиях применение этих методов затруднено, а зачастую и невозможно в силу сложности построения многокритериальных моделей, а также невозможности определения распределений известных параметров проектных решений.

В связи с вышеизложенным применение и использование приближенных методов теории нечетких множеств и аппарата лингвистических переменных представляются весьма перспективными.

Нечетко-множественные переменные модели используют семантику предметной области [7]. Неопределенность в нечеткой переменной может быть использована в процессе логического вывода, что дает более надежные и полные решения. Изложенные идеи уже хорошо описаны терминами «отпечаток неопределенности» или «размытость» – новые понятия были вве-

дены Менделем и Лингом (Mendel и Liang), которые заключались в описании нечеткого множества второго типа посредством нижней и верхней функций принадлежности. Интервал между этими двумя функциями представляет собой отпечаток неопределенности (footprint of uncertainty, FOU), который и является главной характеристикой нечеткого множества второго порядка. Графически функция принадлежности второго типа и отпечаток неопределенности представлены на *рис. 1*.

Общая схема понижения типа и дефаззификации представлена на *рис. 2*.

Процедура дефаззификации необходима при использовании нечеткой логики в компьютерных приложениях для наглядной интерпретации и корректной последующей обработки результатов. Для сравнения и оценки альтернатив необходимо вычислить точечные значения. Для этого воспользуемся алгоритмом Карника – Менделя:

$$y_i = \min_{\forall \theta_i \in [LMF(\tilde{B}[y_i]), UMF(\tilde{B}[y_i])]} \sum_{i=1}^N y_i \theta_i / \sum_{i=1}^N \theta_i; \quad (1)$$

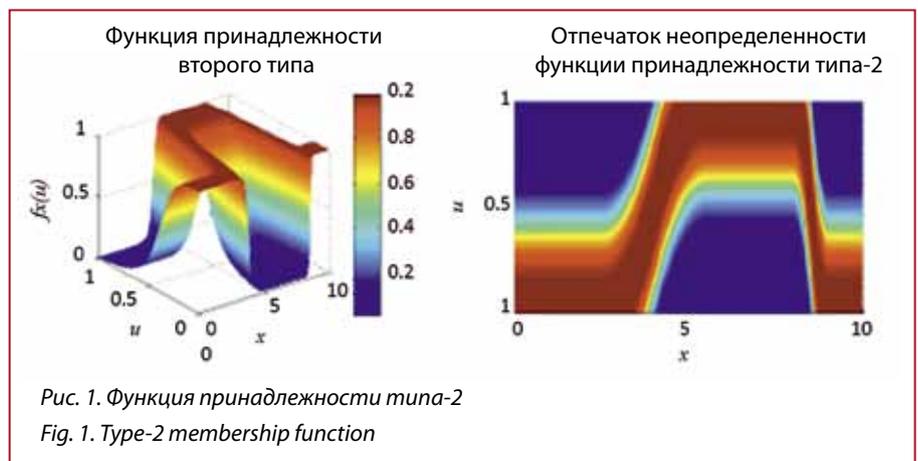


Рис. 1. Функция принадлежности типа-2
Fig. 1. Type-2 membership function

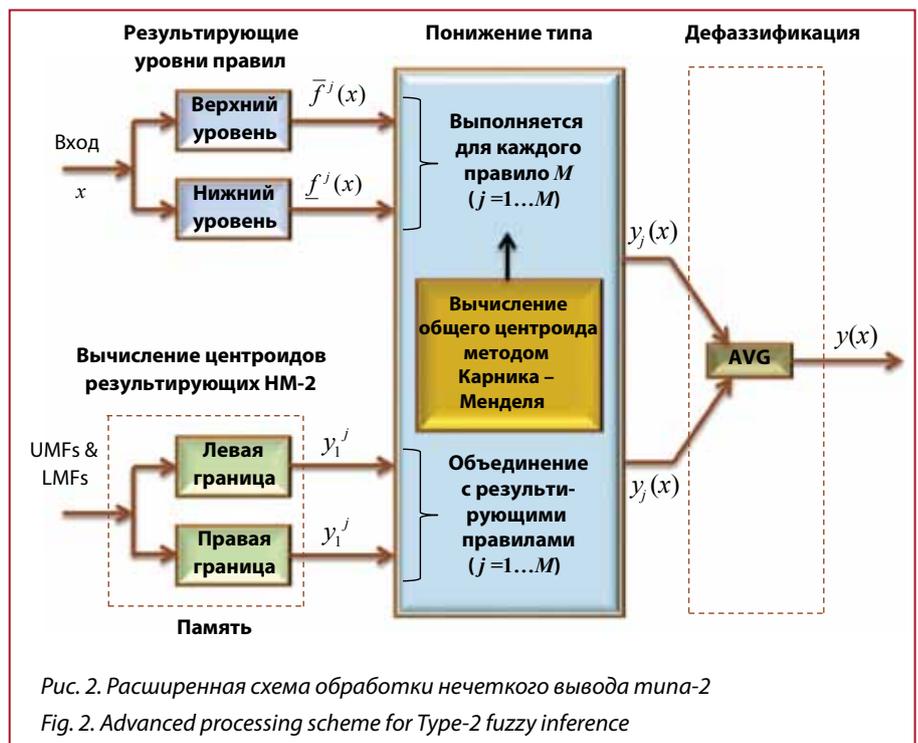


Рис. 2. Расширенная схема обработки нечеткого вывода типа-2
Fig. 2. Advanced processing scheme for Type-2 fuzzy inference

$$y_r = \max_{\forall \theta_i \in [LMF(\tilde{B}_{[y_i]}), UMF(\tilde{B}_{[y_i]})]} \sum_{i=1}^N y_i \theta_i / \sum_{i=1}^N \theta_i \quad (2)$$

В пределе, при дискретизации u и y стремящимися к нулю $L \rightarrow y_l, R \rightarrow y_r$.

Окончательная точечная оценка в соответствии с алгоритмом центра тяжести (центроида), происходит по следующей формуле:

$$y_{\cos} = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (3)$$

Для апробации разработанных методических положений и достижения сформулированной цели была проведена проверка работоспособности предложенной методики обоснования основных проектных решений технологических систем угольных шахт и их параметров применительно к реальному объекту исследований – Чертандинскому каменноугольному месторождению.

В соответствии с приведенными методическими положениями и разработанным ранее алгоритмом определяются основные параметры подсистем нечеткого вывода первого уровня.

При декомпозиции технологической системы были определены четыре основных подсистемы – «Способ отработки запасов месторождения», «Технологическая структура отработки запасов», «Вскрытие шахтных полей», «Подготовка и отработка запасов шахтных и выемочных полей» и два дополнительных уровня – «Основное горношахтное оборудование», «Технологический комплекс поверхности».

Необходимая база знаний представляется нечеткими продукциями, основанными на существующих нормативно-технических и технологических проектных документах. Форма правил базируется на использовании стандартных конструкций.

Для всех подсистем устанавливаются следующие характеристики нечеткого вывода:

- в качестве метода логической конъюнкции принят метод минимального значения;
- в качестве метода вывода заключения принят метод минимального значения;
- в качестве метода агрегирования принят метод максимального значения;
- в качестве метода введения нечеткости принят метод центра тяжести для дискретного множества.

В качестве превалирующей функции принадлежности в большинстве случаев используется треугольная.

Основные исходные горно-геологические и горнотехнические параметры и характеристики, являющиеся входными лингвистическими переменными для Чертандинского каменноугольного месторождения, представлены в табл. 1.

В результате реализации программного обеспечения Fuzzy Logic Toolbox системы математического моделирования MATLAB [8, 9] и выполнения всех операций, являющихся составной частью алгоритма нечеткого вывода, на выходе подсистем имеем следующие выходные характеристики (лингвистические переменные):

- по подсистеме «Способ отработки запасов месторождения» – два варианта:
 - подземный и совместный (комбинированный) открыто-подземный;

- по подсистеме «Технологическая структура отработки запасов» – один вариант: шахта – лава;
- по подсистеме «Вскрытие шахтных полей»:
 - расположение главных вскрывающих выработок – два варианта: центральное или центрально-отнесенное;
 - число подъемных (транспортных) горизонтов – один вариант: одногоризонтное вскрытие;
 - тип главных вскрывающих выработок – два варианта: наклонные стволы и один наклонный и вертикальные стволы;
 - тип вспомогательных вскрывающих выработок – один вариант: без вспомогательных вскрывающих выработок;
- по подсистеме «Подготовка и отработка запасов шахтных и выемочных полей»:
 - схема подготовки запасов – один вариант: панельная подготовка;
 - тип системы подготовительных выработок на транспортном горизонте в зависимости от числа разрабатываемых пластов – один вариант: индивидуальная подготовка;
 - расположение подготовительных выработок относительно пласта – один вариант: пластовая подготовка;
 - проведение подготовительных выработок по отношению к движению очистного забоя – один вариант: столбовая система разработки;
 - длина очистного забоя – один вариант: длиннозабойная система разработки;
 - направление движения очистного забоя – один вариант: по простиранию.

В результате синтеза на выходе второго уровня системы получаются четыре альтернативы проектных решений технологической системы. На выходе подсистемы «Подготовка и отработка запасов шахтных и выемочных полей» реализуется лишь по одному варианту, то есть все характеристики аналогичны по всем четырем альтернативам проектных решений. Схема подготовки – панельная, способ подготовки – индивидуальный, пластовый, система разработки – столбовая, длинными забоями по простиранию.

Различие в четырех вариантах определяется лишь схемой вскрытия:

- одногоризонтная схема вскрытия наклонными стволами с центральным их расположением без вспомогательных вскрывающих выработок – «1»;

Таблица 1

Исходные горно-геологические и горнотехнические параметры и характеристики

Показатели	Значения
Угол залегания пластов, градус	5-10 (7)
Расстояние до верхней границы шахтного поля, м	30
Мощность пласта, м	3,36(14-1ос), 5,21(23ос), 5,43(12т)
Гипсометрия угольного пласта	Выдержанная
Глубина залегания, м	300
Число вскрываемых пластов, шт.	1(3)
Газообильность, м ³ /т	2,5
Размеры шахтного поля по падению, км	2,5
Размеры шахтного поля по простиранию, км	7.8
Водоприток, м ³ /ч	325

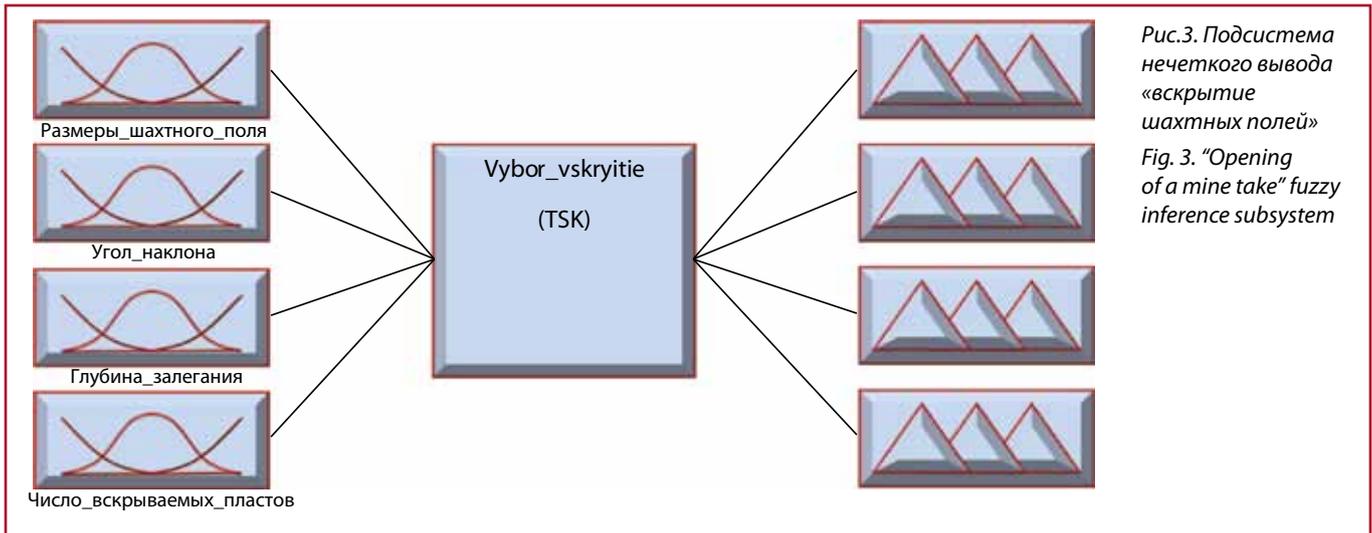


Рис.3. Подсистема нечеткого вывода «вскрытие шахтных полей»
Fig. 3. "Opening of a mine take" fuzzy inference subsystem

– одногоризонтная система вскрытия наклонными стволами с центрально-отнесенным их расположением без вспомогательных вскрывающих выработок – «2»;

– одногоризонтная, комбинированная система с центральным расположением стволов без вспомогательных вскрывающих выработок – «3»;

– одногоризонтная, комбинированная система с центрально-отнесенным расположением стволов без вспомогательных вскрывающих выработок – «4».

После формирования четырех альтернативных синтезированных вариантов проектных решений технологической системы была выполнена их многокритериальная оценка с использованием алгоритма Карника – Менделя. В качестве основных критериев оптимальности использовались: трудоемкость ведения горных работ, себестоимость добычи 1 т угля, объем проводимых горных выработок, производительность труда.

Анализ расчетных данных (табл. 2) показывает, что наиболее важным среди всех рассматриваемых критериев является «трудоемкость ведения горных работ».

Подсистема нечеткого вывода «Вскрытие шахтных полей» приведена на рис. 3.

Входные и выходные функции принадлежности подсистемы «Вскрытие шахтных полей» приведены на рис. 4.

В качестве первого критерия объективности проведенного экспертного опроса использовался коэффициент вариации оценок, данных i -му показателю, характеризующий степень согласованности экспертов. Чем меньше значение принимает коэффициент вариации, тем выше степень согласованности мнений экспертов.

Также использовался коэффициент конкордации, предложенный М. Кенделлом и Б. Смитом, который оценивает среднюю степень согласованности ответов всех опрошенных специалистов. Чем ниже коэффициент конкордации, тем менее согласованы мнения избранной группы экспертов.

Для оценки значимости конкордации был использован критерий Пирсона χ^2 с числом степеней свободы $n-1$. Показатели объективности проведенного экспертного опроса приведены в табл. 3.

По таблицам значений, приводимых в материалах по математической статистике, определяется ближайшее для данного числа степеней свободы χ^2 его табличное значение к определенному по формуле значению χ^2 . Получение статистически значимых коэффициентов конкордации свидетельствует о неслучайном совпадении мнений специалистов.

Для расчета чистого дисконтированного дохода по альтернативным вариантам вскрытия технологических систем была использована программа «Альт-Инвест» [10], при этом анализ проектных вариантов осуществлялся по трем основным направлениям:

- эффективность инвестиций (капитальных вложений);
- финансовая состоятельность проекта;
- риски осуществления проекта.

Методика расчетов, реализованная в «Альт-Инвест», соответствует рекомендациям ЮНИДО и других международных организаций. Оставаясь корректной с точки зрения международных стандартов, программа «Альт-Инвест» адаптирована к принятой в России системе налогообло-

Таблица 2

Расчетные данные

Критерии	K_1	K_2	K_3	K_4	Собственный вектор	Уровень важности
K_1	1	3	5	7	2,598	0,768
K_2	1/3	1	3	4	0,587	0,187
K_3	1/5	1/3	1	1,2	0,238	0,106
K_4	1/7	1/5	2	1,1	0,212	0,100

Примечание. K_1 – трудоемкость ведения горных работ; K_2 – себестоимость добычи 1 т угля; K_3 – объем проводимых горных выработок; K_4 – производительность труда.

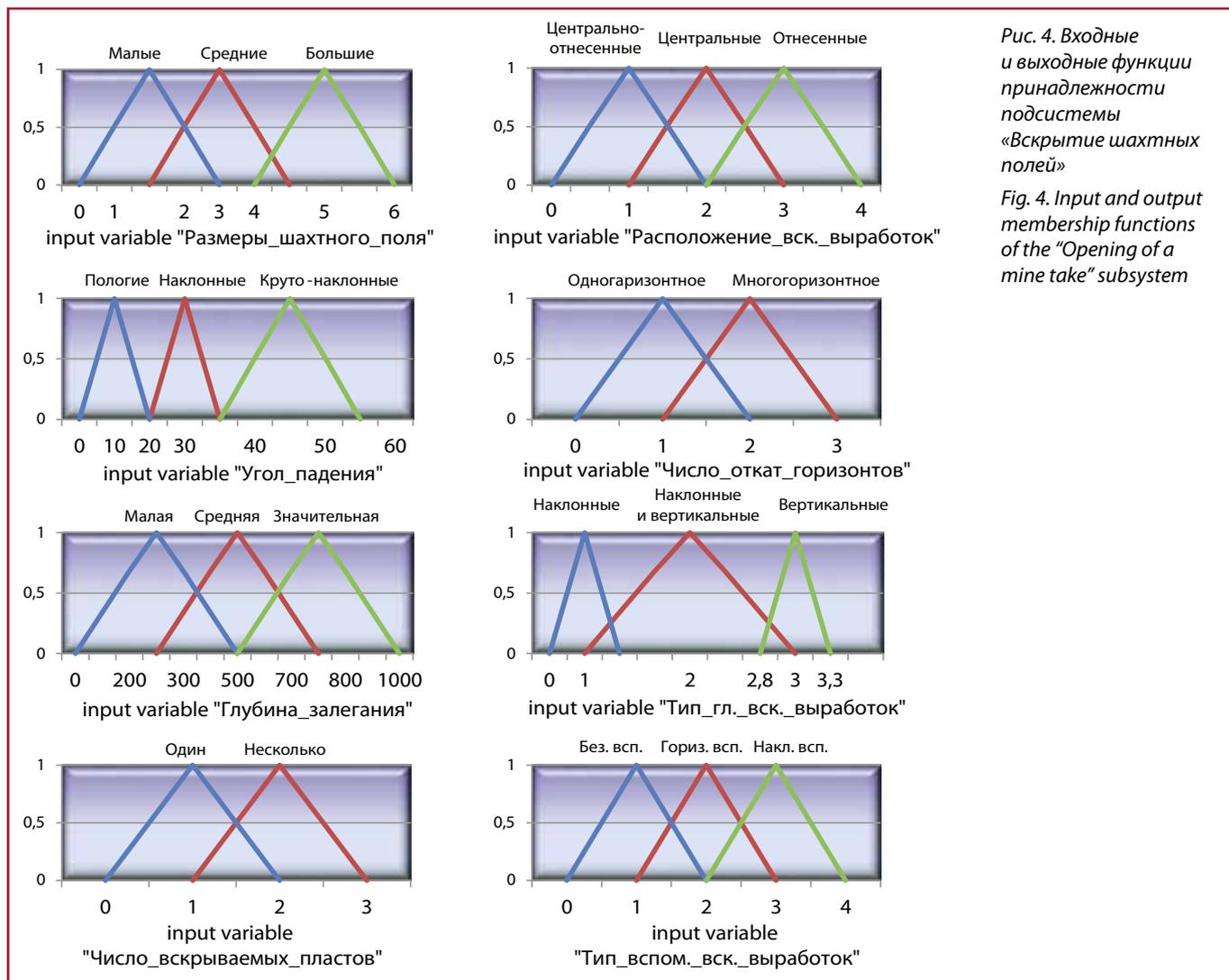


Рис. 4. Входные и выходные функции принадлежности подсистемы «Вскрытие шахтных полей»

Fig. 4. Input and output membership functions of the "Opening of a mine take" subsystem

Таблица 3

Результаты экспертных опросов

Показатели	Оценки значимости показателей, баллы			
	1 тур	2 тур	3 тур	Итоговая
Себестоимость добычи 1т угля	7,43	8,54	9,84	10,0
Производительность труда	3,27	3,99	4,79	5,0
Объем проводимых горных выработок	4,99	5,87	5,90	6,0
Трудоемкость ведения горных работ	12,02	12,21	12,85	13,0
Коэффициент вариации	0,311	0,108	0,06	–
Коэффициент конкордации	0,218	0,545	0,801	–
$\chi^2_{табл.}$	–	36,8		
$\chi^2_{расч.}$	53,8	98,3	94,8	–

Таблица 4

Ранжирование альтернативных вариантов

Вариант проектных решений технологической системы угольной шахты	Чистый дисконтированный доход, млн руб.	Ранг
1	350	1
2	410	2
3	460	3
4	520	4

жения, учета и формирования финансовых результатов. Программа реализована как файл формата MS Excel. Все необходимые элементы автоматизации находятся внутри этого файла и не требуют специальной инсталляции. Результатом расчета инвестиционного проекта становятся ряд стандартных отчетов, а также возможность использования специальных аналитических модулей программы для оценки рисков и сценарного анализа.

При реализации программного модуля Альт-Инвест в операционной среде Windows XP получены укрупненные численные значения ЧДД, которые позволили проранжировать альтернативные варианты технологических систем по экономической эффективности (табл. 4).

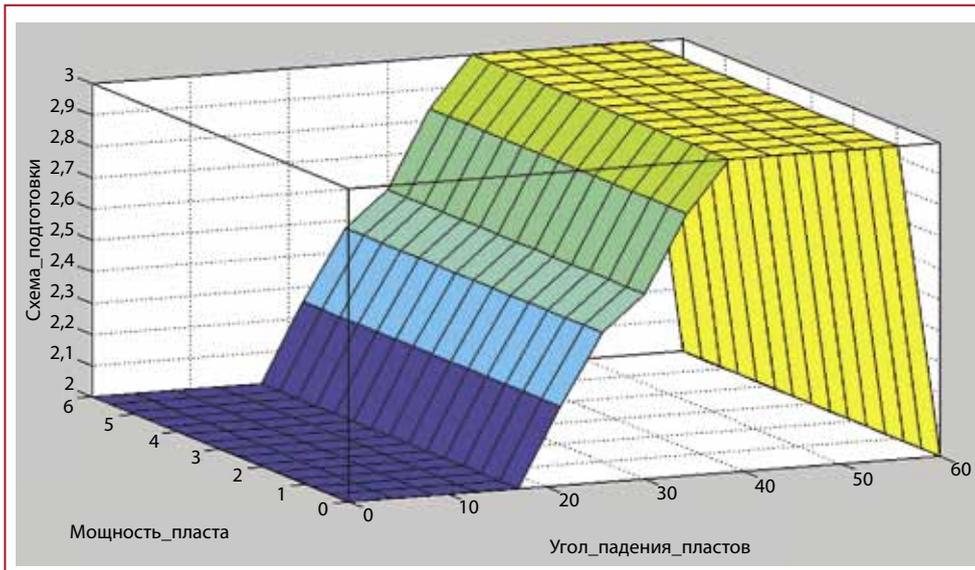


Рис. 5. Пример результатов вывода подсистемы «Подготовка» в Surface Viewer
Fig. 5. Example of output results of the "Development" subsystem in Surface Viewer

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После завершения синтеза основных проектных решений технологической системы шахты был проведен анализ результатов моделирования составляющих ее подсистем. Оценка итогов моделирования выполнялась с помощью программы просмотра правил нечеткого вывода «Rule viewer» и «Surface viewer» (рис. 5).

В результате анализа полученных данных было выявлено следующее:

существующее число правил (порядка 15), входящих в базу знаний каждой из подсистем нечеткого вывода, удовлетворяет поставленным в работе задачам. Однако в процессе моделирования небольшое число нечетких правил зачастую может приводить к достаточно однозначным выводам. Для получения более достоверного процесса вывода на выходах каждой из подсистем необходимо скорректировать число правил нечетких продукций в сторону увеличения. Это можно осуществить путем упрощения вида нечетких логических высказываний – уменьшения числа условий в каждом из правил нечетких продукций. Кроме этого, возможно, в будущих версиях системы MATLAB появится возможность изменять варианты сочетания логических операций (дизъюнкции, конъюнкции, импликация), что тоже значительно разнообразит возможности построения нечетких правил. Система же, существующая на данный момент позволяет создать лишь два варианта правил;

в рамках настоящей работы полностью не были учтены все связи между подсистемами, что привело бы к значительному усложнению процесса вывода. Это произошло из-за функционального лимита программного пакета моделирования, связанного с невозможностью создать общую базу знаний для всех подсистем. По этой причине для каждой из подсистем была создана своя база нечетких правил, в том числе и на втором уровне иерархии;

в графическом интерфейсе пользователя существует возможность назначать вес каждого правила. Данная функция полезна для корректного ранжирования правил нечетких продукций. Однако фактически данная функция может использоваться лишь в алгоритме Sugeno, который, в отличие от алгоритма Mamdani, не представля-

ется возможным использовать для решения поставленных в работе задач.

В 2010 г. институтом Гипроуголь и ООО «Проект-Сервис» выполнены отдельные проработки комплексной (совместной) отработки открыто-подземным способом запасов Чертандинского каменноугольного месторождения (Северного и Южного участков).

Основные проектные технологические решения выглядят следующим образом:

- способ отработки запасов Чертандинского каменноугольного месторождения – совместный (комбинированный) открыто-подземный;
- технологическая структура отработки запасов – шахта – пласт;
- схема вскрытия – наклонными стволами;
- расположение главных вскрывающих выработок – центральное;
- число подъемных (транспортных) горизонтов – один;
- схема подготовки запасов шахтного поля – панельная;
- тип системы подготовительных выработок на транспортном горизонте в зависимости от числа разрабатываемых пластов – индивидуальная подготовка;
- расположение подготовительных выработок относительно пласта – пластовая подготовка;
- проведение подготовительных выработок по отношению к движению очистного забоя – столбовая система разработки;
- длина очистного забоя – длиннозабойная система разработки;
- направление движения очистного забоя – по простиранию.

ВЫВОДЫ

Анализ результатов моделирования технологической системы отработки запасов Чертандинского каменноугольного месторождения с использованием теории нечетких множеств и результатов реального проектирования подтверждает высокую сходимость результирующих данных, а реальное использование разработанных рекомендаций позволит проектным организациям и угледобывающим предприятиям минимизировать роль факто-

ра неопределенности исходной горно-геологической, горнотехнической и маркетинговой информации с целью повышения обоснованности и адекватности основных проектных решений.

Список литературы

1. Агафонов В.В. Разработка математической модели выбора вариантов технологических схем угольных шахт / Научно-методическое обеспечение формирования проектных, технологических и организационных механизмов эффективного функционирования угольных шахт. Сборник научных трудов. М.: МГГУ, 2012. С. 56-59.
2. Castro J.R., Castillo O., Martínez L.G. Interval Type-2 Fuzzy Logic Toolbox // *Engineering Letters*. 2007. Vol. 15. P. 89-98. URL: https://www.researchgate.net/publication/241974436_Interval_Type2_Fuzzy_Logic_Toolbox (дата обращения: 15.11.2020).
3. Karnik N.N., Mendel J.M. Operations on type-2 fuzzy sets // *Fuzzy Sets and Systems*. 2001. Vol. 122. P. 327-348. URL: <http://sipi.usc.edu/~mendel/publications/Karnik%26Mendel%20FSS%202001.pdf> (дата обращения: 15.11.2020).

4. Kayacan E. Contributions to Type-2 Fuzzy Sets // *Theory and Applications in Control Engineering and Robotics*. 2009. Vol. 10.

5. Novel Algorithm for Tuning of the Type-2 Fuzzy System / First Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 29-31 august 2007.

6. New Type-2 Rule Ranking Indices for Designing Parsimonious Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems / Shang-Ming Zhou, Robert John, Francisco Chiclana, Jonathan M. Garibaldi / *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ_IEEE2007)*. UK, London, 23-26 July 2007. P. 853-858.

7. Чернов В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 255 с.

8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB fuzzy TECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.

10. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности (теория ожидаемого эффекта). М.: Наука, 2002.

Original Paper

UDC 622.013.3:517.11.001.57 © V.V. Belyaev, V.V. Agafonov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 24-30
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-24-30>

Title

JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR COAL MINE TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH RISK ACCOUNT

Authors

Belyaev V.V.¹, Agafonov V.V.²

¹"Sibniuglebogashchenie" LLC, Moscow, 115054, Russian Federation

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

Authors' Information

Belyaev V.V., PhD (Engineering), Head of production department, e-mail: BeliaevVVia@suek.ru

Agafonov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Abstract

The paper reviews a justification procedure for parameters of highly efficient and advanced technological systems in coal mines based on fuzzy inference technologies (integration of fuzzy sets theory and linguistic variable methods), which allows minimizing the role of uncertainty factor of the initial mining, geological, geotechnical and marketing information in order to improve the validity and relevance of the basic design solutions.

Keywords

Coal mine, Functional structure, Uncertainty, Risk, Technological system, Fuzzy sets theory, Linguistic variable.

References

1. Agafonov V.V. Development of mathematical model for selecting variants of technological schemes in coal mines / *Scientific and methodical support of formation of design, technological and organizational mechanisms for effective coal mine operation*. Collection of research papers. Moscow, MGGU Publ., 2012, pp. 56-59. (In Russ.).
2. Juan R. Castro, Oscar Castillo & Luis G. Martínez. Interval Type-2 Fuzzy Logic Toolbox. *Engineering Letters*, 2007, Vol. 15, pp. 89-98. Available at: https://www.researchgate.net/publication/241974436_Interval_Type2_Fuzzy_Logic_Toolbox (accessed 15.11.2020).
3. Nilesh N. Karnik & Jerry M. Mendel. Operations on type-2 fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 2001, Vol. 122, pp. 327-348. Available at: <http://sipi.usc.edu/~mendel/publications/Karnik%26Mendel%20FSS%202001.pdf> (accessed 15.11.2020).

<http://sipi.usc.edu/~mendel/publications/Karnik%26Mendel%20FSS%202001.pdf> (accessed 15.11.2020).

4. Erdal Kayacan. Contributions to Type-2 Fuzzy Sets. *Theory and Applications in Control Engineering and Robotics*, 2009, Vol. 10.

5. Novel Algorithm for Tuning of the Type-2 Fuzzy System. First Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 29-31 august 2007.

6. Shang-Ming Zhou, Robert John, Francisco Chiclana & Jonathan M. Garibaldi. New Type-2 Rule Ranking Indices for Designing Parsimonious Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ_IEEE2007)*. UK, London, 23-26 July 2007. pp. 853-858.

7. Chernov V.G. Models to support decision-making in investment activities based on fuzzy sets. Moscow, Goriachaya liniya – Telekom Publ., 2006, 255 p. (In Russ.).

8. Shtovba S.D. Design of fuzzy systems with MATLAB tools. Moscow, Goriachaya liniya – Telekom Publ., 2007, 288 p. (In Russ.).

9. Leonenkov A.V. Fuzzy modeling in MATLAB fuzzy TECH environment. St. Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2005, 736 p. (In Russ.).

10. Smolyak S.A. Investment project evaluation under risk and uncertainty (Expected Effect Theory). Moscow, Nauka Publ., 2002, (In Russ.).

For citation

Belyaev V.V. & Agafonov V.V. Justification of parameters for coal mine technological systems with risk account. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 24-30. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-12-24-30](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-24-30).

Paper info

Received July 14, 2020

Reviewed August 10, 2020

Accepted November 11, 2020

Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2020 года

ТАРАЗАНОВ И.Г.

Горный инженер,
чл.-корр. РАЭ,
заместитель главного редактора журнала «Уголь»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: ugol1925@mail.ru

ГУБАНОВ Д.А.

Начальник
отдела мониторинга угольной промышленности
ЦДУ ТЭК – филиала ФГБУ «РЭА»
Минэнерго России,
129110, г. Москва, Россия,
e-mail: info@cdu.ru

Добыча угля в России, млн т



Использованы данные (источники): ЦДУ ТЭК, Росстата, АО «Росинформуголь», Департамента угольной и торфяной промышленности Минэнерго России, пресс-релизы угольных компаний, литературные источники [1, 2, 3, 4, 5, 6].

На основе статистических, технико-экономических и производственных показателей представлен аналитический обзор итогов работы угольной промышленности России за январь-июнь 2020 г. Обзор сопровождается диаграммами, таблицами и обширными статистическими данными.

Ключевые слова: добыча угля, добыча коксующегося угля, экономика, переработка угля, рынок угля, отгрузка, экспорт и импорт угля.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-31-43>

Для цитирования: Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2020 года // Уголь. 2020. № 12. С. 31-43. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-31-43.

ВВЕДЕНИЕ

Россия является одним из мировых лидеров по производству и экспорту угля, она занимает шестое место по объемам угледобычи после Китая, США, Индии, Австралии и Индонезии (на долю России приходится около 5% мировой угледобычи) и третье место по экспорту угля после Индонезии и Австралии (на международном рынке на долю России приходится около 15%) [1, 2, 3].

Фонд действующих угледобывающих предприятий России по состоянию на 01.10.2020 насчитывает 175 предприятий (шахты – 58, разрезы – 117). Переработка угля в отрасли осуществляется на 64 обогатительных фабриках и установках, а также на имеющихся в составе большинства угольных компаний сортировках. В России уголь потребляется во всех субъектах Российской Федерации. Основные потребители угля на внутреннем рынке – это электростанции и коксохимические заводы. Из угледобывающих регионов самым мощным поставщиком угля является Кузнецкий бассейн – здесь производится более половины (56%) всего добываемого угля в стране и 71% углей коксующихся марок [4, 5, 6].

ДОБЫЧА УГЛЯ

По данным Росстата, добыча угля в России за январь-сентябрь 2020 г. составила 290,5 млн т. Она уменьшилась по сравнению с 9 мес. 2019 г. на 30,8 млн т, или на 9,6%.

По отчетным данным угледобывающих компаний, добыча угля в России за январь-сентябрь 2020 г. составила 293,2 млн т. Она уменьшилась по сравнению с 9 мес.

2019 г. на 30,3 млн т, или на 9,4%. Поквартальная добыча составила: в первом – 98,8 млн т; во втором – 96,1 млн т; в третьем – 98,3 млн т.

Подземным способом добыто 77,4 млн т угля (на 0,2 млн т, или на 0,3% меньше, чем годом ранее). Из них в первом квартале добыто 26,7 млн т, во втором – 25,4 млн т, в третьем – 25,3 млн т.

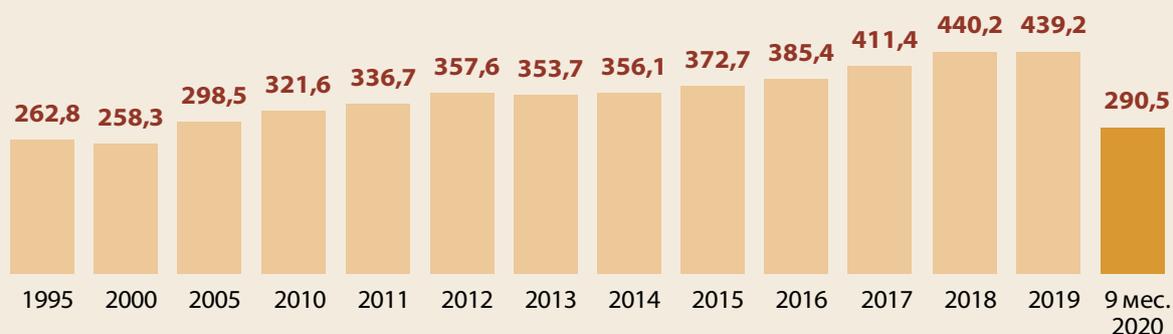
За январь-сентябрь 2020 г. проведено 277,8 км горных выработок (на 42 км, или на 13,2% ниже прошлогоднего уровня), в том числе вскрывающих и подготавливающих выработок – 228,9 км (на 12,7 км, или на 5,3% меньше, чем годом ранее). При этом уровень комбайновой проходки составляет 94% общего объема проведенных выработок.

Добыча угля открытым способом составила 215,8 млн т (на 30,1 млн т, или на 12,3% ниже уровня

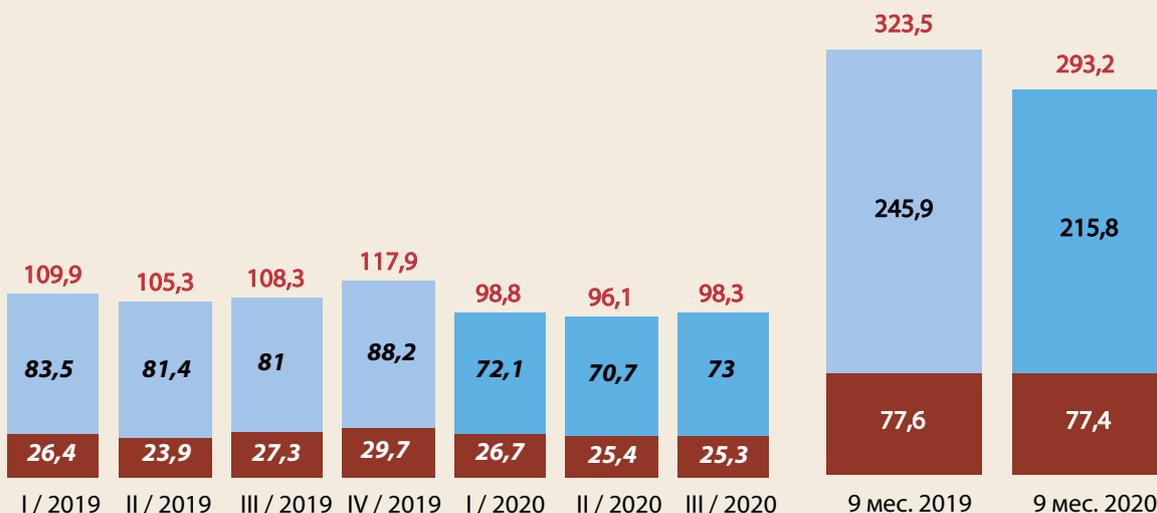
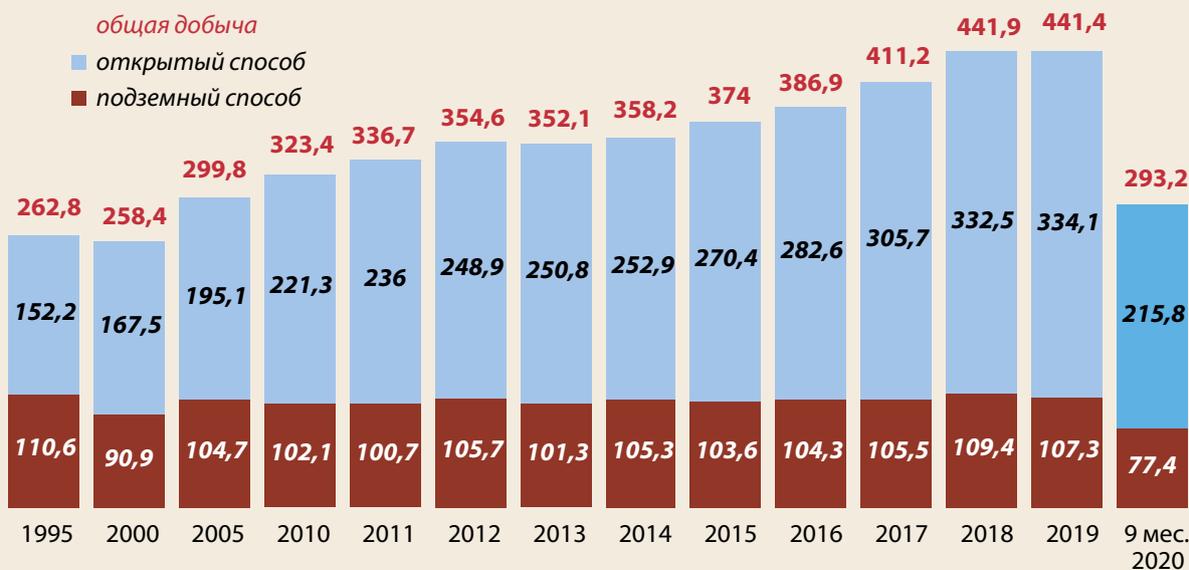
9 мес. 2019 г.). Из них в первом квартале добыто 72,1 млн т, во втором – 70,7 млн т, в третьем – 73 млн т. Объем вскрышных работ за январь-сентябрь 2020 г. составил 1 млрд 466 млн куб. м (на 278 млн куб. м, или на 16% ниже объема аналогичного периода 2019 г.).

Удельный вес открытого способа в общей добыче составил 73,6% (годом ранее было 76%).

Добыча угля в России (по данным Росстата), млн т



Добыча угля в России по способам добычи (по отчетным данным угледобывающих компаний), млн т



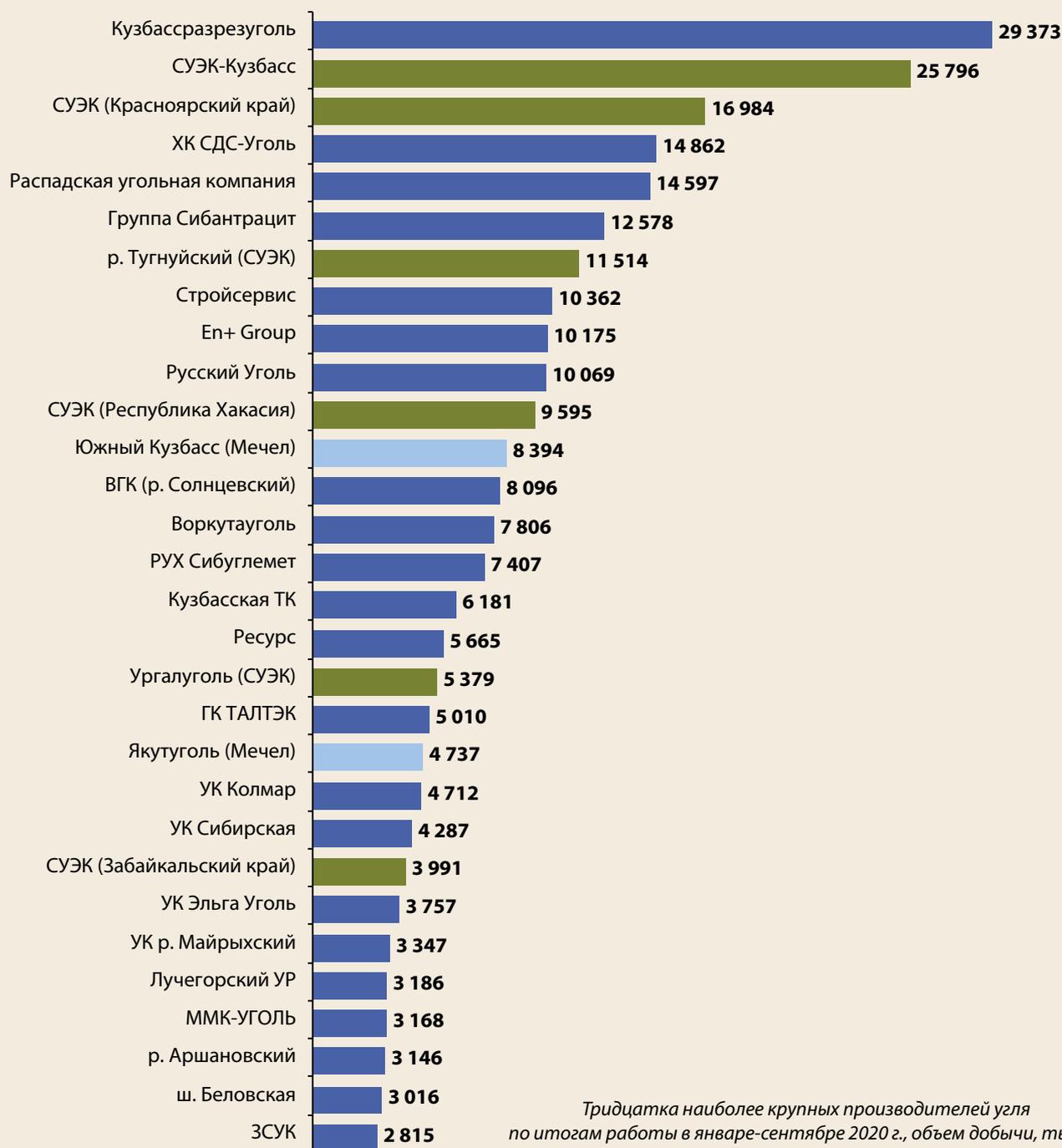
ДОБЫЧА УГЛЯ ПО ТЕРРИТОРИЯМ

В январе-сентябре 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года добыча угля увеличилась только в Печорском угольном бассейне – на 0,4 млн т, или на 5,4% (добыто 7,8 млн т). Снижение добычи угля отмечено в четырех основных угольных бассейнах: в Кузнецком – на 21,4 млн т, или на 11,6% (добыто 163,3 млн т); в Канско-Ачинском – на 6,2 млн т, или на 21,4% (добыто 22,6 млн т); в Южно-Якутском – на 0,6 млн т, или на 4,4% (добыто 13,5 млн т) и в Донецком – на 0,5 млн т, или на 10,7% (добыто 3,85 млн т).

В январе-сентябре 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года добыча угля возросла в двух из шести угледобывающих экономических районов России:

в Дальневосточном добыто 56,5 млн т (рост на 0,5%) и в Северо-Западном – 7,9 млн т (рост на 5,6%). В четырех угледобывающих экономических районах добыча угля снизилась: в Западно-Сибирском добыто 171,9 млн т (спад на 11,8%), в Восточно-Сибирском – 52,9 млн т (спад на 12,3%), в Южном – 3,85 млн т (спад на 10,7%) и в Центральном – 73 тыс. т (спад на 38,7%).

В целом по России объем угледобычи в январе-сентябре 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года снизился на 30,3 млн т, или на 9,4%. Основной вклад в добычу угля по Российской Федерации вносят Западно-Сибирский (58%) и Восточно-Сибирский (18%) экономические районы.



Лидеры – крупные системообразующие предприятия (компании) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2020	К уровню 9 мес. 2019, %
1. АО «СУЭК»	75 448	101,1
– АО «СУЭК-Кузбасс» (Кемеровская обл.)	25 796	121,9
– Филиал АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» (Красноярский край)	12 993	81,7
– АО «Разрез Березовский» (Красноярский край)	2 295	67,7
– АО «Разрез Назаровский» (Красноярский край)	1 633	63,4
– АО «Разрез Канский» (Красноярский край)	60	92,6
– АО «Разрез Сергульский» (Красноярский край)	3	9,7
– АО «Разрез Тугунуйский» (Республика Бурятия)	11 514	108,3
– Разрез «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» (Республика Хакасия)	6 511	102,0
– ООО «Восточно-Бейский разрез» (Республика Хакасия)	2 382	85,5
– АО «Разрез Изыхский» (Республика Хакасия)	702	66,6
– АО «Ургалуголь» (Хабаровский край)	5 379	133,5
– АО «Разрез Харанорский» (Забайкальский край)	2 894	103,5
– ООО «Разрез Восточный» (Забайкальский край)	962	97,2
– ООО «Арктические разработки» (Забайкальский край)	135	28,6
– ООО «Приморскуголь» (Приморский край)	2 189	93,0
2. АО «УК «Кузбассразрезуголь»	29 373	90,7
– Филиал «Талдинский угольный разрез»	6 936	81,5
– Филиал «Бачатский угольный разрез»	6 695	96,7
– Филиал «Краснобродский угольный разрез»	5 687	96,4
– Филиал «Моховский угольный разрез»	4 278	108,4
– Филиал «Кедровский угольный разрез»	2 980	77,5
– Филиал «Калтанский угольный разрез»	2 797	85,7
3. АО ХК «СДС-Уголь»	14 862	80,5
– АО «Черниговец»	4 540	91,1
– ООО «Шахтоуправление «Майское» (разрез «Первомайский»)	3 999	77,9
– ООО «Шахта Листвяжная»	3 383	87,9
– «Шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»)	1 477	98,9
– АО «Салек» (разрез «Восточный»)	1 463	48,5
4. ООО «ЕвразХолдинг»	14 649	72,6
– ООО «Распадская угольная компания» (ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» – 8 098 тыс. т, ПАО «Распадская – 6 499 тыс. т)	14 597	75,9
– ООО «УК «Межегейуголь»	52	5,6
5. ПАО «Мечел»	13 131	128,8
– ПАО «Южный Кузбасс»	8 394	149,6
– АО ХК «Якутуголь»	4 737	103,3
6. Группа «Сибантрацит»	12 578	70,5
– АО «Сибирский Антрацит»	4 273	82,4
– ООО «Разрез Восточный»	4 269	85,0
– ООО «Разрез Кийзасский»	4 036	52,8

Лидеры – крупные системообразующие предприятия (компании) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2020	К уровню 9 мес. 2019, %
7. АО «Стройсервис»	10 362	113,8
– ООО «Разрез «Березовский»	3 752	92,1
– ООО «Разрез «Пермяковский»	2 983	138,0
– ООО СП «Барзасское товарищество»	2 105	142,8
– ООО «Шахта № 12»	1 000	116,0
– АО разрез «Шестаки»	522	98,2
8. En+ Group	10 175	90,5
– ООО «Компания «Востсибуголь»	7 802	88,3
– Разрез «Ирбейский» (Компания «Востсибуголь»)	2 013	102,9
– ООО «Тувинская ГРК»	267	90,3
– ООО «Разрез Ныгдинский»	64	115,4
– ООО «Разрезуголь»	29	27,3
9. АО «Русский Уголь»	10 069	94,3
– АО «УК «Разрез Степной»	3 337	100,3
– АО «Амууголь»	2 296	98,3
– ОАО «Красноярсккрайуголь»	2 123	63,6
– ООО «Разрез Кирбинский»	1 398	166,2
– ООО «Саяно-Партизанский»	915	109,1
10. ООО «Восточная Горнорудная Компания»	8 096	119,4
– ООО «Разрез Солнцевский»	8 096	119,4
11. АО «Воркутауголь»	7 806	106,0
– Шахта «Воргашорская»	2 855	99,9
– Шахта «Воркутинская»	1 994	155,9
– Шахта «Заполярная»	1 737	133,6
– Шахта «Комсомольская»	1 013	64,2
– Разрез «Юньягинский»	207	58,9
12. РУХ «Сибуглемет»	7 407	82,7
– АО «Междуречье»	3 395	77,1
– АО «Угольная компания «Южная»	2 844	93,8
– АО «Шахта «Антоновская»	758	140,7
– АО «Шахта «Большевик»	410	41,8
13. ПАО «Кузбасская Топливная Компания»	6 181	53,5
– Разрез «Виноградовский»	6 181	53,5
14. ООО «Ресурс»	5 665	124,5
15. ГК ТАЛТЭК	5 010	90,6
– АО «Талтэк»	1 636	68,6
– АО «Поляны»	1 178	94,3
– АО УК «Северный Кузбасс»	1 130	115,4
– ООО «Разрез Талдинский-Западный»	711	125,3
– АО «Луговое»	355	100,8
16. ООО «УК «Колмар»	4 712	77,7
– АО «ГОК «Денисовский»	3 686	101,2
– АО «ГОК «Инаглинский»	1 026	42,4
17. АО «УК Сибирская»	4 287	134,7
– Шахта «Увальная»	4 287	134,7
18. ООО «УК «Эльга Уголь»	3 757	116,3
19. ООО «УК «Разрез Майрыхский»	3 347	108,3
20. АО «Лучегорский угольный разрез»	3 186	97,0

* Указанные компании суммарно обеспечивают 86% всего объема добычи угля в России.

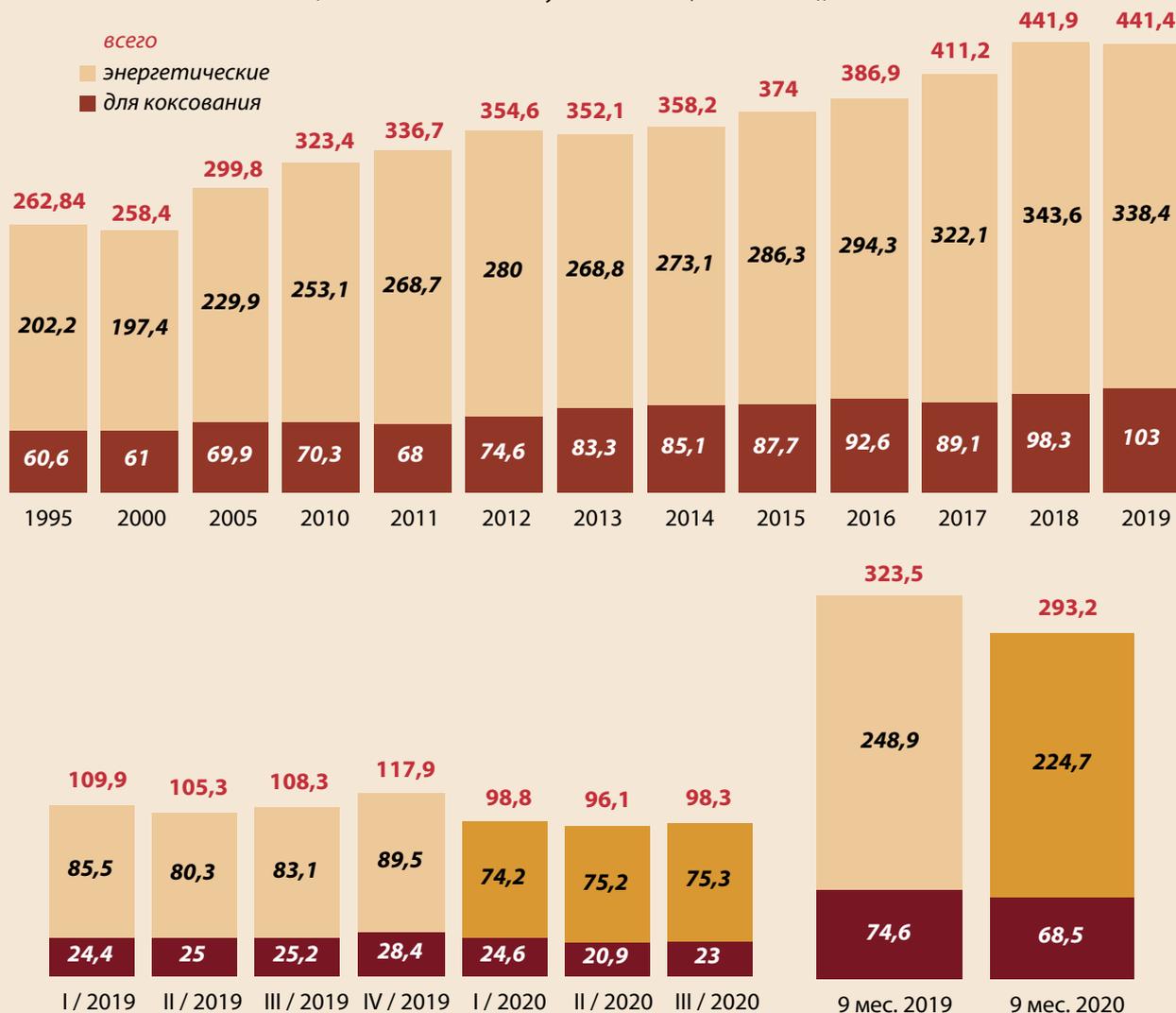
ДОБЫЧА УГЛЯ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

В январе-сентябре 2020 г. было добыто 68,5 млн т коксующегося угля, что на 6,1 млн т, или на 8,1% ниже уровня 9 мес. 2019 г. Из них в первом квартале добыто 24,6 млн т, во втором – 20,9 млн т, в третьем – 23 млн т коксующихся углей.

Доля углей для коксования в общей добыче составила только 23%. Основной объем добычи этих углей пришелся на предприятия Кузбасса – 71%. Здесь было добы-

то 49 млн т угля для коксования, что на 6,4 млн т меньше, чем годом ранее (спад на 11,6%). Добыча коксующегося угля в Республике Саха (Якутия) составила 11,6 млн т (9 мес. 2019 г. – 11,5 млн т, рост на 1%). В Печорском бассейне было добыто 7,8 млн т угля для коксования (годом ранее было 7,4 млн т, рост на 6%). В Забайкальском крае было добыто 112 тыс. т угля для коксования (9 мес. 2019 г. – 344 тыс. т, спад на 67%).

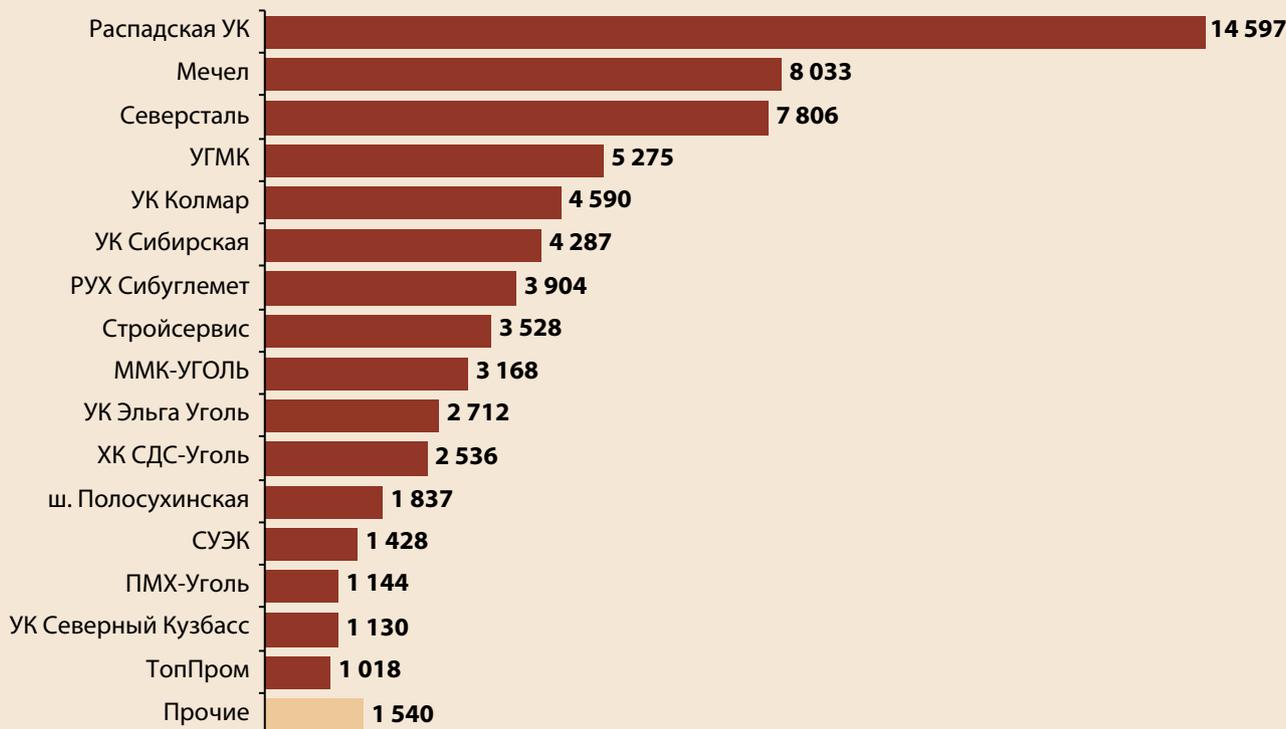
Добыча угля в России по видам углей (по отчетным данным угледобывающих компаний), млн т



По результатам работы в январе-сентябре 2020 г. наиболее крупными производителями угля для коксования являются: ООО «Распадская угольная компания» (14597 тыс. т, в том числе: ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» – 8098 тыс. т, ПАО «Распадская» – 6499 тыс. т); ПАО «Мечел» (8033 тыс. т, в том числе: АО ХК «Якутуголь» – 4325 тыс. т, ПАО «Южный Кузбасс» – 3708 тыс. т); ПАО «Северсталь» (АО «Воркутауголь» – 7806 тыс. т); АО «УК «Кузбассразрез-уголь» (5275 тыс. т); ООО «УК «Колмар» (4590 тыс. т, в том числе: АО «ГОК «Денисовский» – 3686 тыс. т, АО «ГОК «Инаглинский» – 904 тыс. т); АО УК «Сибирская» (4287 тыс. т);

РУХ «Сибуглемет» (3904 тыс. т, в том числе: АО «Междуречье» – 2736 тыс. т, АО «Шахта «Антоновская» – 758 тыс. т, АО «Шахта «Большевик» – 410 тыс. т); АО «Стройсервис» (3528 тыс. т, в том числе: ООО СП «Барзасское товарищество» – 1262 тыс. т, ООО «Разрез «Березовский» – 1071 тыс. т, ООО «Шахта № 12» – 879 тыс. т, АО разрез «Шестаки» – 316 тыс. т); ООО «ММК-УГОЛЬ» (3168 тыс. т); ООО «УК «Эльга Уголь» (2712 тыс. т); АО ХК «СДС-Уголь» (2536 тыс. т); АО «Шахта «Полосухинская» (1837 тыс. т); АО «СУЭК» (1428 тыс. т, в том числе: АО «СУЭК-Кузбасс» – 1316 тыс. т, ООО «Арктические разработки» – 112 тыс. т).

Российские производители коксующегося угля (добыча за январь-сентябрь 2020 г., тыс. т)
Всего добыто 68 533 тыс. т



ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Общий объем переработки угля в январе-сентябре 2020 г., с учетом переработки на установках механизированной породовыборки, составил 155,3 млн т (на 3 млн т, или на 2% ниже уровня аналогичного периода 2019 г.).

На обогатительных фабриках переработано 154,6 млн т (на 2,7 млн т, или на 1,7% меньше, чем годом ранее), в том числе для коксования – 77 млн т (на 2,5 млн т, или на 3,3% выше уровня января-сентября 2019 г.).

Выпуск концентрата составил 89,5 млн т (на 2,2 млн т, или на 2,5% больше, чем годом ранее), в том числе для коксо-

вания – 47,8 млн т (на 1,2 млн т, или на 2,5% выше уровня 9 мес. 2019 г.).

Выпуск углей крупных и средних классов составил 13,5 млн т (на 0,1 млн т, или на 0,7% больше, чем годом ранее), в том числе антрацитов – 1,8 млн т (на 0,2 млн т, или на 9,5% ниже уровня 9 мес. 2019 г.).

Дополнительно переработано на установках механизированной породовыборки 755 тыс. т угля (на 275 тыс. т, или на 26,7% ниже уровня января-сентября 2019 г.).

Переработка угля на обогатительных фабриках в январе-сентябре 2020 г., тыс. т

Бассейны, регионы	Всего			В том числе для коксования		
	9 мес. 2020	9 мес. 2019	к уровню 9 мес. 2019, %	9 мес. 2020	9 мес. 2019	к уровню 9 мес. 2019, %
Всего по России	154 565	157 283	98,3	76 988	74 516	103,3
Печорский бассейн	8 020	7 014	114,3	8 020	6 974	115,0
Донецкий бассейн	2 903	3 041	95,4	–	–	–
Новосибирская обл.	4 618	4 755	97,1	–	–	–
Кузнецкий бассейн	101 214	106 087	95,4	58 926	56 595	104,1
Республика Хакасия	9 700	9 180	105,7	–	–	–
Иркутская обл.	2 117	2 668	79,3	–	–	–
Забайкальский край	10 060	9 205	109,3	–	–	–
Республика Саха (Якутия)	10 042	10 947	91,7	10 042	10 947	91,7
Хабаровский край	5 672	4 045	140,2	–	–	–
Приморский край	219	341	64,2	–	–	–

Динамика обогащения угля на обогатительных фабриках России, млн т
Коксующийся уголь практически весь обогащается, а энергетический – только 26%.



ОТГРУЗКА УГЛЯ

Угледобывающие предприятия России в январе-сентябре 2020 г. отгрузили потребителям 262 млн т угля, что на 13,6 млн т, или на 5% меньше, чем за аналогичный период 2019 г.

Из всего отгруженного объема, по отчетным данным угледобывающих компаний, на экспорт отправлено 144,5 млн т. Это на 1,9 млн т, или на 1,3% ниже уровня января-сентября 2019 г.

На внутренний рынок, по отчетным данным угледобывающих компаний, отгружено 117,5 млн т. По сравнению с январем-сентябрем 2019 г. отгрузка на внутрироссийский рынок уменьшилась на 11,7 млн т, или на 9%.

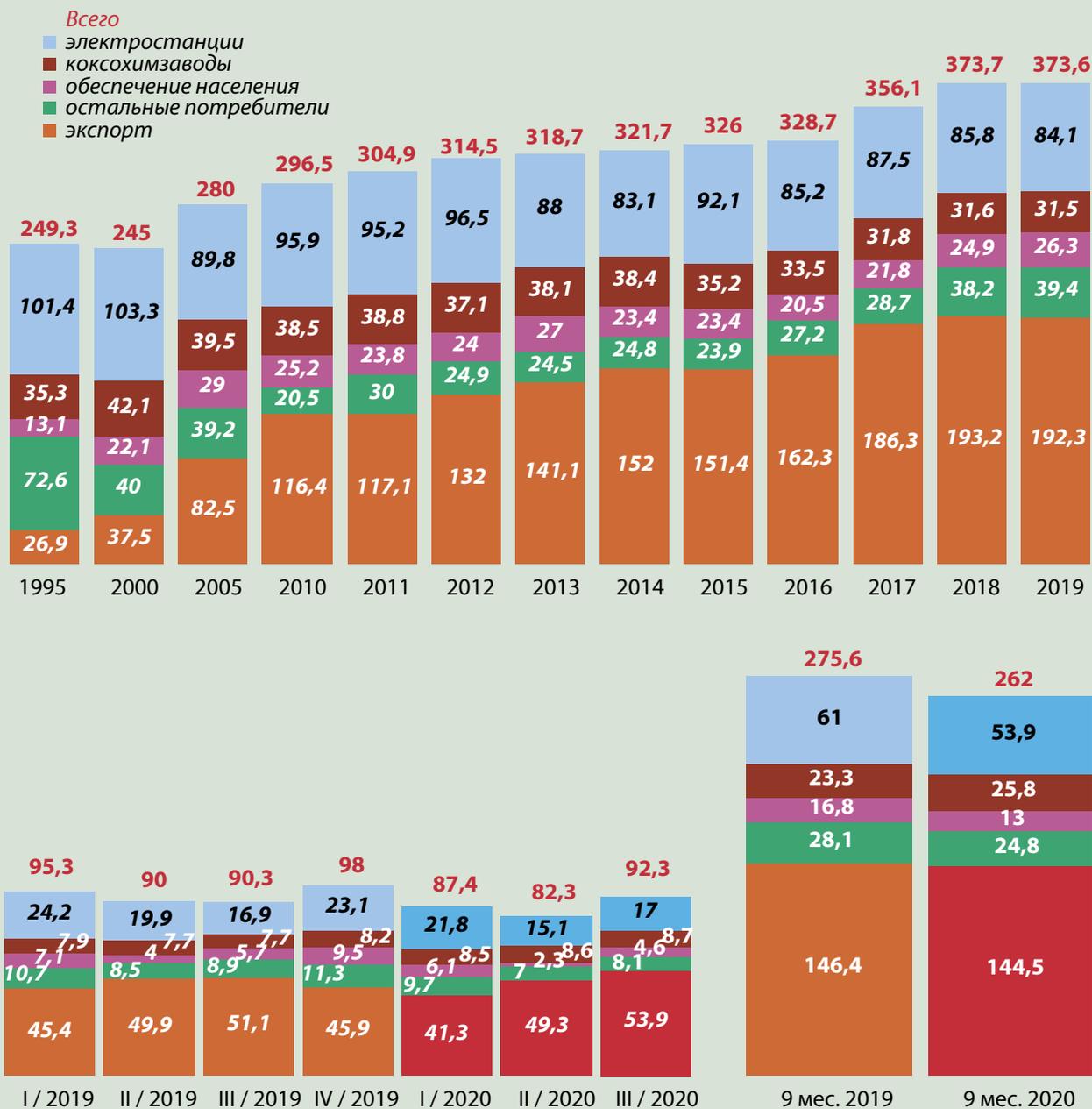
По основным направлениям отгрузка угля на внутри-российский рынок распределилась следующим образом:

- обеспечение электростанций – 53,9 млн т (уменьшилась на 7,1 млн т, или на 12% к уровню 9 мес. 2019 г.);
- нужды коксования – 25,8 млн т (увеличилась на 2,5 млн т, или на 11% к уровню января-сентября 2019 г.);
- обеспечение населения, коммунально-бытовые нужды, агропромышленный комплекс – 13 млн т (уменьшилась на 3,8 млн т, или на 23% к уровню 9 мес. 2019 г.);
- остальные потребители (нужды металлургии, энергетика, РАО «РЖД», Минобороны, Минюст, МВД, Минтранс, ФПС, атомная промышленность, Росрезерв, цементные заводы и др.) – 24,8 млн т (уменьшилась на 3,3 млн т, или на 12% к уровню января-сентября 2019 г.).

Отгрузка российских углей с учетом экспорта, по данным ФТС России, млн т



Отгрузка российских углей основным потребителям
(по отчетным данным угледобывающих компаний), млн т



ЗАВОЗ И ИМПОРТ УГЛЯ

Завоз и импорт угля в Россию в январе-сентябре 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом 2019 г. уменьшились на 0,8 млн т, или на 5% и составили 15,1 млн т.

Завозится и импортируется в основном энергетический уголь (поставлено 14,77 млн т) и немного коксующегося (0,33 млн т). Практически весь уголь завозится из Казахстана (поставлено 15 млн т).

С учетом завоза и импорта энергетического угля на российские электростанции отгружено 68,7 млн т угля

(на 7,7 млн т, или на 10% меньше уровня 9 мес. 2019 г.). С учетом завоза и импорта коксующегося угля на нужды коксования отгружено 26,2 млн т (на 2,3 млн т, или на 9,5% больше, чем годом ранее).

Всего на российский рынок в январе-сентябре 2020 г. отгружено с учетом завоза и импорта 132,6 млн т, что на 12,5 млн т, или на 9% меньше, чем годом ранее.

При этом доля завозимого (в том числе импортного) угля в отгрузках угля на российский рынок составляет 11%.

ЭКСПОРТ УГЛЯ

Объем экспорта российского угля в январе-сентябре 2020 г., по отчетным данным угледобывающих компаний, составил 144,5 млн т, по сравнению с аналогичным периодом 2019 г. он уменьшился на 1,9 млн т, или на 1,3%.

Экспорт составляет 55% в объемах отгрузки российского угля. Основная доля экспорта приходится на энергетические угли – 128,6 млн т (89% общего экспорта), доля коксующихся углей (15,9 млн т) в общем объеме экспорта составила 11%. Основным поставщи-

ком угля на экспорт является Сибирский ФО (отгружено 114,4 млн т, что составляет 79% общего экспорта), а среди экономических районов – Западно-Сибирский (отгружено 102,6 млн т, или 71% общего экспорта), в том числе доля Кузбасса – 65% общего экспорта (поставлено 93,5 млн т).

Из общего объема экспорта основной объем угля отгружался в страны дальнего зарубежья – 136,7 млн т (94,6% общего объема экспорта). В страны ближнего зарубежья поставлено 7,8 млн т (5,4% общего объема экспорта).

Динамика экспорта российского угля по видам углей, по отчетным данным угледобывающих компаний, млн т



В течение января-сентября 2020 г. прослеживался тренд падения мировых цен на энергетический уголь. Однако в сентябре, по сравнению с предыдущим месяцем, цены на энергетический уголь на мировых торговых площадках показали разнонаправленную динамику. Снижение цен отмечено на площадках Австралии (FOB Ньюкасл) на –0,8%, Турции (CIF Мраморное море, из Балтии) на –0,9%, Турции

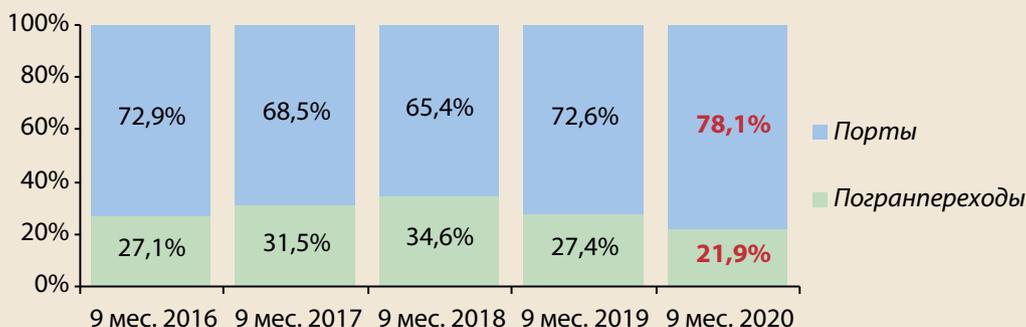
(CIF Мраморное море, из Черного моря) на –1,0%. Рост зафиксирован на площадках Европы (CIF АРА) на +5,5%, ЮАР (FOB Ричардс Бей) на +4,3%, Колумбии (FOB Боливар) на +7,2%.

Цена на коксующийся уголь на торговой площадке Австралии (FOB Квинсленд) выросла на +13,8%.

Экспортные цены на уголь, дол. США за тонну
(по данным Металл Эксперт)

Направления	2020									
	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	
Энергетический уголь										
FOB Рига	47,50	46,00	45,90	45,50	41,30	44,65	47,90	47,75	47,25	
FOB Восточный	68,00	67,00	66,40	65,00	57,10	57,50	55,90	54,50	53,87	
Австралия, FOB Ньюкасл	70,30	67,90	65,80	60,20	52,10	52,25	52,40	50,25	49,87	
ЮАР, FOB Ричардс Бей	88,10	82,30	64,80	56,50	53,10	55,40	55,20	55,75	58,13	
Европа, CIF АРА	51,80	49,10	48,90	46,30	42,00	46,85	50,60	50,25	53,00	
Турция, CIF Мраморное море, из Черного моря	66,80	65,30	64,80	64,00	59,90	60,50	62,60	61,88	61,25	
Турция, CIF Мраморное море, из Балтии	62,50	61,30	60,80	60,20	55,70	53,50	55,30	56,75	56,25	
Колумбия, FOB Боливар	49,90	48,00	47,60	49,00	44,00	45,40	46,30	46,63	50,00	
Антрацит (марки АК, АКО, АО)										
FOB Рига	172,50	166,00	166,30	167,00	165,40	160,50	161,80	162,00	162,12	
DAP Украина	166,00	172,50	166,90	165,00	153,50	136,25	125,50	122,50	127,50	
Твердый коксующийся уголь										
Австралия, FOB Квинсленд	149,10	154,40	158,60	128,30	112,30	110,1	111,50	104,25	118,60	
Кокс металлургический										
Китай, FOB	289,0	298,9	284,0	267,0	269,7	283,8	-	-	-	

Структура поставок российского угля
через порты и пограничные переходы в январе-сентябре 2016-2020 гг.



Общий объем вывезенного российского угля в январе-сентябре 2020 г., по данным ОАО «РЖД», составил 143,3 млн т. Это на 11,9 млн т, или на 8% меньше, чем годом ранее. Из всего вывезенного объема угля через морские порты отгружено 111,9 млн т (78,1% общего объема вывоза) и через пограничные переходы – 31,4 млн т (21,9%).

В России крупнейшими компаниями – экспортерами угля выступают: АО «СУЭК», АО «УК «Кузбассраз-

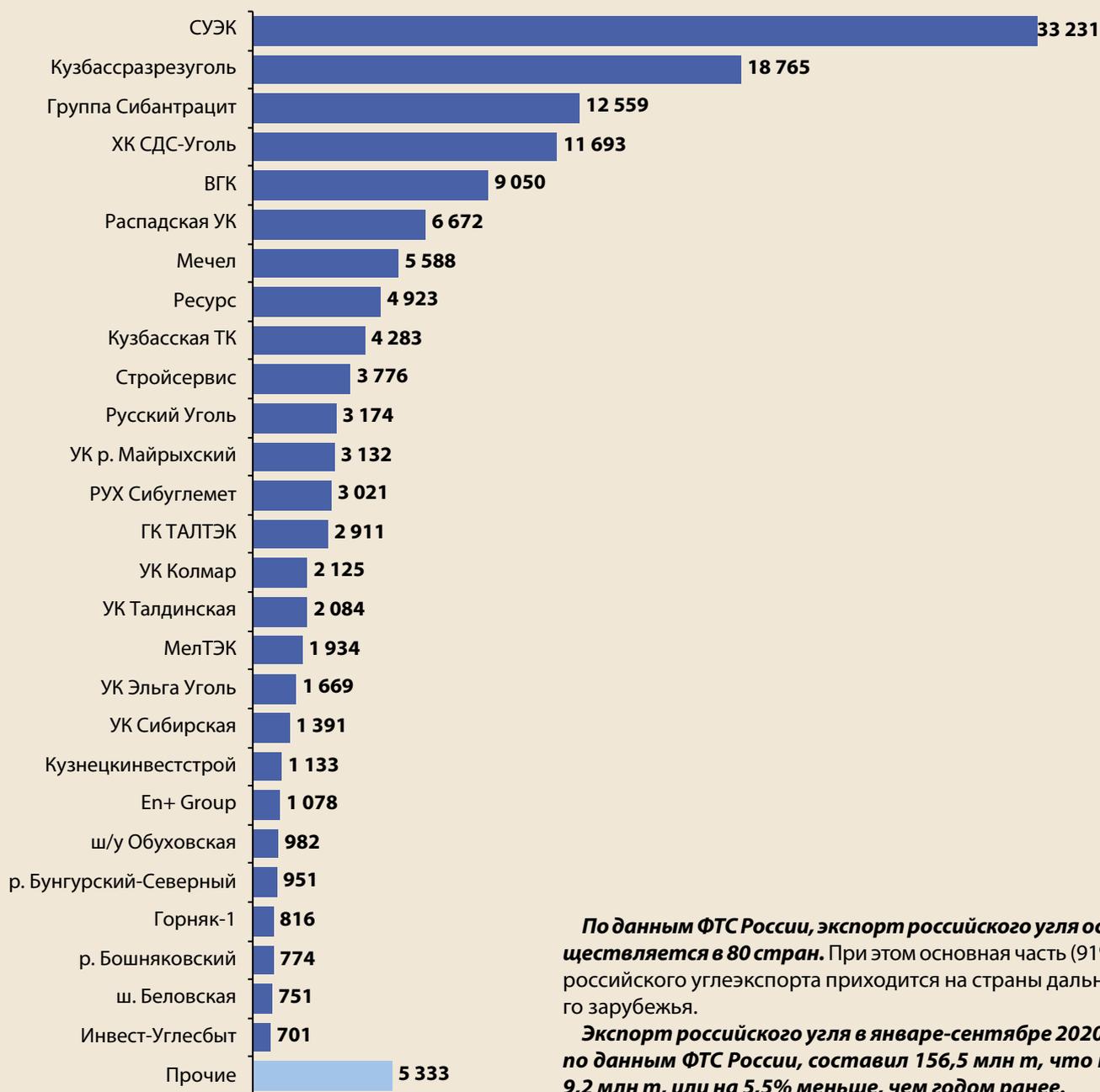
резуголь», Группа «Сибантрацит», АО ХК «СДС-Уголь», ООО «Восточная горнорудная компания», ООО «Распадская угольная компания», ПАО «Мечел», ООО «Ресурс», ПАО «Кузбасская Топливная Компания», АО «Стройсервис» и др. Основными поставщиками коксующихся углей на экспорт являются: АО ХК «Якутуголь» (ПАО «Мечел»), АО «СУЭК-Кузбасс», ООО «Распадская угольная компания» (ЕВРАЗ), АО «УК «Кузбассразрезуголь» (УГМК) и др.

Экспорт российского угля в январе-сентябре 2020 г., тыс. т

Крупнейшие экспортеры угля (по отчетным данным угледобывающих компаний)	9 мес. 2020	к 9 мес. 2019, %	Крупнейшие страны-импортеры (по данным ФТС России)	9 мес. 2020	к 9 мес. 2019, %
АО «СУЭК»	33 231	119,0	Китай	28 086	115,0
АО «УК «Кузбассразрезуголь»	18 765	88,6	Республика Корея	20 244	97,9
Группа «Сибантрацит»:	12 559	97,2	Япония	15 905	106,2
– АО «Сибирский Антрацит»	5 081	110,6	Турция	10 643	165,4
– ООО «Разрез Кийзасский»	3 471	63,9	Тайвань (Китай)	8 142	139,1
– ООО «Разрез Восточный»	4 007	138,2	Нидерланды	7 601	74,4
АО ХК «СДС-Уголь»	11 693	79,6	Германия	7 385	44,2
ООО «ВГК»	9 050	130,9	Польша	6 659	81,6
ООО «Распадская УК»	6 672	103,7	Украина*	6 510	73,6
ПАО «Мечел»:	5 588	104,3	Индия	6 218	106,4
– ПАО «Южный Кузбасс»	2 921	124,1	Вьетнам	5 906	130,6
– АО ХК «Якутуголь»	2 667	88,8	Марокко	5 423	189,9
ООО «Ресурс»	4 923	122,6	Малайзия	2 709	99,1
ПАО «Кузбасская ТК»	4 283	54,9	Израиль	2 301	98,4
АО «Стройсервис»	3 776	136,8	Италия	1 873	94,2
АО «Русский Уголь»	3 174	168,4	Бразилия	1 798	176,0
ООО «УК «Разрез Майрыхский»	3 132	114,9	Латвия	1 655	46,2
РУХ «Сибуглемет»	3 021	130,2	Франция	1 411	87,6
ГК ТАЛТЭК	2 911	133,5	Индонезия	1 160	153,7
ООО «УК «Колмар»	2 125	93,7	Испания	1 071	59,3
ООО «УК Талдинская»	2 084	77,1	Таиланд	1 028	120,9
ООО «МелТЭК»	1 934	87,3	Беларусь	979	34,0
ООО «УК «Эльга Уголь»	1 669	96,5	Финляндия	976	56,2
АО УК «Сибирская»	1 391	203,9	Великобритания	932	66,9
АО «Кузнецкинвестстрой»	1 133	107,8	Пакистан	905	1 631,5
En+ Group	1 078	76,5	Румыния	831	86,5
АО ш/у «Обуховская»	982	84,6	Гонконг	662	79,0
ООО «Разрез «Бунгурский-Северный»	951	77,0	Словакия	632	52,0
ООО «Горняк-1»	816	56,7	Дания	621	60,7
ЗАО «Шахта Беловская»	751	79,3	Бельгия	608	57,9

Примечание. *Украина – приведены данные по оценке АО «Росинформуголь».

Основные экспортеры российского угля за январь-сентябрь 2020 г., по отчетным данным угледобывающих компаний, тыс. т (всего экспортировано 144 500 тыс. т)



По данным ФТС России, экспорт российского угля осуществляется в 80 стран. При этом основная часть (91%) российского углеэкспорта приходится на страны дальнего зарубежья.

Экспорт российского угля в январе-сентябре 2020 г. по данным ФТС России, составил 156,5 млн т, что на 9,2 млн т, или на 5,5% меньше, чем годом ранее.

Динамика экспорта и завоза (импорта) угля по России, млн т
Соотношение завоза к экспорту угля составляет 0,1



Доля экспорта (по данным ФТС) в объемах отгрузки российского угля, %



РЕЗЮМЕ

Основные показатели работы угольной отрасли России за январь-сентябрь 2020 г.

Показатели	9 мес. 2020	9 мес. 2019	К уровню 9 мес. 2019, %
Добыча угля, по данным Росстата, всего, тыс. т	290 545	321 309	90,4
Добыча угля, по данным ЦДУ ТЭК, всего, тыс. т:	293 199	323 552	90,6
– подземным способом	77 365	77 581	99,7
– открытым способом	215 834	245 971	87,7
Добыча угля на шахтах, тыс. т	77 460	78 986	98,1
Добыча угля на разрезах, тыс. т	215 739	244 566	88,2
Добыча угля для коксования, тыс. т	68 533	74 584	91,9
Переработка угля, всего, тыс. т:	155 320	158 313	98,1
– на фабриках	154 565	157 283	98,3
– на установках механизированной породовыборки	755	1 030	73,3
Отгрузка российских углей, всего, тыс. т	261 971	275 575	95,1
– из них потребителям России (по данным ФГБУ «ЦДУ ТЭК»)	117 470	129 213	90,9
– экспорт угля (по данным ФГБУ «ЦДУ ТЭК»)	144 501	146 362	98,7
Экспорт угля (по данным ОАО «РЖД»), тыс. т	143 332	155 246	92,3
Экспорт угля (по данным ФТС России), тыс. т	156 549	165 715	94,5
Завоз и импорт угля, тыс. т	15 101	15 912	94,9
Отгрузка угля потребителям России с учетом завоза и импорта (по данным ФГБУ «ЦДУ ТЭК»), тыс. т	132 571	145 125	91,3
Среднесписочная численность работников по основному виду деятельности, чел.	143 881	147 410	97,6
Среднесписочная численность рабочих по добыче угля (квартальная, предварительные данные), чел.:	88 057	90 192	97,6
– на шахтах	38 416	38 270	100,4
– на разрезах	49 641	51 922	95,6
Среднемесячная производительность труда рабочего по добыче угля (квартальная), т	311,2	326,9	95,2
– на шахтах	209,9	199,2	105,4
– на разрезах	389,6	421,0	92,5
Среднемесячная заработная плата одного работника, руб.	60 417	60 885	99,2
Среднесуточная добыча угля из одного действующего очистного забоя, т	4 610	4 295	107,3
Среднесуточная добыча угля из одного комплексно-механизированного забоя, т	4 645	4 203	110,5
Проведение подготовительных выработок, тыс. м	277,8	320,1	86,8
Вскрышные работы, тыс. куб. м	1 465 999	1 744 051	84,1

Список литературы

1. Яновский А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. 2017. № 8. С. 10-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14.
2. Яновский А.Б. Результаты структурной перестройки и технологического перевооружения угольной промышленности России и задачи по перспективному развитию // Уголь. 2019. № 8. С. 8-16. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-8-16.
3. Яновский А.Б. Уголь: битва за будущее // Уголь. 2020. № 8. С. 9-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-9-14.
4. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2019 года // Уголь. 2020. № 3. С. 54-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
5. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2020 года // Уголь. 2020. № 9. С. 35-47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47.
6. Губанов Д.А. Производство и поставки угля в России / Информационно-аналитический обзор (сентябрь 2020). М.: ЦДУ ТЭК, 2020. 29 с.

Original Paper

UDC 622.33(470):658.155 © I.G. Tarazanov, D.A. Gubanov, 2020
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 31-43
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-31-43>

Title**RUSSIA'S COAL INDUSTRY PERFORMANCE FOR JANUARY – SEPTEMBER, 2020****Authors**Tarazanov I.G.¹, Gubanov D.A.²¹ Ugol' Journal Edition LLC, Moscow, 119049, Russian Federation² FSBO "Russian Energy Agency" (REA) by the Ministry of Energy of the Russian Federation, Moscow, 129110, Russian Federation**Authors' Information****Tarazanov I.G.**, Mining Engineer, General Director, Deputy Chief Editor of the Russian Coal Journal (Ugol'), e-mail: ugol1925@mail.ru**Gubanov D.A.**, Head of the Coal industry monitoring department CDU TEK – branch of the REA, e-mail: info@cdu.ru**Abstract**

The paper provides an analytical review of Russia's coal industry performance for January – September, 2020 on the basis of statistical, technical, economic and production figures. The review was compiled using data from the Central Dispatch Department of the Fuel and Energy Complex, Rosstat, Rosinformugol JSC, the Coal and Peat Industry Department of the Ministry of Energy of Russian Federation and press coal company releases. Based on statistical, technical, economic and production indicators, an analytical review of the results of the Russian coal industry is accompanied by charts, diagrams, tables and extensive statistics.

Keywords

Coal production, Economy, Efficiency, Coal processing, Coal market, Supply, Coal exports and imports.

References

1. Yanovsky A.B. Main trends and prospects of the coal industry development in Russia. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 8, pp. 10-14. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14.

2. 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' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 8, pp. 8-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-8-16.

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

4. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – December, 2019. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 3, pp. 54-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.

5. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – June, 2020. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 9, pp. 35-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47.

6. Gubanov D.A. Coal Production and Supply in Russia. Information and Analytical Review (September, 2020). Moscow, CDU TEK Publ., 2020, 29 p. (In Russ.).

For citation

Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – September, 2020. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 31-43. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-31-43.

Paper info

Received November 2, 2020

Reviewed November 9, 2020

Accepted November 11, 2020

В Мурманском морском торговом порту введена в эксплуатацию новая техника



В Мурманском морском торговом порту (ММТП) введены в эксплуатацию три единицы специальной техники: два гидравлических перегружателя модели SENNEBOGEN 875E и один модели SENNEBOGEN 850 на самоходных гусеничных порталах. Новые машины были закуплены в рамках программы модернизации АО «ММТП» 2020 года.

Данная техника используется для выгрузки и погрузки железнодорожных полувагонов с навалочными грузами. Машины оснащены грейфером объемом 5 куб. м и за один захват способны выгрузить около 5 т груза. Причем гидравлический привод позволяет совершать перегрузочные операции максимально точно и деликатно.

Помимо новых разработок на машины установлена система экстренного пожаротушения, так называемый, «зимний пакет» автономный стояночный подогреватель двигателя, кабины и гидравлического оборудования, а также камеры по периметру, которые выводят изображение и увеличивают обзор для докеров.

Всего в АО «ММТП» эксплуатируются 9 единиц перегрузочной техники производства компании «SENNEBOGEN». С учетом поступивших машин теперь в порту будут эксплуатироваться 12 единиц техники немецкой компании. Отметим, что техника компании SENNEBOGEN уже давно зарекомендовала себя в Мурманском морском торговом порту с положительной стороны. С ее помощью портовики оперативно осуществляют погрузочно-разгрузочные операции. Скорость погрузки является одним из ключевых факторов в деятельности АО «ММТП» в связи с большим грузопотоком, который обусловлен уникальностью предприятия.

Влияние золы легкой фракции на пористость, морозостойкость и водопоглощение фасадных плиток*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-44-48>

КАЙРАКБАЕВ А.К.

Канд. физ.-мат. наук,
доцент ТОО «Технопарк Zerek учреждения
Актюбинский университет им. С. Баишева»,
030000, г. Актюбе, Республика Казахстан,
e-mail: kairak@mail.ru

АБДРАХИМОВ В.З.

Доктор техн. наук, профессор,
профессор ФГБОУ ВО «Самарский
государственный экономический университет»,
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: 3375892@mail.ru

АБДРАХИМОВА Е.С.

Канд. техн. наук,
доцент ФГАОУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»,
443086, г. Самара, Россия,
e-mail: 3375892@mail.ru

Добыча и переработка природного минерального сырья связана с образованием большого количества различных промышленных отходов, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах. Одним из аспектов решения этой актуальной проблемы является применение техногенного сырья в керамических материалах. Введение в составы керамических масс золы легкой фракции снижает водопоглощение и повышает морозостойкость фасадных плиток. Полученные экспериментальные данные показывают, что характерные изменения пористой структуры керамических материалов являются основными оценочными данными морозостойкости изделий.

Ключевые слова: зола легкой фракции, глинистая часть «хвостов» гравитации, фасадная плитка, пористость, морозостойкость, водопоглощение.

Для цитирования: Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на пористость, морозостойкость и водопоглощение фасадных плиток // Уголь. 2020. № 12. С. 44-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-44-48.

ВВЕДЕНИЕ

Добыча и переработка природного минерального сырья связана с образованием большого количества различных промышленных отходов, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах. Одним из аспектов решения этой актуальной проблемы является применение техногенного сырья в керамических материалах. Эффективность работы всех отраслей промышленности в настоящее время необходимо оценивать с точки зрения баланса между массой полученного основного продукта и объемом образуемых техногенных отходов [1, 2, 3].

Стоимость традиционных природных материалов определяется геологическими изысканиями, подготовительными и вскрышными работами, строительством подъездных путей к карьере, затратами на добычу полезных ископаемых, их транспортировку и переработку и ценой конечного продукта [4, 5, 6]. При использовании в производстве керамических материалов отходов топливно-энергетического комплекса – золошлакового материала многие затраты исключаются [7, 8, 9, 10].

Производство керамических строительных материалов – одна из самых материалоемких отраслей народного хозяйства, поэтому рациональное использование топлива, сырья и других материальных ресурсов становится решающим фактором ее успешного развития в условиях проводимой экономической реформы [11, 12, 13, 14]. В связи с этим применение в керамических материалах техногенного сырья приобретает особую актуальность.

Согласно европейскому законодательству (Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2008/98/ЕС), существует приоритетность методов управления отходами, в которых наиболее приемлемым вариантом утилизации отходов с сопутствующим повышением

Работа выполнена в рамках реализации научно-технического проекта, одобренного к грантовому финансированию на 2018-2020 гг. Национальным научным советом Республики Казахстан по направлению науки «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции». Договор на грантовое финансирование № 177 от 15 марта 2018 г., ИРН 05131501.

Химический состав компонентов

Компонент	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	П.п.п.
Глинистая часть «хвостов» гравитации (ГЦИ)	58,74	21,39	6,21	1,7	1,22	1,62	7,34
Зола легкой фракции	62,66	18,52	5,87	3,02	2,65	8,07	0,7

ем энергоэффективности композитного производства является их переработка с целью повторного использования полученных при этом продуктов.

Цель работы:

– получение фасадных плиток на основе глинистой части «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд и золы легкой фракции;

– исследование влияния золы легкой фракции на пористость, морозостойкость и водопоглощение фасадных плиток.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В работах [15, 16, 17] было показано, что для производства керамических изделий целесообразно использовать в качестве связующего (глинистого сырья) глинистую часть «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд (ГЦИ), а в качестве плавня – золу легкой фракции [18, 19]. К плавням относятся такие материалы, которые при обжиге изделий вступают во взаимодействие с сырьевыми материалами шихты, образуя легкоплавкие соединения, которые способствуют образованию жидкой фазы на ранних стадиях обжига керамики (менее 1000°C). В табл. 1 приведен химический состав исследуемых компонентов.

Спекание многих видов керамики идет с участием жидкой фазы, от свойств которой во многом зависит процесс формирования структуры материала. Повышение реакционной способности жидкой фазы по отношению к тугоплавким кристаллическим составляющим дает возможность интенсифицировать процесс спекания, что позволяет уменьшить расход топлива.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАСАДНЫХ ПЛИТОК

Методом ртутной порометрии нами установлено, что для керамических материалов, обожженных при 1050°C и содержащих 40-50% золы легкой фракции, в которой количество стеклофазы составляет 85-93%, содержание «опасных» пор размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м составляет 58-60%. В образцах только из глинистого компонента (глинистой части «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд, ГЦИ) без применения отошителей и плавней содержание аналогичных пор и при аналогичной температуре обжига составляет 68-70%. В связи с этим нами было изучено изменение содержания пор размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м в фасадных плитках после испытания их на морозостойкость. Физико-механические характеристики исследуемых плиток приведены в табл. 2.

Известно, что морозостойкость фасадных плиток зависит от исходной пористой структуры. Настоящее исследование было проведено с целью изучения изменения пористой структуры фасадных плиток при циклическом замо-

Таблица 2

Физико-механические показатели керамических плиток

Показатели	Составы	
	100% глинистый компонент	50% глинистого компонента + 50% золы легкой фракции
Водопоглощение, %	8,0	5,54
Пористость, %:		
– открытая	17,52	11,58
– закрытая	0,8	4,52
– общая	18,32	16,10
Морозостойкость, циклы	470	485
Содержание «опасных» пор размером 10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷ м	59	70

раживании и оттаивании. В настоящее время морозостойкость фасадных плиток оценивается по видимым признакам разрушения после определенного количества циклов попеременного замораживания и оттаивания.

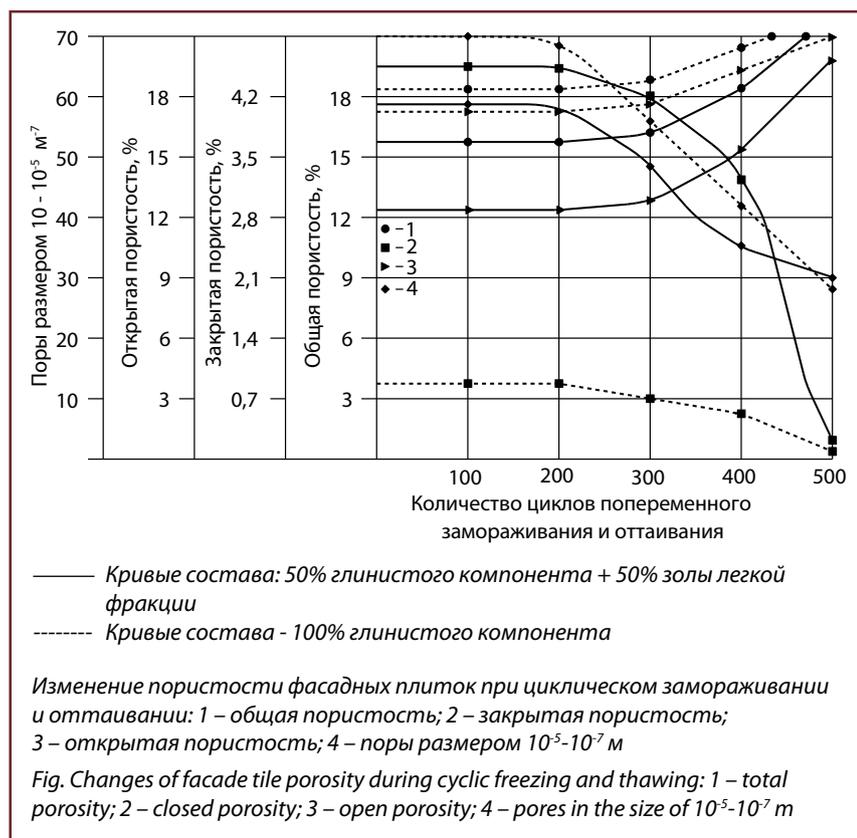
На рисунке показаны изменения различных типов пористости фасадных плиток, обожженных при температуре 1050°C, после воздействия циклического замораживания и оттаивания до появления первых признаков разрушения. Замеры физико-механических показателей производились после каждых 100 циклов замораживания и оттаивания.

Общая, открытая и закрытая пористости, а также поры размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м до 200 циклов замораживания и оттаивания практически свои значения не меняют (см. рисунок). Закрытая пористость после 200 циклов замораживания и оттаивания уменьшается. Вероятно, это происходит вследствие разрушения стенок пор под воздействием льда, что способствует переходу значительного количества закрытой пористости в открытую.

После 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания количество пор размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м снижается. Причиной этого, по-видимому, является увеличение их сечения за счет разрушения стенок пор. В процессе разрушения, вероятно, у более мелких пор стенки под воздействием давления льда раздвигаются, и объем пористости возрастает. Увеличение объема пор размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м после 400 циклов попеременного замораживания и оттаивания сопровождается, по-видимому, появлением видимых признаков разрушения, так как закрытая пористость при таком количестве циклов резко снижается (см. рисунок, кривая 2).

При замораживании и оттаивании керамических плиток имеет место следующий механизм их разрушения. При переходе воды в лед последний расширяется с увеличением объема на 9%. Первоначально замерзание льда происходит в более крупных порах размером более 10⁻⁵ м при температуре от 0 до 5°C, затем в более мелких порах размером 10⁻⁵-10⁻⁷ м при температуре от 5 до 10°C.

При наличии в образцах как крупных, так и мелких пор образование льда происходит в достаточно широком ин-



тервале температур, и при этом постепенно образующийся лед выдавливается в свободное пространство этих пор. После появления первых признаков разрушения открытая и общая пористости растут, а закрытая пористость и поры размером $10^{-5} - 10^{-7} \text{ м}$ снижаются.

ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что характерные изменения пористой структуры керамических материалов являются основными оценочными данными морозостойкости изделий.

Список литературы

1. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование золошлакового материала Восточного Казахстана в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольной композиции // Уголь. 2019. № 1. С. 70-73. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-70-73.
2. Экологические, экономические и практические аспекты использования многотоннажных отходов топливно-энергетического комплекса – сланцевой золы в производстве пористого заполнителя / Е.Г. Сафронов, А.Н. Сунтеев, Ю.Ю. Коробкова, В.З. Абдрахимов // Уголь. 2019. № 4. С. 44-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-44-49.
3. Абдрахимова Е.С. Использование отходов топливно-энергетического комплекса – горелых пород и отходов обогащения хромитовых руд в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольных композиций // Уголь. 2019. № 7. С. 67-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-67-69.
4. Абдрахимов В.З., Ильина Т.А. Использование золошлакового материала в производстве пористого заполнителя способствует развитию «зеленой» экономики и

транспортно-логической инфраструктуры // Уголь. 2019. № 11. С. 59-63. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-59-63.

5. Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. 2019. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

6. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Исследование теплообменных процессов при обжиге керамических материалов с применением золошлакового материала Западного Казахстана // Уголь. 2019. № 9. С. 70-72. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-70-72.

7. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Использование отходов углеобогащения в производстве керамических материалов – современные приоритеты развития для «зеленой» экономики // Уголь. 2017. № 2. С. 54-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-54-57.

8. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. Study of the Distribution of Iron Oxides in Intershale Clay and Oil Sludge Porous Filler with Mossbauer Spectroscopy // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2019. Vol. 53. Is. 4. P. 703-707.

9. Абдрахимов В.З. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золошлакового материала в производстве легковесного кирпича и пористого заполнителя // Уголь. 2018. № 10. С. 77-83. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.

10. Абдрахимова Е.С. Жаростойкий поризованный бетон на основе отходов углеобогащения, химии и фосфорного связующего // Уголь. 2018. № 11. С. 48-53. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-11-48-53.

11. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Получение теплоизоляционного материала на основе жидкого стекла и отходов углеродной переработки, образующихся при производстве коксующихся углей // Уголь. 2017. № 4. С. 64-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-64-67.

12. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Исследование теплопроводности легковесных материалов из отходов топливно-энергетической промышленности без применения природных традиционных материалов // Уголь. 2016. № 4. С. 72-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.

13. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование золошлакового материала в производстве теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины // Уголь. 2016. № 10. С. 74-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.

14. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Композиция для изготовления жаростойких бетонов на основе железосодержащего шлака ТЭЦ и ортофосфорной кислоты // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 9. С. 26-29.

15. Глинистая часть «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд – сырье для производства керамических материалов / В.З. Абдрахимов, Е.С. Абдрахимова, Д.В. Абдрахимов и др. // Огнеупоры и техническая керамика. 2005. № 5. С. 38-42.

16. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Effect of Different Coal-Enrichment Wastes on the Physical and Mechanical Properties and Phase Composition of Heat-Insulation Materials // Glass and Ceramics. 2017. Vol. 74. No. 1-2. P. 55-59.

17. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Use of Nonferrous Metallurgy Waste: Clayey Portion of the Zircon-Ilmenite Ore Gravity Tailings and Pyrite Cinders in Tile-Making / Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. Vol. 989. P. 47-53.

18. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Получение плиток для полов на основе золы легкой фракции и глинистой части «хвостов» гравитации циркон-ильменитовых руд // Уголь. 2019. № 6. С. 78-81. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-78-81.

19. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Экологические аспекты использования золы легкой фракции и отходов цветной металлургии в производстве кислотоупорного кирпича // Новые огнеупоры. 2011. № 5. С. 41-44.

20. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Innovative Approaches to Using Kazakhstan's Industrial Ferrous and Nonferrous Tailings in the Production of Ceramic Materials / Materials Science Forum – Trans Tech Publications Ltd, 2020. Vol. 989. P. 54-61.

Original Paper

UDC 691.666.3 © A.K. Kairakbaev, V.Z. Abdrakhimov, E.S. Abdrakhimova, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 44-48
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-44-48>

Title

INFLUENCE OF LIGHT FRACTION ASH ON POROSITY, FROST RESISTANCE AND WATER ABSORPTION OF FACADE TILES

Authors

Kairakbaev A.K.¹, Abdrakhimov V.Z.², Abdrakhimova E.S.³

¹ Baishev University, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan

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

³ Samara University, Samara, 443086, Russian Federation

Authors' Information

Kairakbaev A.K., PhD (Physico-mathematical), Associate Professor, Head of the Laboratory of Technopark Zerek, e-mail: kairak@mail.ru

Abdrakhimov V.Z., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor, e-mail: 3375892@mail.ru

Abdrakhimova E.S., PhD (Engineering), Associate Professor of "Chemistry" department, e-mail: 3375892@mail.ru

Abstract

Extraction and processing of natural mineral raw materials is associated with the formation of large amounts of various industrial wastes, the accumulation of which leads to a deterioration of the environmental situation in the regions. One of the aspects of solving this urgent problem is the use of man-made raw materials in ceramic materials the Introduction of light ash into the compositions of ceramic masses reduces water absorption and increases the frost resistance of facade tiles. The experimental data obtained show that the characteristic changes in the porous structure of ceramic materials are the main estimates of the frost resistance of products.

Keywords

Light fraction ash, Clay part of gravity "tails", Facade tiles, Porosity, Frost resistance, Water absorption.

References

- Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Ispol'zovanie zoloshlakovogo materiala Vostochnogo Kazahstana v proizvodstve poristogo zapolnitelya na osnove zhidkostekolnoy kompozicii [The use of ash material of East Kazakhstan in the production of porous aggregate on the basis of liquid-glass compositions]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 1, pp. 70-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-70-73.
- Safronov Ye.G., Sunteev A.N., Korobkova Yu.Yu. & Abdrakhimov V.Z. Ekologicheskoe, ekonomicheskoe i prakticheskoe aspekty ispol'zovaniya mnogotonnazhnykh othodov toplivno-energeticheskogo kompleksa – slancevoy zoly v proizvodstve poristogo zapolnitelya [Environmental, economic and practical aspects of the use of large-tonnage waste of fuel and energy complex – shale ash in the production of porous filler]. *Ugol' –*

Russian Coal Journal, 2019, No. 4, pp. 40-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-44-49.

3. Abdrakhimova E.S. Ispol'zovanie othodov toplivno-energeticheskogo kompleksa – gorelykh porod i othodov obogashcheniya hromitovykh rud v proizvodstve poristogo zapolnitelya na osnove zhidkostekol'noy kompozicii [Use of waste fuel and energy complex – burned rocks and tailings of chromite ore in the production of porous aggregate on the basis of liquid-glass compositions]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 7, pp. 67-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-67-69.

4. Abdrakhimov V.Z. & Ilyina T.A. The use of ash and slag material in the production of porous aggregate contributes to the development of "green" economy and transport and logical infrastructure. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 11, pp. 59-63. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-59-63.

5. Abdrakhimova E.S. Education ash light fraction and its use in the manufacture of tiles for floors. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 11, pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

6. Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. The study of heat and mass transfer processes during firing of ceramic materials using of ash and slag material of Western Kazakhstan. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 9, pp. 70-72. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-70-72.

7. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Ispol'zovanie othodov ugleobogashcheniya v proizvodstve keramicheskikh materialov – sovremennyye priority razvitiya dlya "zelenoy" ehkonomiki [Coal concentration wastes utilization in ceramic materials production – present-day priorities for environment friendly economics development]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 2, pp. 54-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-54-57.

8. Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Study of the Distribution of Iron Oxides in Intershal Clay and Oil Sludge Porous Filler with Mossbauer Spectroscopy. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2019, Vol. 53, Issue 4, pp. 703-707.

9. Abdrakhimov V.Z. Snizhenie ekologicheskogo ushcherba ekosistemam za schet ispolzovaniya mezhs lancevoy gliny i zoloshlakovogo materiala v proizvodstve kirpicha i poristogo zapolnitelya [Environmental system damage mitigation due to intershal clay and bottom-ash material application in lightweight brick and porous aggregate production]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, pp. 77-83. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83.

MINERALS RESOURCES

10. Abdrakhimova E.S. Zharostoykiy porizovannyi beton na osnove othodov uglebogashcheniya, himii i fosfatnogo svyazuyushchego [Heat resistant aerated concrete based on waste coal preparation, chemistry and phosphate binders]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 11, pp. 48-53. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-11-48-53.
11. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Poluchenie teploizolyatsionnogo materiala na osnove zhidkogo stekla i othodov uglepererabotki, obrazuyushchihsya pri obogashchenii koksuyushchihsya ugley [Getting insulating material based on liquid glass and coal conversion wastes generated during coking coals preparation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 4, pp. 64-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-64-67.
12. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Issledovanie teploprovodnosti legkovesnykh materialov iz othodov toplivno-energeticheskoy promyshlennosti bez primeneniya prirodnykh traditsionnykh materialov [Investigation of thermal conductivity of lightweight materials from energy industry wastes without the use of natural traditional materials]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 4, pp. 72-75. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.
13. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Ispol'zovanie zoloshlakovogo materiala v proizvodstve teploizolyatsionnykh materialov na osnove mezhslantsevoy gliny [Bottom-ash material application in interschistic clay – based thermal insulation materials production]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 10, pp. 74-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.
14. Abdrakhimov V.Z., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimova E.S. Composition for the manufacture of heat-resistant concrete based on iron-containing slag from thermal power plants and phosphoric acid. *Ecology and Industry of Russia*, 2015, Vol. 19, No. 9, pp. 26-29. (in Russ.).
15. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov D.V. & Abdrakhimov A.V. Glinistaya chast' "hvosov" gravitacii cirkon-il'menitovykh rud – syr'e dlya proizvodstva keramicheskikh materialov [Clay part of gravity "tails" of zircon-ilmenite ores – raw materials for production of ceramic materials]. *Ogneupory i tekhnicheskaya keramika – Refractories and technical ceramics*, 2005, No. 5, pp. 38-42. (In Russ.).
16. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Effect of Different Coal-Enrichment Wastes on the Physical and Mechanical Properties and Phase Composition of Heat-Insulation Materials. *Glass and Ceramics*, 2017, Vol. 74, No. 1-2, pp. 55-59.
17. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Use of Nonferrous Metallurgy Waste: Clayey Portion of the Zircon-Ilmenite Ore Gravity Tailings and Pyrite Cinders in Tile-Making. *Materials Science Forum*, Trans Tech Publications Ltd., 2020, Vol. 989, pp. 47-53.
18. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Poluchenie plitok dlya polov na osnove zoly legkoy frakcii i glinistykh chasti "hvosov" gravitacii cirkon-il'menitovykh rud [Getting tiles for floors based on ash light fraction and clay part of "tails" of gravity zircon-ilmenite ores]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 6, pp. 78-81. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-78-81.
19. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Ecological aspects of the use of light fraction ash and non-ferrous metallurgy waste in the production of acid-resistant bricks. *New refractories*, 2011, No. 5, pp. 41-44. (In Russ.).
20. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Innovative Approaches to Using Kazakhstan's Industrial Ferrous and Nonferrous Tailings in the Production of Ceramic Materials. *Materials Science Forum*, Trans Tech Publications Ltd., 2020, Vol. 989, pp. 54-61.

Acknowledgements

This work was carried out as part of the implementation of a scientific and technical project approved for grant funding for 2018-2020 by the National Scientific Council of the Republic of Kazakhstan in the direction of science "Rational use of natural resources, including water resources, geology, processing, new materials and technologies, safe products and designs". Grant financing agreement No. 177 of March 15, 2018, IRN 05131501.

For citation

Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Influence of light fraction ash on porosity, frost resistance and water absorption of facade tiles. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 44-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-44-48.

Paper info

Received June 10, 2020

Reviewed July 13, 2020

Accepted November 11, 2020

КАЧЕСТВЕННУЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ - ВАМ В СЕТИ

Обследование электросетевых объектов и разработка технических решений по повышению качества электроэнергии и снижению аварийности в распределительных сетях.

Поставка и монтаж оборудования: СТАТКОМ, активные фильтры гармоник, УКРМ, резисторы заземления нейтрали и другое электрооборудование.

Удачи, стабильности и благополучия в Новом году, дорогие горняки!



109316, Г. МОСКВА, ВОЛГОГРАДСКИЙ ПР., 47
(495) 123-50-87
E-MAIL: PSTK-SIBERIA@MAIL.RU

Экологический менеджмент и рециклинг железосодержащего шлака ТЭЦ в производстве безобжиговых жаростойких композитов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-49-52>

Исследования показали, что жаростойкие бетоны на основе железофосфатного связующего в нормальных условиях твердения в суточном возрасте приобретают прочность, достаточную для распалубки, транспортировки и монтажа изделий. В семисуточном возрасте они приобретают конечную прочность, величина которой определяется свойствами заполнителей. Огнеупорность железофосфатного связующего равна 1300°C, а рабочая температура футеровки из бетона, где применяется керамзит в качестве крупного заполнителя, составляет 1000°C.

Ключевые слова: экологический менеджмент, фосфатные связующие, железосодержащий шлак, двухвалентное железо, ортофосфорная кислота.

Для цитирования: Экологический менеджмент и рециклинг железосодержащего шлака ТЭЦ в производстве безобжиговых жаростойких композитов / Ю.Ю. Коробкова, Е.Г. Сафронов, Н.И. Краскова и др. // Уголь. 2020. № 12. С. 49-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-49-52.

ВВЕДЕНИЕ

В XXI веке еще не решена проблема рационального использования природных ресурсов, неправильное использование которых, способствует загрязнению воздуха, что становится частой причиной преждевременной смерти сотен тысяч людей от болезней органов дыхания и сердца [1, 2, 3]. Загрязненный воздух у каждого человека забирает до трех лет жизни. В настоящее время человечество интересуется вопросом, который раньше его мало интересовал – это постоянно развивающийся технический прогресс и влияние его на окружающую природную среду, в связи с чем не только загрязняется воздух, но и вымирают многие виды растений и животных. Одним из наиболее перспективных направлений использования отходов производств является вовлечение их во вторичный оборот в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов. За счет вовлечения промышленных отходов возможно кардинально изменить параметры сырьевой базы России. Использование техногенного сырья в производстве жаростойких композиций способствует также снижению экологической напряженности в регионах.

КОРОБКОВА Ю.Ю.

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
443100, г. Самара, Россия,
e-mail: yu.korobkova.yu@gmail.com

САФРОНОВ Е.Г.

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
443100, г. Самара, Россия,
e-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

КРАСКОВА Н.И.

Старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
443100, г. Самара, Россия,
e-mail: nkraskova@mail.ru

АБДРАХИМОВ В.З.

Доктор техн. наук, профессор,
профессор ФГБОУ ВО «Самарский
государственный экономический университет»,
443090, г. Самара, Россия,
e-mail: 3375892@mail.ru

Как показали исследования [4, 5], наибольшая долговечность огнеупорных композитов может быть достигнута за счет применения химических связующих, которые позволяют использовать в композитах до 90% отходов. Обычно огнеупорные материалы на основе фосфатных связующих называют жаростойкими композитами.

Цель работы: показать возможность обеспечения экологической безопасности при расширении сырьевой базы производства безобжиговых жаростойких композитов за счет применения железосодержащего шлака ТЭЦ.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Экологический менеджмент – это комплексный управленческий процесс хозяйствующих субъектов, направленный на сохранение окружающей среды методом рационального природопользования при значительном сокращении антропогенного воздействия на ноосферу [6].

В экологическом менеджменте под экологической безопасностью в первую очередь понимается защищенность жизни и здоровья людей, а также окружающей природной среды, которые подвергаются вредным хозяйственным и иным воздействиям предприятий, приводящим к чрезвычайным ситуациям и катастрофам. Поэтому для исключения чрезвычайных ситуаций и катастроф, называемых экологическими проблемами, экологический менеджмент обязан изучать часто отрицательно изменяющиеся естественные и искусственные параметры окружающей среды, в которой обитает человек.

Предназначение экологического менеджмента и его основная цель – это обеспечение результативного, эффективного контроля, если не исключения, то минимизации чрезвычайных ситуаций и катастроф, которые могут возникнуть в окружающей природной среде. Как известно, любое промышленное предприятие в своей хозяйственной деятельности оказывает воздействие на окружающую среду, и это воздействие чаще всего отрицательное. Причем, как показывают исследования экологического менеджмента, каждая компания и каждое предприятие участвуют, как правило, в двух действиях: сначала потребляют энергию и ресурсы, а потом производят отходы, загрязняющие окружающую среду. Директивой ЕС 2008/98/ЕС установлено, что защитой окружающей природной среды является не утилизация промышленных отходов, а рециклинг их (переработка с целью повторного использования в каком-то новом продукте, необходимом

для общества). Поэтому управление и утилизация отходов производств являются основной функцией экологического менеджмента, которая позволит исключить многие болезни человечества.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Железосодержащий шлак ТЭЦ

Ново-Иркутская ТЭЦ является основным источником тепла системы централизованного теплоснабжения Иркутска и участвует в покрытии электрических нагрузок энергосистемы Сибири. Теплоцентрально запроектирована для сжигания бурых углей Восточной Сибири. Количество твердых остатков для каменных и бурых углей колеблется от 15 до 40%. Шлаки представляют собой агрегированные частицы [5]. Химический оксидный состав железосодержащих шлаков представлен в *табл. 1*, элементный – в *табл. 2*, гранулометрический (фракционный) – в *табл. 3*, а технологические свойства – в *табл. 4*.

Как следует из *табл. 1*, в составе шлака повышенное содержание оксида железа, а железистым оксидам отводится роль по облегчению и ускорению распада легкоплавких минералов. Схема восстановительных реакций может быть представлена следующими уравнениями:



Восстановительная среда интенсифицирует перевод Fe_2O_3 в FeO согласно условиям химических реакций. Важно иметь в виду, что процесс восстановления оксидного железа в закисное, сопровождается повышением молекулярной концентрации реагирующих оксидов, так как из одной молекулы Fe_2O_3 образуются 2FeO [7, 8, 9, 10]. Согласно закону Рауля температура плавления смеси понижается пропорционально молекулярной концентрации реагирующих веществ, поэтому становится понятным, что процессы восстановления оксидов железа резко интенсифицируют переход шлака из хрупкого в пиропластическое состояние [7, 8, 9, 10].

Таблица 1

Химический состав железосодержащего шлака ТЭЦ

Содержание оксидов, мас. %						
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	П.п.п.
53-55	4-6	30-32	1-2	0,3-0,8	1-2	8-10

Таблица 2

Поэлементный состав железосодержащего шлака ТЭЦ

Элементы									
C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	S	K	Ca	Fe
2,2	59,83	0,3	0,27	2,2	18,3	0,2	0,1	0,8	15,8

Таблица 3

Фракционный состав железосодержащего шлака ТЭЦ

Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,0001
65,8	24,5	9,1	0,5	0,1

Таблица 4

Технологические показатели железосодержащего шлака ТЭЦ

Насыпная плотность, кг/м ³	Истинная плотность, г/см ³	Содержание стеклофазы, %	Удельная поверхность, см ² /г	Огнеупорность, °С
800-1000	3,05-3,15	70-80	1800-2000	1250-1280

Исследования фазового состава железосодержащего шлака проводили с помощью электронного микроскопа ЭМБ-100БР методом реплик на просвет (см. рисунок). Фазовый состав шлака в основном состоит из аморфной фазы – 70-80%, а кристаллическая фаза – 20-30%. Аморфная фаза имеет коэффициент преломления (N_{cp}) 1,58-1,62, что, очевидно, связано с переходом большей части оксида железа в стекло и образованием железистых стекол. На *рисунке* представлены значительные поля стеклофазы; скопления мелких и оплавленных кристаллов кварца призматического и бипирамидального габитуса; кристаллы гематита (крупные и средние) при-

зматического и ромбоэдрического габитуса; отдельные кристаллы α -кристобалит тетрагональной сингонии. Наличие муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) в исследуемом зошлаке будет способствовать повышению прочности. Именно муллит придает основные физико-механические свойства керамическим материалам [8, 9, 10].

• Фосфатные вяжущие

В качестве связующего использовались фосфатные вяжущие. Фосфатные вяжущие, имеющие высокую прочность после твердения, способны увеличить прочность при нагревании [7, 8, 9, 10]. Они обладают высокой термостойкостью, и многие из них характеризуются высокой огнеупорностью (например, если алюмофосфатные – 1750°C , то хромофосфатные – 2100°C). Ортофосфорная кислота H_3PO_4 использовалась в качестве связующей в чистом виде по ГОСТ 6552-80, норма – чистый (ч.) ОКП 26 1213 0021 10. Массовая доля ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) – не менее 85%, плотность – не менее $1,69 \text{ г/см}^3$.

Предлагаемые нами огнеупорные изделия на базе синтезированных фосфатных связок можно применять практически в любых элементах футеровки: в виде торкрет-масс, штучных блоков, различных обмазок, как связующее в элементах кладки [8, 9, 10]. Рабочая температура таких огнеупоров в зависимости от используемых компонентов варьируется от 1500 до 1700°C .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

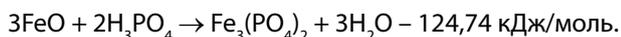
Ранее в работах [7, 8, 9, 10] установлено, что основным фактором, определяющим возможность применения оксидов и гидроксидов для получения фосфатных связующих, является тепловой эффект реакций:



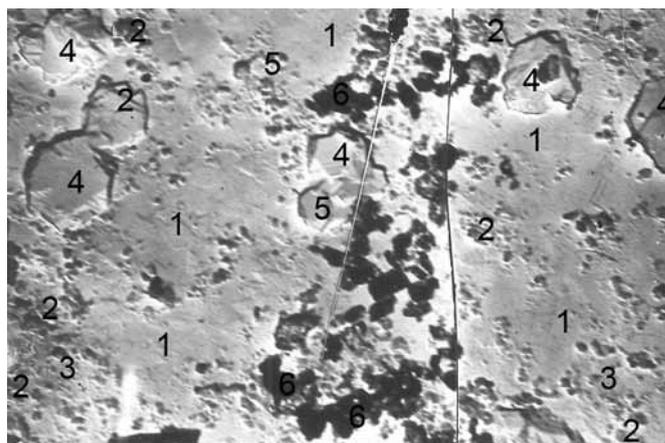
Кроме того, физико-химическими методами исследований (ДТА, ИК-спектроскопия) было обнаружено наличие гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в шлаке, количество его может достигать 12%. Оксид трехвалентного железа Fe_2O_3 при нормальной температуре взаимодействует с ортофосфорной кислотой H_3PO_4 очень медленно, поэтому требуется подогрев смеси до 70°C , так как собственного тепла по реакции выделяется недостаточно:



Оксид двухвалентного железа FeO , а также гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_2$, наоборот, реагируют с кислотой энергично, выделяя при этом значительное количество тепла. Так, например, оксид двухвалентного железа активно взаимодействует с ортофосфорной кислотой при температуре 20°C . Цементное тесто начинает схватываться через две минуты за счет значительного выделения тепла:



Поскольку активность гидроксидов по отношению к кислотам значительно выше по сравнению с оксидами, то выделение тепла в композиции $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$ будет происходить интенсивнее. В связи с этим использование оксидов и гидроксидов железа в отдельности связано с преодолением обычных для фосфатных связующих трудностей: либо требуется частичная нейтрализация ортофосфорной



Микроструктура железосодержащего шлака: 1 – стеклофаза; 2 – кварц; 3 – первичный (чешуйчатый); 4 – гематит; 5 – кристобалит; 6 – органические включения (рентгеноаморфная фаза). Увеличение $\times 5000$

Fig. Microstructure of iron-containing slag: 1 – glass phase; 2 – quartz; 3 – primary (lamellar); 4 – hematite; 5 – cristobalite; 6 – organic inclusions (X-ray amorphous phase). Magnification of $\times 5000$

кислоты – в случае применения FeO и $\text{Fe}(\text{OH})_3$, либо бетонную смесь нужно подогреть для обеспечения твердения – в случае применения Fe_2O_3 .

Фосфатное связующее, полученное путем затворения шлака 70%-й ортофосфорной кислотой, начинает схватываться через 45-50 мин и через 2-2,5 ч затвердевает. В дальнейшем, по мере увеличения содержания в цементном камне ортофосфатов железа, прочность его растет примерно прямо пропорционально времени твердения в воздушных условиях и в семисуточном возрасте стабилизируется на уровне 55,0-60,0 МПа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, железофосфатное связующее по основным свойствам аналогично портландцементу марки 500, но контрольный срок его твердения равен семи суткам. Жаростойкие бетоны на основе железофосфатного связующего в нормальных условиях твердения в суточном возрасте приобретают прочность, достаточную для распалубки, транспортировки и монтажа изделий. В семисуточном возрасте они приобретают конечную прочность, величина которой определяется свойствами заполнителей. Огнеупорность железофосфатного связующего равна 1300°C , а рабочая температура футеровки из бетона, где применяется керамзит в качестве крупного заполнителя, составляет 1000°C .

Список литературы

1. Абдрахимов В.З. Концепция современного естествознания. Самара: СГЭУ, 2015. 340 с.
2. Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. 2019. № 9. С. 67-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.
3. Абдрахимова Е.С. Образование золы легкой фракции и использование ее в производстве плиток для полов //

Уголь. 2019. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

4. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование отходов цветной металлургии в производстве жаростойких бетонов на основе фосфатных связующих имов // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 2. С. 32-38.

5. Экологические, экономические и практические аспекты использования многотоннажных отходов топливно-энергетического комплекса – сланцевой золы в производстве пористого заполнителя / Е.Г. Сафронов, А.Н. Сунтеев, Ю.Ю. Коробкова и др. // Уголь. 2019. № 4. С. 44-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-44-49.

6. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Экологический менеджмент. Актобе: Учреждение Актюбинского университета им. академика С. Баишева, 2019. 240 с.

7. Хлыстов А.И. Повышение эффективности и улучшение качества огнеупорных футеровочных материалов.

Самара: Издательство Самарского государственного архитектурно-строительного университета, 2004. 134 с.

8. Хлыстов А.И., Соколова С.В., Марков Д.В. Повышение стойкости и долговечности алюмосиликатных огнеупоров в углеродосодержащей среде // Огнеупоры и техническая керамика. 2005. № 11. С. 47-50.

9. Абдрахимов В.З., Хлыстов А.И., Ковков И.В. Экологические и практические аспекты использования пиритных огарков и высокоглиноземистых отходов нефтехимии в производстве безобжиговых огнеупорных композитов // Огнеупоры и техническая керамика. 2009. № 4-5. С. 35-42.

10. Экологические аспекты использования пиритных огарков в производстве безобжиговых огнеупорных композитов / А.И. Хлыстов, В.З. Абдрахимов, Е.С. Абдрахимова и др. // Башкирский химический журнал. 2009. Том 16. № 2. С. 81-83.

MINERALS RESOURCES

Original Paper

UDC 691.421.002 © Yu.Yu. Korobkova, E.G. Safronov, N.I. Kraskova, V.Z. Abdrakhimov, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 49-52
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-49-52>

Title

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND RECYCLING OF IRON-CONTAINING SLAG OF CHPP IN THE PRODUCTION OF NON-INCINERATED HEAT-RESISTANT COMPOSITES

Authors

Korobkova Yu.Yu.¹, Safronov E.G.¹, Kraskova N.I.¹, Abdrakhimov V.Z.²

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

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

Authors' Information

Korobkova Yu.Yu., PhD (Economic), Associate Professor, e-mail: yu.korobkova.yu@gmail.com

Safronov E.G., PhD (Economic), Associate Professor, e-mail: ewgenijsafronov@yandex.ru

Kraskova N.I., Senior teacher, e-mail: nkraskova@mail.ru

Abdrakhimov V.Z., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: 3375892@mail.ru

Abstract

Studies have shown that heat-resistant concrete based on an iron-phosphate binder under normal conditions of hardening at a daily age acquires strength sufficient for deconstruction, transportation and installation of products. At the age of 7 days, they acquire a final strength, the value of which is determined by the properties of fillers. The refractoriness of the iron-phosphate binder is 1300°C, and the operating temperature of the concrete lining, where expanded clay is used as a large aggregate, is 1000°C.

Keywords

Environmental management, Phosphate binders, Iron-containing slag, Bivalent iron, Orthophosphoric acid.

References

1. Abdrakhimov V.Z. Concept of modern natural science. Samara, SGEU Publ., 2015, 340 p. (In Russ.).
2. Abdrakhimova E.S. The study of drying properties of ceramic materials based on waste of fuel and energy complex. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, № 9, pp. 67-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.
3. Abdrakhimova E.S. Education ash light fraction and its use in the manufacture of tiles for floors. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 11, pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.
4. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. The use of non-ferrous metallurgy waste in the production of heat-resistant concrete based on phosphate binders imov. *Ecology and Industry of Russia*, 2016, Vol. 20, No. 2, pp. 32-38. (In Russ.).

5. Safronov Ye.G., Sunteev A.N., Korobkova Yu.Yu. & Abdrakhimov V.Z. Environmental, economic and practical aspects of the use of large-tonnage waste of fuel and energy complex – shale ash in the production of porous filler. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 4, pp. 44-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-44-49.

6. Abdrakhimov V.Z., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimova E.S. Environmental management. Aktobe, Baishev University Publ., 2019, 240 p. (In Russ.).

7. Khlystov A.I. Improving the efficiency and improving the quality of refractory lining materials. Samara, Samara State University of Architecture and Civil Engineering Publ., 2004, 134 p. (In Russ.).

8. Khlystov A.I., Sokolova S.V. & Markov D.V. Improving the resistance and durability of aluminosilicate refractories in a carbon-containing medium. *Refractories and technical ceramics*, 2005, No. 11, pp. 47-50. (In Russ.).

9. Abdrakhimov V.Z., Khlystov A.I. & Kovkov I.V. Ecological and practical aspects of the use of pyrite cinder and high alumina petrochemical waste in the production of non-fired refractory composites. *Refractories and technical ceramics*, 2009, No. 4-5, pp. 35-42. (In Russ.).

10. Khlystov A.I., Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Kovkov I.V. & Denisov D.Yu. Ecological aspects of the use of pyrite cinder in the production of non-fired refractory composites. *Bashkir Chemical Journal*, 2009, Vol. 16, No. 2, pp. 81-83. (In Russ.).

For citation

Korobkova Yu.Yu., Safronov E.G., Kraskova N.I. & Abdrakhimov V.Z. Environmental management and recycling of iron-containing slag of CHPP in the production of non-incinerated heat-resistant composites. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 49-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-49-52.

Paper info

Received October 9, 2020

Reviewed October 18, 2020

Accepted November 11, 2020

О происхождении углеводородов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-53-55>

Определены базовые понятия научного мировоззрения в части совершенствования гипотезы образования Земли, полезных ископаемых и жизни: рациональность, системность, цикличность, бесконечность, неисчерпаемость. Установлено, что законы природы логичны и разумны, ее создания гармоничны и функциональны, поэтому происхождение солнечной системы концептуально рассматривается с позиции рациональности, системности, цикличности и бесконечности. Придерживаясь в основном общепризнанных концепций происхождения вселенной, звезд, Солнца, планет и жизни на Земле, авторы исходят из сути понятия «бесконечность» применительно к пространству вселенной и жизни. Установлено, что случайное происхождение жизни на Земле в результате синтеза органических элементов маловероятно. Выявлено, что жизнь на Земле необходима для непрерывного эволюционного, циклического, системного и рационального функционирования планеты, а углеводороды являются отходами бесконечного процесса вращения и работы ее двигателя, неисчерпаемы и подлежат утилизации.

Ключевые слова: углеводороды, неисчерпаемость, системность, цикличность, бесконечность, мировоззрение, ноосфера, утилизация.

Для цитирования: О происхождении углеводородов / Ю.В. Разовский, О.В. Борисова, Н.В. Артемьев и др. // Уголь. 2020. № 12. С. 53-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-53-55.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы происхождения Земли, углеводородов в ее недрах и других полезных ископаемых носят как практический, так и теоретический характер. Органическое происхождение углеводородов обуславливает их дефицит и высокие цены, связанные с ростом потребления энергоносителей и ограниченными объемами биомассы на Земле. Синтетическое происхождение угля, нефти и газа в недрах в результате термоядерных процессов является основой неисчерпаемого энергетического источника, во всяком случае до тех пор, пока Земля вращается вокруг собственной оси.

ГИПОТЕЗА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ

В настоящее время предполагается, что планета Земля образовалась из газопылевого облака и обломков космических объектов под воздействием мощного импульса радиации и гравитации Сверхновой звезды [1, 2]. Более логично, что Солнце образовалось раньше других пла-

РАЗОВСКИЙ Ю.В.

Доктор экон. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Гжельский государственный университет»,
140155, п. Электроизолятор, Московская обл., Россия,
e-mail: renta11@yandex.ru

БОРИСОВА О.В.

Канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Гжельский государственный университет»,
140155, п. Электроизолятор, Московская обл., Россия,
e-mail: borisova-ov@art-gzhel.ru

АРТЕМЬЕВ Н.В.

Доктор экон. наук, доцент,
профессор кафедры административного права
Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя,
профессор кафедры «Менеджмента и маркетинга»
Московского университета им. С.Ю. Витте,
115432, г. Москва, Россия,
e-mail: nikvalart@rambler.ru

САВЕЛЬЕВА Е.Ю.

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

нет Солнечной системы. Когда, как? Неизвестно. Однако на основании наблюдений установлено, что цикличность – основа мироздания – это научная истина. Поэтому можно предположить, что солнце возникло как энергетический осколок части взрыва расширяющейся вселенной, которая до этого сжималась до предельной плотности межгалактического вещества. Если звезды зажигают, значит – это кому-то нужно? Очевидно, что они освещают и обогревают космос, создавая условия для возникновения и развития жизни в соответствующих для этого условиях, например таких, которые сформировались на Земле и ей подобных планетах.

Солнце (Ярило) – было всегда. Это изначальная точка отсчета. Оно вечно будет освещать, греть Землю, превращая тьму космоса в живую материю. Примерно 15-5 млрд лет назад ее гравитация сжала космическую пыль, скопившуюся за несколько триллионов лет в этой части вселенной, до состояния возникновения начала термоядерного синтеза. Начало формироваться ядро планеты как двигатель, необходимый для ее вращения вокруг собственной оси. Вероятно 5-3,5 млрд лет назад внешнее ядро Земли – мантия уже существовало, было расплавлено и намагничено. Этому предшествовали длительный процесс захвата ближайших космических обломков и пыли, их переплавка, сопровождающаяся выделением газов. Постепенно горячая мантия Земли покрывалась твердеющей, остывающей базальтовой корой.

Учеными, однако, выдвинута нелогичная гипотеза «холодного» образования планеты за счет аккреции (от лат. *accretio* – приращение) – процесса увеличения размеров неорганического тела путем его наращивания по периферии раздробленным или деформированным веществом из окружающего пространства [2].

Самое нелогичное в этой гипотезе то, что в какой-то момент холодное ядро Земли вдруг раскалилось до плазменного состояния, а мантия расплавилась и стала полужидкой. Кто, когда включил термоядерный двигатель и зачем?

По смелым оценкам ученых, самые древние породы Земли – гренландские кварциты имеют возраст 4,7 млрд лет. Со временем химический состав континентальной коры изменился. Базальты заместились гранитами. Это произошло 2500-3500 млн лет назад. Земная кора, как крышка котла, прикрыла движение магматических расплавленных газоносных пород.

Кроме тепла ядро Земли выбрасывает в мантию углерод (сажу) – подобно тому, как двигатель автомобиля выбрасывает газы в выхлопную трубу, стенки которой покрываются сажей. В процессе движения расплавленных пород по мантии Земли содержащийся в них водород синтезировался с кислородом, и образовалась вода. В других условиях водород соединялся с углеродом, и образовывались разветвленные и неразветвленные углеводороды: горючий газ, нефть, уголь...

Все эти носители энергии выдавливались через мантию к земной коре и застревали в ней. В ряде случаев горячие воды гейзеров выплескивались на поверхность планеты, как и магма, вытекающая из жерла вулканов. Происходил интенсивный процесс – дегазация ядра и мантии Земли.

Важным фактором развития Земли в интервале 4,2-3,8 млрд лет могла быть ее метеоритная бомбардировка.

Метеориты несли Земле вещества со всей вселенной и укрепляли земную кору твердыми породами, металлами и сплавами. Крупные метеориты, попадая в «тонкие» места, в разломы, могли пробивать кору, образуя кратеры, которые заполнялись расплавленной базальтовой лавой. За миллиарды лет бомбардировок состав земной коры и верхней части мантии менялся, твердел, дифференцировался, естественные пустоты наполнялись водой, углем, нефтью и газом, металлами, радиоактивными и другими элементами.

На этом этапе могла начать формироваться атмосфера Земли. Она образовалась из летучих веществ, выделившихся в процессе дифференциации и синтеза вещества Земли.

Первичная атмосфера Земли имела относительно небольшие объемы свободного кислорода. Только незначительная его часть скапливалась в верхних слоях атмосферы в результате диссоциации молекул углекислого газа и воды. В настоящее время получены данные о наличии свободного кислорода в докембрийском геологическом периоде. Присутствие высокоокисленных соединений железа в красных полосах железных руд докембрия свидетельствует о наличии в тот период свободного кислорода. Состав атмосферы изменялся постоянно и регулировался как процессами дегазации мантии, так и физико-химическими факторами, которые имели место на поверхности Земли, включая остывание и, соответственно, снижение температуры окружающей среды. Кроме того, в формировании атмосферы на поздних стадиях, возможно, принимали участие живые организмы.

Формирование биосферы Земли было связано с выделением на ее поверхности атмосферы и гидросферы. Развитие жизни на Земле стало возможным после ее остывания до приемлемых температур. Существует версия, что на последних этапах остывания в результате радиохимических и каталитических реакций образовались органические соединения, обусловившие появление ДНК и саморазвивающихся высокомолекулярных систем. По оценкам ученых, некоторое количество первичного органического вещества небиологического происхождения (аминокислоты, формальдегиды, органические полимеры) образовалось на Земле от 4,6 до 3,8 млрд лет тому назад за счет осаждения материала типа углистых хондритов. Есть предположение, что жизнь на Земле существует столько же времени, сколько и сама планета. Более вероятно, что жизнь на земле появилась из дальнего космоса, поскольку нет научно обоснованных свидетельств и фактов превращения неживой материи в живую.

Научное мировоззрение оперирует термином «бесконечность». Это базовое понятие позволяет установить смысл жизни, заключающийся в ее бесконечном продолжении. Жизнь была, есть и будет всегда в разных формах. А поскольку пространство вселенной также бесконечно, то неизбежно пересечение двух бесконечностей: пространства и жизни.

Важно понять: для чего нужна жизнь на Земле? Весьма вероятно, что Земле как разумной системе – ноосфере нужен «трубочист», который бы прочищал поры и каналы в земной коре от углеводородов, полезных ископаемых и выпускал излишний «пар» из термоядерного «котла». Если этого не делать, то Земля может взорваться, как

паровой котел паровоза с закрытым клапаном. Пока двигатель крутит землю, будут выделяться выхлопные газы, синтезироваться отходы: уголь, нефть, газ, алмазы, которые необходимо утилизировать.

Исходя из объективной необходимости в утилизации углеводородов, Земля, используя силу гравитации, направляет пролетающую из другой галактики комету в воды остывающего океана. Ледяное ядро кометы растаяло, и размороженная живая клетка из неизвестной галактики очутилась в пригодной для размножения среде. Началась эволюция, итогом которой стал человек, призванный поработать своеобразным «трубочистом» планеты [3, 4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышеизложенное является мировоззренческой основой гипотезы неорганического происхождения углеводородов, формирующихся в результате работы двигателя, вращающего планету, следовательно, неисчерпаемых, хотя не исключается, что их относительно небольшая часть – результат органического синтеза на поверхности Земли [5].

Список литературы

1. Development of oil formation theories and their importance for peak oil // *Marine and Petroleum Geology*. 2010. Vol. 27. Is. 9. P. 1995-2004.
2. Сорохтин Н.О. Ранние этапы развития Земли // *Вестник Мурманского государственного технического университета*. 2004. Т. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rannie-etapy-razvitiya-zemli>. (дата обращения: 15.11.2020).
3. Семенов А.В., Руденко Ю.С., Разовский Ю.В. Рентное мировоззрение арктического развития России // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. 2014. № 4. С. 11-20.
4. Разовский Ю.В. Природная рента: управление сверхприбылью: учебник для вузов. М., 2019. 440 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylyu/chitat-onlayn/> (дата обращения: 15.11.2020).
5. Родкин М.В. Теории происхождения нефти: тезис – антитезис – синтез // *Химия и жизнь*. 2005. № 6. С. 14-17.

SUBSOIL USE

Original Paper

UDC 504:551:553.98 © Yu.V. Razovskiy, O.V. Borisova, N.V. Artemiev, E.Yu. Saveleva, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 53-55
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-53-55>

Title

ABOUT THE ORIGIN OF HYDROCARBONS

Authors

Razovskiy Yu.V.¹, Borisova O.V.¹, Artemiev N.V.^{2,3}, Saveleva E.Yu.³

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

² Moscow University of the Ministry of Internal Affairs. V.J. Kikot, Moscow, 117997, Russian Federation

³ Moscow Witte University, 115432, Moscow, Russian Federation

Authors' Information

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

Borisova O.V., PhD (Economic), Associate Professor, e-mail: borisova-ov@art-gzhel.ru

Artemiev N.V., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor, e-mail: nikvalart@rambler.ru

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

Abstract

The basic concepts of the scientific worldview in terms of improving the hypothesis of the formation of the Earth, minerals and life are defined: rationality, system, cyclicity, infinity, inexhaustibility. It is established that the laws of nature are logical and reasonable, its creations are harmonious and functional, so the origin of the solar system is conceptually considered from the position of rationality, systematicity, cyclicity and infinity. Adhering mainly to the generally accepted concepts of the origin of the universe, stars, Sun, planets and life on Earth, the authors proceed from the essence of the concept of infinity in relation to the space of the universe and life. It is established that the accidental origin of life on earth as a result of the synthesis of organic elements is unlikely. It is revealed that life on Earth is necessary for the uninterrupted evolutionary, cyclical, systematic and rational functioning of the planet, and hydrocarbons are waste products of the endless process of rotation and operation of its engine, inexhaustible and subject to disposal.

Keywords

Hydrocarbons, Inexhaustibility, System, Cyclicity, Infinity, Worldview, Noosphere, Utilization.

References

1. Development of oil formation theories and their importance for peak oil. *Marine and Petroleum Geology*, 2010, Vol. 27, Issue 9, pp. 1995-2004.
2. Sorokhtin N.O. Early stages in geological development of the Earth. *Vestnik MGTU - Scientific Journal of MSTU*, 2004, Vol. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rannie-etapy-razvitiya-zemli> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
3. Semenov A.V., Rudenko Yu.S. & Razovskiy Yu.V. Royalty vision of the Russian Arctic development. *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Yu. Witte - Moscow Witte University Bulletin*, Series 1: Economics and Management, 2014, No. 4, pp. 11-20. (In Russ.).
4. Razovsky Yu.V. Natural resource royalty: excess profits management: Textbook for higher education institutions. Moscow, 2019, 440 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylyu/chitat-onlayn/> (accessed 15.11.2020). (In Russ.).
5. Rodkin M.V. Theories of petroleum origin: thesis - antithesis - synthesis. *Khimiya i Zhizn - Chemistry and Life*, 2005, No. 6, pp. 14-17. (In Russ.).

For citation

Razovskiy Yu.V., Borisova O.V., Artemiev N.V. & Saveleva E.Yu. About the origin of hydrocarbons. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 53-55. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-12-53-55](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-53-55).

Paper info

Received July 5, 2020

Reviewed July 21, 2020

Accepted November 11, 2020

Бездымное бытовое топливо: опыт применения в Красноярске

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-56-62>

СТЕПАНОВ С.Г.

Доктор техн. наук,
начальник Управления инновационных
технологий переработки угля
АО «СУЭК-Красноярск»,
660049, г. Красноярск, Россия,
e-mail: StepanovSG@suek.ru

МИХАЛЕВ И.О.

Канд. техн. наук,
заместитель управляющего филиалом (по технологии)
ООО «Сибниуглеобогащение» в г. Красноярске,
660060, г. Красноярск, Россия,
e-mail: MikhalevIO@suek.ru

ЕВТУШЕНКО Е.М.

Заместитель генерального директора
(технический директор)
АО «СУЭК-Красноярск»,
660049, г. Красноярск, Россия,
e-mail: EvtushenkoEM@suek.ru

ЛОГИНОВ Д.А.

Канд. техн. наук,
начальник управления НИОКР
филиала ООО «Сибниуглеобогащение» в г. Красноярске,
660060, г. Красноярск, Россия,
e-mail: LoginovDA@suek.ru

ДЕМЕНЧУК С.В.

Технолог филиала ООО «Сибниуглеобогащение»
в г. Красноярске,
660060, г. Красноярск, Россия,
e-mail: DemenchukSV@suek.ru

На основе анализа сводного тома предельно допустимых выбросов (ПДВ) Красноярска показано, что доминирующее негативное воздействие на атмосферу города оказывают печи и котлы частного сектора, а лидером по вредному воздействию является бенз(а)пирен. Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК) первой в России начала производить бездымные брикеты для коммунально-бытовых нужд. На базе производственной котельной разреза «Березовский» сооружен пилотный комплекс по переработке угля, производящий до 30 тыс. т в год бездымных брикетов. Тестирование бездымных брикетов на бытовом котле показало, что суммарное вредное воздействие снижается более чем в 30 раз по сравнению со сжиганием угля и на порядок по сравнению с древесным топливом.

В марте 2019 г. в Красноярске был проведен масштабный двухнедельный эксперимент по замещению традиционного топлива бездымными брикетами, в котором приняли участие более 9300 домовладений (около 70% частного сектора города). Несколько передвижных лабораторий вели мониторинг атмосферы и зафиксировали кратное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в городе.

Ключевые слова: автономный источник теплоснабжения, бездымное топливо, бенз(а)пирен, брикеты, бурый уголь, буругольный кокс, термическая переработка угля, экологическая безопасность.

Для цитирования: Бездымное бытовое топливо: опыт применения в Красноярске / С.Г. Степанов, И.О. Михалев, Е.М. Евтушенко и др. // Уголь. 2020. № 12. С. 56-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-56-62.

ЭКОЛОГИЯ КРАСНОЯРСКА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СВОДНОГО ТОМА ПДВ

Красноярск расположен между хребтами гор. Из-за работы Красноярской ГЭС над городом образуется влажный туман, который мешает рассеиванию низовых выбросов в периоды неблагоприятных метеоусловий (НМУ). Низовые выбросы (на высоте менее 100 м) создают автотранспорт, частные домовладения и малые котельные.

Первый режим НМУ был объявлен 16 февраля 2012 г. Красноярск и в прежние годы не отличался чистотой атмосферного воздуха, но столь частого появления удушливого смога раньше не отмечалось. Более того, начиная с 1990-х гг. многие крупные заводы в черте города (Крастьямаш, шинный завод, комбайновый завод, целлюлозно-

бумажный комбинат, гидролизный завод, химкомбинат «Енисей» и др.) были остановлены, на многих действующих предприятиях выбросы были снижены в результате реализации природоохранных мероприятий или уменьшения объемов производства. Новых заводов практически не вводилось, серьезных изменений в распределении направлений и скоростей ветра на метеостанции Красноярска за последние 25 лет не зафиксировано [1], скачкообразного роста количества автотранспорта или числа котельных к 2012 г. тоже не наблюдалось, а экологическая обстановка в городе изменилась в худшую сторону.

Причина такого парадокса станет понятна, если вспомнить, что к этому времени энергетики оснастили практически всех потребителей новыми приборами учета электроэнергии и, наконец, выиграли затяжную войну с незаконными врезками в электросеть. И частный сектор затопил печи (рис. 1). Ранее, еще с советских времен, подавляющая часть частных домовладений использовала электроотопление, далеко не всегда законно. Печи использовали большей частью как резервный теплоисточник на случай отключения электроэнергии. Но могут ли печи и котлы частного сектора оказать существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха в городе? – Могут, и об этом – далее.

В 2018 г. была завершена очередная плановая (раз в пять лет) корректировка сводного тома предельно допустимых выбросов (ПДВ) Красноярска. Работа выполнялась Санкт-Петербургским Институтом проектирования экологии и гигиены (ИПЭГ) по государственному контракту с Министерством экологии и рационального природопользования Красноярского края (Минэкологии края). Впервые в сводный том ПДВ были включены автономные источники теплоснабжения (АИТ): печи и котлы частного сектора. Это нововведение применено в России всего во второй раз, первым был Улан-Удэ.

Учет АИТ в сводном томе ПДВ радикально изменил расстановку стационарных источников выбросов по значимости, выведя (неожиданно для многих) печи и котлы частного сектора в лидеры по загрязнению атмосферного воздуха Красноярска. Никто раньше просто не представлял, сколько 13,5 тыс. частных домовладений – это несколько крупных сел внутри миллионного города – выбрасывают вредных веществ при отоплении углем и дровами.

Справочно:

Бытует мнение, что дрова, в отличие от угля, являются экологически чистым топливом. Это миф. Данные из «Руководства по инвентаризации выбросов» [2] Евросоюза по удельным выбросам бенз(а)пирена при сжигании различного топлива в колосниковой бытовой печи или котле показывают, что на дровах и угле они соизмеримы: для угля – 500-2600 мг/т; для древесного топлива – 600-2000 мг/т. Именно поэтому ни дрова, ни древесные пеллеты в Евросоюзе и других развитых странах не сертифицированы как бездымное топливо.

На основе данных сводного тома ПДВ разработчиком (ИПЭГ) были произведены расчеты полей приземных концентраций для загрязняющих веществ (ЗВ) и выполнено интересное и важное параметрическое исследование, суть которого заключалась в том, что поля призем-



Рис. 1. Вид на частные домовладения Красноярска в период НМУ (штиль). Свердловский район

Fig. 1. Krasnoyarsk private houses view during unfavorable meteorological conditions (calm). Sverdlovsky district

ных концентраций были определены для стационарных источников загрязнения суммарно и по группам:

- все промышленные предприятия и объекты энергетики;
- отдельно ТЭЦ;
- отдельно котельные;
- отдельно АИТ.

Анализ полей приземных концентраций для различных групп источников загрязнения позволил выявить доминирующие ЗВ и их основные источники. Наиболее важные выводы, часть которых идет вразрез с устоявшимся общественным мнением и исследованиями прошлых лет, – следующие:

- доминирующим ЗВ в городе является бенз(а)пирен. Именно по нему фиксируются самые высокие разовые превышения ПДК (от 3 до 7,5 раз в разных районах города), а общая площадь, на которой по бенз(а)пирену превышены гигиенические нормативы, – более 50% территории города. Для сравнения: по второму по значимости ЗВ – пыли неорганической – гигиенические нормативы превышены всего на 14,2% территории города;

- в городе два главных источника бенз(а)пирена, а не один, как считали ранее: промпредприятия (выбросы – 1145 кг в год, ответственные за превышение гигиенических нормативов на 24,2% территории города) и АИТ частного сектора (выбросы – всего (!) около 70 кг в год, но частный сектор ответствен за превышение гигиенических нормативов по бенз(а)пирену на 24,6% (!) территории города). В отличие от промпредприятий, частный сектор рассредоточен по городу и выбрасывает ЗВ через низкие трубы прямо в жилую зону, поэтому вышеупомянутые 70 кг бенз(а)пирена в год от АИТ частного сектора для жителей города оказались даже вреднее 1145 кг бенз(а)пирена в год от промпредприятий;

- в выбросах ЗВ от АИТ частного сектора основной вклад во вредное воздействие с учетом фактора опасности (величины обратной среднесуточной ПДК) дает бенз(а)пирен: 82,8% согласно расчетам (см. таблицу) на основе сводного тома ПДВ. Доля остальных ЗВ незначительна;

**Расчет вклада различных вредных веществ
в суммарное вредное воздействие от АИТ частного сектора**

Вещество	Код	Поступление в атмосферу от АИТ, т в год	Среднесуточное ПДК, мг/м ³	Коэффициент опасности, K _{он}	Приведенное вредное воздействие, т в год × K _{он}	Вредное воздействие, % от общего
NO ₂	301	80,31	0,04	75	6023	2,4
NO	304	12,47	0,06	50	624	0,2%
SO ₂	330	182,12	0,05	60	10927	4,3%
CO	337	15 581	3,0	1	15581	6,1%
Бенз(а)пирен	703	0,0697	10 ⁻⁶	3000000	209100	82,8%
Твердые	2902	9,09	0,15	20	182	0,1%
Твердые	2908	332,3	0,1	30	9969	3,9%
Всего		16197			252406	100%

• хотя автотранспорт также дает «низкие» выбросы, общая эмиссия бенз(а)пирена от него (около 5 кг в год) незначительна по сравнению с выбросами от АИТ частного сектора;

• выбросы бенз(а)пирена от угольных ТЭЦ (около 13 кг в год) и котельных (около 12 кг в год) не являются значимыми, так как эти выбросы попадают в атмосферу через высокие трубы, в отличие от «низких» выбросов от АИТ;

• красноярские ТЭЦ-1, 2 и 3 не являются главными загрязнителями атмосферного воздуха города. Они (ТЭЦ) ответственны за превышения гигиенических нормативов только по диоксиду азота на 0,9% территории города в районе ТЭЦ-2 и по неорганической пыли – на 6,2% территории города в районе ТЭЦ-1.

Корректировка сводного тома ПДВ Красноярск убедительно показала, что индивидуальное печное отопление и локальные котельные хоть и уступают заводам и ТЭЦ по суммарному объему вредных выбросов, но превосходят их по вредному воздействию, так как ЗВ попадают в атмосферу через низкие трубы и без всякой газоочистки. Красноярск в этом плане – не исключение: подобная ситуация встречается во многих других местах, и есть города, где доля частного сектора значительно выше, а ситуация – намного острее (например: Минусинск, Чита, Улан-Удэ, Кызыл и др.).

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БОРЬБЫ СО СМОГОМ

Как бороться со смогом? Электроотопление и привозной сжиженный газ? – Удобно, но недешево. Природный газ? – Еще дороже, если строить магистральный газопровод в Красноярск. К тому же случится это не скоро. Поэтому оптимальным решением в рамках комплексного подхода к улучшению экологии города представляется использование бездымного твердого топлива, как это уже давно делают в ряде других стран.

Впервые Закон «О чистом воздухе» был принят в Англии в 1956 г. [3]. Этот документ ввел прямой запрет на черный дым из труб печей и каминов. Топка углем в Лондоне была поставлена вне закона. Это дало толчок развитию рынка нового товара – бездымного бытового топлива (smokeless domestic fuel).

Большая часть вредных веществ: канцерогенов, сажи и взвешенных веществ (это – видимый дым) – выделяется на начальной стадии горения топлива, когда происходит его термическое разложение (пиролиз). Чем меньше органической массы топлива при нагреве способно пе-

рейти в летучее состояние, тем «чище» топливо по вредным выбросам, тем оно «бездымнее». Поэтому в Великобритании, а затем и в других странах, стали производить брикеты с использованием угля, который был подвергнут предварительной термообработке при высокой температуре (700–1000°C). Такое топливо при сжигании в печи, камине или мангале не дымило и было разрешено для применения.

В странах ЕЭС, Британского содружества, в США, Японии и ряде других стран действуют законодательные нормы по применению в автономных отопительных приборах только определенных марок твердого топлива, которые прошли обязательную сертификацию. Например, в Великобритании, прежде чем бытовое топливо попадет на рынок, его тестируют: сжигают на специальном стенде по утвержденным стандартам и анализируют выбросы. Если испытания успешны, топливо официально получает наименование «бездымное», сертификат Департамента экологии (DEFRA), а производитель на упаковке гордо указывает: «HETAS approved smokeless fuel» («одобренное HETAS бездымное топливо») [4]. HETAS (the Heating Equipment Testing and Approval Scheme) – это государственный орган по тестированию и сертификации как топлива, так и отопительных приборов (печей, каминов, бытовых котлов). Как в Великобритании, так и в ряде других стран использование топлива, не имеющего одобрения природоохранных служб, влечет для домовладельца крупный штраф. Для этого достаточно того, что на территории домовладения обнаружат несертифицированное топливо. Рынок бездымного топлива в Европе оценивается приблизительно в 12 млн т в год, в США – в 3–4 млн т в год [5].

СУЭК – ПИОНЕР В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗДЫМНОГО БЫТОВОГО ТОПЛИВА В РОССИИ

В России до недавнего времени бездымное топливо производили только из древесного угля: для отопления оно дорого, применяют его только для мангалов. Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК) – крупнейшая в России и пятая в мире по добыче угля – первой начала производить бездымные брикеты из термообработанного бурого угля для коммунально-бытовых нужд. Для термообработки угля применяется новейшая отечественная технология, основанная на частичной газификации угля в котлах с кипящим слоем [6] и имеющая высокий уровень экологической безопасности.



Рис. 2. Промышленный комплекс АО «Разрез Березовский» (группа СУЭК) по переработке бурого угля в коксовую продукцию
 Fig. 2. "Berezovsky Open-pit mine" JSC Complex (SUEK) for processing of brown coal into coke products

В 2019–2020 гг. по данной технологии на промплощадке АО «Разрез Березовский» (Шарыповский район Красноярского края) на базе производственной котельной сооружен промышленный комплекс (рис. 2) по переработке угля в коксовую продукцию (30 тыс. т в год) с одновременной генерацией тепловой энергии. Поскольку все выбросы отнесены на тепло, углеродная продукция производится условно с нулевыми выбросами. В данной технологии из энергетического цикла выводится приблизительно две трети углерода в виде твердого продукта, а для генерации тепловой энергии сжигаются в основном летучие вещества угля (в них преобладает водород), поэтому по сравнению с классическим сжиганием угля снижается удельная эмиссия CO_2 .

Производство включает три стадии:

- дробление и рассев угля 2БР с подачей класса 5-15 мм в основной технологический процесс;
- термообработку угля в энерготехнологических установках на базе типового отопительного котлоагрегата с получением мелочи коксовой (МК) [7];
- брикетирование МК со связующим согласно запатентованному способу [8].

Промышленный комплекс отличается гибкостью технологии, благодаря которой он способен выпускать продукцию разных типов в зависимости от спроса и цен на рынке. К настоящему времени освоен выпуск МК и двух видов брикетов: металлургических и бездымных коммунально-



Рис. 3. Бездымное топливо (брикеты)
 Fig. 3. Smokeless briquettes

бытового назначения (рис. 3). Коксовая мелочь является как исходным сырьем для брикетов, так и самостоятельной товарной продукцией при поставках в металлургию. Дальнейшее наращивание объемов производства бездымного топлива планируется на базе котельных в Красноярске.

Бездымные брикеты СУЭК удостоены Всероссийской премии в области экологии и ресурсосбережения в номинации «Иновация года», премии «Время инноваций 2019» в

номинации «Экология и ресурсосбережение», победы на Всероссийском конкурсе «Развитие регионов. Лучшее для России» в номинации «Продукт года», а сама компания получила благодарность Совета Федерации за внимание к сохранению окружающей среды.

ТЕСТИРОВАНИЕ БЕЗДЫМНОГО ТОПЛИВА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ

Для сравнительного тестирования твердого топлива в Экспериментальном центре филиала ООО «Сибниуглеобогащение» в г. Красноярске (предприятие входит в группу СУЭК) был создан специальный испытательный стенд, который представляет собой набор обычных бытовых котлов для сжигания твердого топлива на колосниковой решетке (рис. 4), оснащенных датчиками и приборами для определения концентраций ЗВ в дымовых газах, а также для определения основных параметров работы бытовых котлов: теплопроизводительности, КПД, температуры ко-



Рис. 4. Экспериментальный стенд на базе бытового котла для тестирования топлива: слева – сжигание угля, справа – сжигание бездымных брикетов

Fig. 4. Experimental unit based on a domestic boiler to test fuels. Coal is on fire (left), and smokeless briquettes are on fire (right)

лосниковой решетки и т.д. Котлы и печи такого типа используются в большинстве домов частного сектора.

Основные ЗВ, поступающие в атмосферный воздух при сжигании топлива – оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO), взвешенные вещества и широкая гамма канцерогенов (в основном полиароматических соединений, выделяющихся при термическом разложении твердого топлива), содержание которых определяется концентрацией в пылегазовом потоке характерного «маркера» – бенз(а)пирена.

Необходимо отметить, что стандартные методики инструментальных измерений промышленных выбросов, применяемые лабораториями природоохранных служб, разработаны для источников со стационарным режимом работы (например, промышленных отопительных котлов), когда параметры пылегазового потока (температура, скорость) и концентрации измеряемых компонентов существенно не меняются во времени. При работе бытового отопительного устройства с периодической загрузкой топлива процесс горения и, соответственно, параметры пылегазового потока не стационарны, а характерная концентрация оксида углерода (химический недожог) значительно превышает предел измерений газоанализаторов, предназначенных для промышленных выбросов. Фактически в России нет стандартизованных методик для инструментальных измерений вредных выбросов от бытовых печей и котлов с периодической загрузкой топлива. Поэтому для решения задачи: определить, во сколько раз

удельные вредные выбросы на бездымном топливе ниже, чем на традиционном, был поставлен эксперимент на серийно выпускаемом бытовом водогрейном котле теплопроизводительностью 12 кВт, конструкция и конфигурация топки которого максимально близки к типичным отопительным устройством частного сектора.

В ходе экспериментов соблюдались следующие условия:

- сжигание топлива производилось в одинаковых условиях: при номинальной нагрузке отопительного устройства в фазе горения с максимальным тепловыделением;
- инструментальные измерения и отбор проб осуществлялись на всем протяжении сжигания порции топлива по стандартизированным методикам для промышленных выбросов при непрерывном мониторинге параметров пылегазового потока.

Инструментальные измерения были выполнены специалистами аккредитованных лабораторий: Экологической лаборатории филиала АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» и лаборатории Минэкологии края.

Результаты измерений показали, что при сжигании бездымных брикетов удельные выбросы по оксидам азота и серы снижаются на порядок, по оксиду углерода – в 1,5-2 раза, по взвешенным веществам (это видимый дым) – на два порядка, а по бенз(а)пирену – более чем в 40 раз по сравнению со сжиганием бурых углей 2Б и 3Б, типично поставляемых частным домовладениям Красноярска.

Справочно:

Анализ требований к бездымному бытовому топливу в Евросоюзе и сопоставление этих требований с характеристикой бездымных брикетов СУЭК показали, что брикеты СУЭК имеют существенные преимущества по удельным вредным выбросам. В частности, по бенз(а)пирену удельные выбросы при сжигании брикетов СУЭК ни разу не превышали 45 мг/т (в основном – ниже 30 мг/т), в то время как для бездымного топлива согласно «Руководству по инвентаризации выбросов» Евросоюза [2] этот параметр составляет 330 мг/т. Содержание серы в брикетах СУЭК (0,16%) – втрое ниже, чем в большинстве бездымных топлив, представленных на европейском рынке.

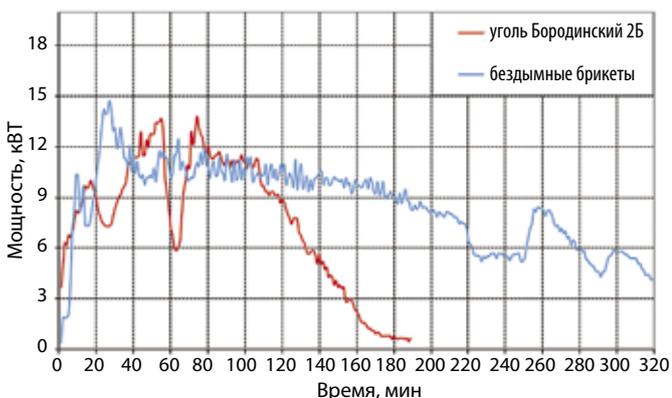


Рис. 5. Тепловая мощность котла

Fig. 5. Boiler thermal rating

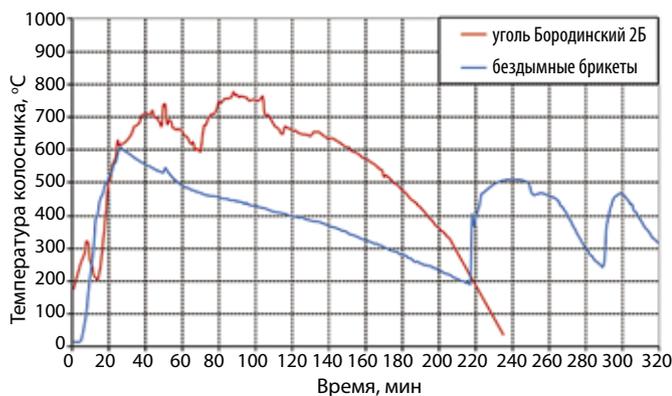


Рис. 6. Температура колосника

Fig. 6. Grate temperature

Оценка суммарного вредного воздействия с учетом фактора вредности показала, что при сжигании бездымного топлива (брикетов) вредное воздействие снижается более чем в 30 раз по сравнению со сжиганием бурого угля и на порядок – по сравнению с древесным топливом.

В ходе стендовых испытаний было установлено, что при использовании бездымных брикетов коэффициент использования топлива (отношение величины полезной тепловой энергии к теплоте сгорания загруженного топлива) в 1,5 раза выше (57–60% против 35–40%), чем при сжигании угля, за счет большей продолжительности фазы активного горения (рис. 5). Температура в топке практически такая же, как при сжигании бурого угля, а температура колосника существенно ниже (рис. 6), поэтому при использовании бездымных брикетов с более высокой, чем у традиционных твердых топлив, теплотой сгорания исключается выход отопительного устройства из строя из-за прогорания колосников или стенок топки.

**ТЕСТИРОВАНИЕ
БЕЗДЫМНОГО ТОПЛИВА
ВЕСНОЙ 2019 г.**

В марте 2019 г. по инициативе и при участии Минэкологии края был проведен масштабный эксперимент, который должен был дать ответ на вопрос: «Может ли замещение в частном секторе угля и дров бездымными брикетами заметно снизить загрязнение атмосферного воздуха в городе?». Жителям частного сектора Красноярска (более 9300 домовладений) доставили по 300 кг брикетов: это примерно двухнедельная норма. Несколько передвижных лабораторий Минэкологии края, Сибирского федерального университета (СФУ) и Росгидромета при участии «зеленых» осуществляли мониторинг атмосферы города.

На рис. 7 представлены некоторые результаты инструментальных измерений концентраций бенз(а)пирена в сопоставимых погодных условиях при сжигании бездымных брикетов в марте 2019 г. и традиционного твердого топлива – в прежние годы. Несмотря на ограниченный период и количество измерений, можно однозначно утверждать, что бездымные брикеты способны оказать значительное положительное влияние на качество атмосферного воздуха в городе.

На рис. 8 приведены некоторые результаты численного моделирования, выполненного специалистами Кафедры

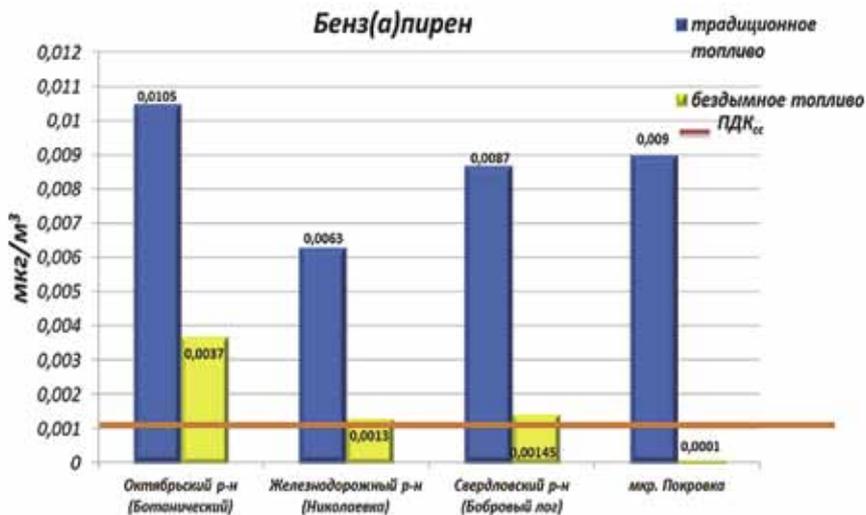


Рис. 7. Снижение приземных концентраций бенз(а)пирена при замещении традиционного топлива (уголь, дрова) бездымными брикетами в Красноярске в марте 2019 г. (по данным Минэкологии края от 11.03.2019)

Fig. 7. Reduction of ground-level concentrations of Benz(a)pyrene when replacing traditional fuel (coal, firewood) with smokeless briquettes in Krasnoyarsk (data of the Krai Ministry of Environment Protection dated 11.03.2019)

геоинформационных систем СФУ: расчетные приземные концентрации бенз(а)пирена на территории Красноярска без учета других источников. Эти данные также свидетельствуют в пользу того, что существует реальная техническая возможность радикально снизить негативное воздействие АИТ частного сектора на атмосферу города. Для этого нужно перевести колосниковые печи и котлы частного сектора на бездымное топливо.

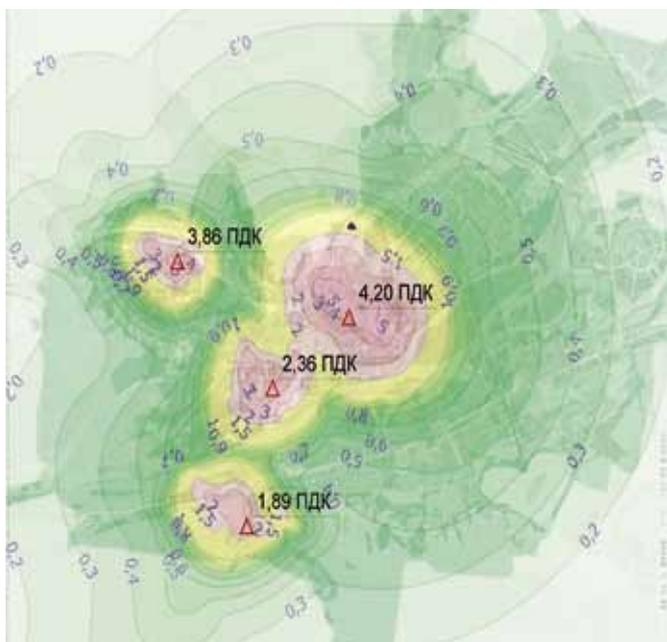


Рис. 8. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Красноярске АИТ частного сектора бенз(а)пиреном (расчетные приземные концентрации): слева – при использовании традиционного топлива (уголь, дрова); справа – при использовании бездымных брикетов

Fig. 8. The level of atmospheric air pollution in Krasnoyarsk by heating devices of the private houses with Benz(a)pyrene (calculated surface concentrations). On the left – when using traditional fuel (coal, firewood), on the right – when using smokeless briquettes

ЧТО НУЖНО СДЕЛАТЬ ДАЛЬШЕ?

1. Необходимо разработать городскую/краевую программу замещения традиционного топлива бездымным в частных домовладениях и локальных котельных малой мощности с обеспечением мер социальной поддержки для малоимущих слоев населения и пенсионеров.

2. По аналогии с зарубежным опытом необходимо разработать систему испытания и сертификации топлива и принять нормативные акты, которые поставят дымящие трубы частных домовладений и мелких котельных вне закона.

Список литературы

1. Urban wind fields: Phenomena in transformation / S.V. Mikhailuta, A.A. Lezhenin, A. Pitt et al. // *Urban Climate*. 2017. No. 19. P. 122–140.

2. Wenborn M. An approach to Estimation of PAH emissions. P. van der Most. *Emission Inventory Guidebook*, 1999. 12 p.

3. The Clean Air Act, 1956. [Electronic resource]. Available at: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/Eliz2/4-5/52/enacted> (дата обращения: 15.11.2020).

4. Appliances Burning Solid Mineral Fuels & Wood. HETAS approved for use on, 2013 [Electronic resource]. – Available at: <https://docplayer.net/38433012-Hetas-approved-for-use-on-open-fire-closed-appliances-gravity-feed-hetas-approved-for-use-on-open-fire-closed-appliances-gravity-feed.html> (дата обращения: 15.11.2020).

5. Малолетнев А.С., Мазнева О.А., Наумов К.И. Получение гранулированного бытового топлива из мелких классов углей Подмосковского и Канско-Ачинского бассейнов // *Химия твердого топлива*. 2012. № 2. С. 47-54.

6. Исламов С.Р. Частичная газификация угля. М.: Горное дело, 2017. 384 с.

7. Пат. 2285715 РФ. Способ получения металлургического среднетемпературного кокса / С.Р. Исламов, С.Г. Степанов (РФ). № 2005124136/04; Заявл. 29.07.2005; Опубл. 20.10.2006; Бюл. 29.

8. Пат. 2655175 РФ. Способ получения металлургического брикета / С.Р. Исламов, И.О. Михалев, А.П. Черных, Д.А. Логинов (РФ). № 2018109074; Заявл. 14.03.2018; Опубл. 24.05.2018; Бюл. 15.

Original Paper

UDC 622.85:662.813 © S.G. Stepanov, I.O. Mikhalev, E.M. Evtushenko, D.A. Loginov, S.V. Demenchuk, 2020
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 12, pp. 56-62
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-56-62>

Title

SMOKELESS DOMESTIC FUEL: KRASNOYARSK EXPERIENCE

Authors

Stepanov S.G.¹, Mikhalev I.O.², Evtushenko E.M.¹, Loginov D.A.², Demenchuk S.V.²

¹ "SUEK-Krasnoyarsk" JSC, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

² Branch of "SibNllugleobogasheniye" LLC in Krasnoyarsk city, 660060, Russian Federation

Authors' Information

Stepanov S.G., Doctor of Engineering Sciences, Chief of Innovative Coal Processing Technologies Bureau, e-mail: StepanovSG@suek.ru

Mikhalev I.O., PhD (Engineering), Deputy Branch Manager (Technology), e-mail: MikhalevIO@suek.ru

Evtushenko E.M., Deputy General Director (Technical Director), e-mail: EvtushenkoEM@suek.ru

Loginov D.A., PhD (Engineering), Chief of R&D Bureau, e-mail: LoginovDA@suek.ru

Demenchuk S.V., Technologist, e-mail: DemenchukSV@suek.ru

Abstract

The present paper indicates that, based on the analysis of the maximum permissible emissions (MPE) assessment summary for Krasnoyarsk city, the furnaces and boilers of the private housing have the dominant negative impact on the city's atmosphere with benz(a)pyrene being the most prominent harmful substance. Siberian Coal and Energy Company (SUEK) was the first in Russia to produce smokeless fuel briquettes for domestic use. A pilot lignite processing plant capable of producing up to 30 ktpa of smokeless fuel briquettes had been constructed on the premises of the industrial boiler plant at the Berezovskiy open cast mine. The testing of the briquettes in a domestic boiler has revealed that the negative impact from burning thereof is reduced 30-fold as compared to coal and by an order of magnitude as compared to firewood. In March 2019 in Krasnoyarsk, a large-scale fortnight-long experiment had been conducted as follows. The traditional solid fuels had been replaced with smokeless briquettes in more than 9300 private households (those comprise approximately 70% of private housing in Krasnoyarsk), whereas several mobile laboratories had been monitoring the air quality and have registered a many-fold reduction of the air pollution levels.

Keywords

Autonomous heater, Smokeless fuel, Benz(a)pyrene, Briquettes, Lignite, Lignite coke, Thermal coal processing, Environmental safety.

References

1. Mikhailuta S.V., Lezhenin A.A., Pitt A. & Taseiko O.V. Urban wind fields: Phenomena in transformation. *Urban Climate*, 2017, No. 19, pp. 122–140.

2. Wenborn M. An approach to Estimation of PAH emissions. P. van der Most. *Emission Inventory Guidebook*, 1999, 12 p.

3. The Clean Air Act, 1956. [Electronic resource]. Available at: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/Eliz2/4-5/52/enacted> (accessed 15.11.2020).

4. Appliances Burning Solid Mineral Fuels & Wood. HETAS approved for use on. 2013. [Electronic resource]. Available at: <https://docplayer.net/38433012-Hetas-approved-for-use-on-open-fire-closed-appliances-gravity-feed-hetas-approved-for-use-on-open-fire-closed-appliances-gravity-feed.html> (accessed 15.11.2020).

5. Maloletnev A.S., Mazneva O.A. & Naumov K.I. Production of granulated household fuel from small coal classes in the Moscow region and Kansk-Achinsk coal basins. *Chemistry of Solid Fuel*, 2012, No. 2, pp. 47-54. (In Russ.).

6. Islamov S.R. Partial coal gasification. Moscow, Gornoye Delo Publ., 2017, 384 p. (In Russ.).

7. Islamov S.R. & Stepanov S.G. Metallurgical medium-temperature coke production process. RU 2285715, 29.07.2005, Bul. 29. (In Russ.).

8. Islamov S.R., Mikhalev I.O., Chernykh A.P. & Loginov D.A. Metallurgical briquette production process. RU 2655175, 14.03.2018, Bul. 15. (In Russ.).

For citation

Stepanov S.G., Mikhalev I.O., Evtushenko E.M., Loginov D.A. & Demenchuk S.V. Smokeless domestic fuel: Krasnoyarsk experience. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 12, pp. 56-62. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-12-56-62](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-56-62).

Paper info

Received October 20, 2020

Reviewed October 30, 2020

Accepted November 11, 2020

Секрет эффективного обезвоживания

ЛОХОВ Д.С.

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



Ключевые слова: TAPP Group, дегидрация, дегидрационный комплекс.

«Как нам сэкономить без ущерба для эффективности?», «Как понизить влажность концентрата до 12-14% с существующей 20-22%?», «Что нужно сделать, чтобы увеличить производительность предприятия?»

Нам часто задают эти вопросы, и мы знаем проверенный ответ.

На сегодняшний день мир пестрит разнообразием оборудования и приспособлений для обезвоживания материала, но мало кто из производителей может предложить понижение влажности на такой процент, при котором получится снизить затраты на производство и обслуживание, а также повысить валовую прибыль.

С крупным материалом все понятно: для его обезвоживания используют оборудование для грохочения, а как быть с мелким классом? Тут труднее. Для удаления лишней влаги с мелких и тонких частиц используют более сложное оборудование, такое как центрифуги и фильтры, но и они не дают идеального результата. И как же быть?

Дегидрация – это процесс отделения влаги от частиц материала. Согласно исследованиям, лучшего результата можно добиться при ускорениях в 20G. У нас есть идеально подходящее оборудование – дегидрационный комплекс TAPP Group, состоящий из дегидрационных грохота и центрифуги. Ускорение грохота достигает 20G, а центрифуги – 15G. Такие показатели достигаются за счет конструктивных особенностей оборудования и позволяют снизить влажность материала до 12-14% с 20-22% на классе 0-1 мм.

Свяжитесь с нами любым удобным способом, чтобы узнать подробнее о работе оборудования, используемых запчастях и реализованных кейсах.



В чем отличие от традиционного оборудования?

Осадительно-фильтрующие центрифуги имеют значительное преимущество перед фильтрами за счет наиболее низких показателей влажности, поэтому проведем небольшое сравнение нашего дегидрационного комплекса с осадительно-фильтрующей центрифугой «Декантр».

Процесс отделения жидкости от твердых частиц в центрифуге «Декантр» проходит в два этапа. Сначала происходит центробежный отжим в сплошном цилиндрическом роторе. Этот процесс осаждает твердые частицы из пульпы за счет центробежной силы. Вторым этапом является действие центробежной фильтрации. Часто вместе с дренировавшим фугатом в подситовое пространство попадает и ценный материал. Поэтому его отправляют на повторное извлечение, что является лишней нагрузкой. Влажность продукта после прохождения всех этапов составляет 18-20%, а стоимость обслуживания такой установки обойдется вам в 5-6 млн руб. К тому же, осадительно-фильтрующие центрифуги крайне чувствительны к пере-

грузкам, и после полной остановки их весьма сложно запустить в работу.

Дегидрационный комплекс TAPP Group имеет стоимость 18-25 млн руб. А стоимость владения составляет не более 2,5 млн руб. в год. Сначала материал проходит через грохот, работающий с ускорением в 20G, на этом этапе происходит интенсивное разрушение капилляров, из которых высвобождается большое количество влаги. Далее материал попадает в дегидрационную центрифугу. Никаких лишних циркуляционных нагрузок. На выходе влажность концентрата составляет 12-14%.

Комплекс лишен недостатка останавливаться по перегрузке во время увеличения содержания мелкого класса в исходном сырье. А используемые высококачественные материалы и конструктивные особенности делают оборудование надежным и долговечным.

Какие еще плюсы владения дегидрационным комплексом вас ожидают:

- сокращение времени простоя фабрики на ППР;
- экономия электроэнергии для сушильных установок;
- увеличение зольности кека и многое другое!

Интересно повысить эффективность своего предприятия? Свяжитесь с нами любым удобным способом, и наши специалисты помогут вам в решении любых задач!

Наши контакты:

ООО «Открытые технологии»

308024, Россия, г. Белгород

Тел.: +7 (4722) 23-28-39,

+7 (800) 301-27-73

WhatsApp: +7 (910) 320-18-80

E-mail: info@tapp-group.ru

Web: www.tapp-group.ru

YouTube-канал:

[www.youtube.com/channel/](https://www.youtube.com/channel/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA)

[UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA](https://www.youtube.com/channel/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA)

С НОВЫМ ГОДОМ И РОЖДЕСТВОМ ХРИСТОВЫМ !

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

Примите самые искренние поздравления
с Новым годом и Рождеством Христовым!

Уходящий год был непростым для угольной отрасли, но, несмотря на трудности, мы с уверенностью смотрим в будущее и выдаем на-гора миллионы тонн черного золота. На 2021 год мы ставим новые цели и непременно продолжим движение вперед – к новым вызовам, новым успехам, к победам и достижениям! Мы желаем каждому из Вас высокоэффективного безопасного труда, дальнейшего роста, как в профессиональном, так и личном плане. Желаем сохранять бодрость духа, энергию, работоспособность и, конечно же, чувство юмора и оптимизм – те черты, которые традиционно присущи людям горняцкой профессии!

Пусть наступающий год бережно сохранит все самое лучшее и принесет в каждый дом удачу, благополучие и успех.

Крепкого здоровья, счастья и добра в Новом году Вам, Вашим родным и близким!

М.Ю. ФЕДЯЕВ
Президент АО ХК «СДС»,
Председатель Совета директоров АО ХК «СДС-Уголь»
Г.Ф. АЛЕКСЕЕВ
Генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь»

Первые в проходке



19 ноября 2020 г. проходческая бригада участка № 5 ООО «Шахта «Листвяжная» под руководством Героя Кузбасса Павла Михеева первой среди проходческих коллективов АО ХК «СДС-Уголь» (АО ХК «СДС») выполнила годовой план по подготовке очистного фронта. С начала 2020 года коллективом пройдено 3 тыс. 980 пог. м горных выработок.

*«Бригада проходчиков под руководством Павла Михеева в очередной раз продемонстрировала свой профессионализм и эффективное применение высокопроизводительного проходческого оборудования. Грамотная организация труда позволила ей преодолеть сложные горно-геологические условия и добиться намеченных результатов раньше запланированных сроков. Слаженная и стабильная работа проходчиков шахты «Листвяжная» сделала возможным с уверенностью планировать работу по добыче без рисков возникновения разрывов очистного фронта», – прокомментировал директор ООО «Шахта «Листвяжная» **Сергей Махраков.***

До конца года проходчики бригады Павла Михеева (начальник участка № 5 – Денис Горкунов) планируют пройти дополнительно 540 пог. м, перевыполнив плановое задание 2020 года на 13,6%.

Шахта «Листвяжная» – есть годовой план досрочно!

25 ноября 2020 г. коллектив ООО «Шахта «Листвяжная» первым в АО ХК «СДС-Уголь» (АО ХК «СДС») досрочно выполнил годовой план, выдав на-гора 4 млн 200 тыс. т угля.

Добычные работы в шахте выполняли две очистные бригады: с января по апрель – бригада под руководством Сергея Голубина (начальник участка № 4 – Сергей Герасименко) по отработке запасов лавы № 819, с апреля по ноябрь – бригада Константина Ивойлова (начальник участка № 1 – Дмитрий Роганов) по отработке запасов лавы № 821. Обе бригады в течение года отработали стабильно и ритмично.

В марте в плановые сроки был закончен монтаж оборудования очистного механизированного комплекса в лаве № 821, и бригада под руководством Константина Ивойлова в короткий срок вышла на среднесуточные режимы добычи в объеме 12 тыс. т. На сегодняшний день из забоя уже выдано на-гора 2 млн 765 тыс. т угля.

Высокопроизводительной работе очистных забоев предшествовала напряженная работа проходческих бригад, своевременно подготовивших с начала года более 11 600 м горных выработок, и горномонтажников, в срок выполнивших монтаж оборудования.

В связи со встречей производственного нового года очистной коллектив Константина Ивойлова вынес из забоя кусок угля с символической надписью «4 200 000 тонн», а у административно-бытового комбината ООО «Шахта «Листвяжная» зажгли огни новогодней елки.

«В этот непростой год благодаря высокому профессионализму, обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации высокопроизводительного горношахтного оборудования, сплоченной работе всего коллектива шахты «Листвяжная», всех служб, участков и подразделений предприятие продемонстрировало отличные производственные показатели. Мы уверены, что и план на 2021 г. в объеме 5,2 млн т будет выполнен досрочно, – отметил директор ООО «Шахта «Листвяжная» Сергей Махраков. – Впереди у вас еще много ярких рекордов, достижений и побед! С Новым шахтерским годом!».

До конца года на предприятии добудут еще 500 тыс. т угля. Всего по итогам 2020 года ООО «Шахта «Листвяжная» планирует выдать на-гора более 4 млн 700 тыс. т угля.





Годовой план по отгрузке горной массы выполнен досрочно

Три экскаваторные бригады ООО «Шахтоуправление «Майское» (АО ХК «СДС-Уголь») досрочно выполнили годовой план по отгрузке горной массы.

Первым на предприятии с годовым производственным заданием 28 сентября 2020 г. справился экипаж машинистов экскаватора ЭШ-13/50 № 439 под руководством Валерия Уткина. Бригада отгрузила с начала года 2 млн 565 тыс. куб. м горной массы.



«Второй год подряд мы по предприятию становимся первым коллективом, выполнившим годовое плановое задание, – делится машинист экскаватора **Валерий Уткин**. – Нормально отработали в течение всего года, планомерно проводили плановые ремонты, а главное – сработали безаварийно».

20 октября годовой план по отгрузке горной массы выполнил экипаж машинистов экскаватора ЭШ-10/70 № 3 под руководством Алексея Каргина, отгрузивший с начала года 2 млн 580 тыс. куб. м горной массы.

8 ноября о досрочном выполнении годового планового задания по отгрузке горной массы рапортовала бригада машинистов экскаватора ЭШ-11/70 № 25 под руководством Дениса Зиганшина. Коллектив отгрузил 2 млн 460 тыс. куб. м горной массы.

«Несмотря на трудности, связанные с кризисом в угольной отрасли и пандемией, наши бригады машинистов шагающих экскаваторов не только выполняют, но и перевыполняют поставленные задачи, – отметил первый заместитель директора ООО «Шахтоуправление «Майское» **Константин Рыжков**. – Уверен, что благодаря таким профессионалам мы справимся со всеми сложностями и выполним поставленные перед нами задачи».

Корпоративный кейс-чемпионат АО ХК «СДС-Уголь»

В АО ХК «СДС-Уголь» (АО ХК «СДС») состоялся Чемпионат по решению кейсов в области горного дела среди молодых специалистов компании.

Всего в Чемпионате приняли участие шесть команд: АО «Черниговец», ООО «Шахтоуправление «Майское», ООО «Сибирский Институт Горного Дела», шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»), ООО «Шахта «Листвяжная», АО «Салек».

К решению был предложен инженерный кейс на тему: «Применение наилучших доступных технологий (НДТ) при производстве угольной продукции с целью снижения нагрузки на окружающую среду, получения новых видов продукции из угля и новых направлений его использования с учетом внешних вызовов и рисков».

Экспертное жюри оценивало команды по утвержденным критериям: технологической и экономической эффективности решений, возможности их применения в краткосрочной и долгосрочной перспективе. На количество итоговых баллов в том числе влияли оригинальность и новизна идеи, эрудированность членов команды, логика представленного материала и качество пре-



зентации инженерно-технического кейса. Традиционный корпоративный Чемпионат прошел в онлайн-формате, что никак не отразилось на качестве решения и выступлении участников соревнований.

«Конкурсанты продемонстрировали высокий уровень подготовки и предложили интересные прорывные идеи для решения поставленных перед ними инженерных за-

дач, – отметил технический директор АО ХК «СДС-Уголь» **Антон Якутов**. – Ежегодный Чемпионат в очередной раз стал открытием новых инновационных подходов. Наши молодые специалисты традиционно выходят за рамки стандартных технических решений и рассматривают возможность применения инновационных подходов и наилучших доступных технологий. Творческий подход молодых специалистов к решению кейсов, несомненно, повлияет на работу угольных предприятий Холдинга в будущем».

По результатам Чемпионата лучшие технические решения представила команда «Южане», шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»). Второе место взяла команда «Убойная сила», ООО «Шахтоуправление «Майское», третье место у команды «Шахтерская слава», ООО «Шахта «Листвяжная».



Новые мировые рекорды установили горняки Тугнуйского разреза

На Тугнуйском разрезе СУЭК бригадой буровой установки REICHdrill C700 № 774 установлены новые мировые рекорды многозаходного бурения.

К уже имеющимся на счету предприятия 18 мировым рекордам (8 из которых по буровым работам) теперь добавились еще два. Рекорды многозаходного бурения (сменный и суточный) были поставлены в октябре 2020 г. бригадой Евгения Молдованова на буровой установке REICHdrill C700 № 774. Новый рекорд составил: сменный – 1601 п.м. (выполнил машинист буровой установки Бато Аргасанов), суточный – 3002 п.м. (выполнили машинисты буровой установки Евгений Молдованов и Бато Аргасанов).

Это первый буровой станок REICHdrill, который введен в эксплуатацию на территории России. REICHdrill C700 № 774 – современная установка вращательного бурения для взрывных скважин, оборудованная по самым передовым технологиям, сменная производительность которой составляет более 500 п.м. Установка была введена в эксплуатацию сравнительно недавно, но уже отлично себя зарекомендовала. Первый мировой рекорд бурового станка был установлен в августе 2018 г. той же бригадой, что и сейчас. Предыдущий рекорд по бурению составлял: сменный – 1270 п.м., суточный – 2338 п.м.



«Была определена и подготовлена рабочая площадка, исходя из фронта бурения, категорий пород и необходимой высоты уступа. Определили параметры обуруваемого блока, организовали мобильную группу по устранению возможных неполадок и обеспечению машины необходимыми ресурсами, перед машинистами и помощниками были поставлены приоритеты действий и их значимость с целью исключения непроизводительного времени. Сформированная команда выполнила поставленные задачи в течение смены, обеспечив сменный рекорд. Для выполнения суточного рекорда организационные мероприятия продолжались. Бригада Евгения Молдованова на REICHdrill C700 № 774 работает уже на протяжении трех лет, с самого начала – с ввода в эксплуатацию этой буровой установки. Ребята ответственные, к своей работе относятся добросовестно, всегда стремятся вперед. Коллектив их хоть и небольшой, но сплоченный» – поделился А.Г. Жилкин, начальник бурового участка.

Разрез «Тугнуйский» входит в тройку крупнейших предприятий по добыче каменного угля в России и является одним из лидеров угольной отрасли. Предприятие оснащено самой высокопроизводительной техникой и новейшими технологиями обработки месторождений.

Шахтоуправление имени А.Д. Рубана первым в компании «СУЭК-Кузбасс» досрочно выполнило годовой план

21 октября 2020 г. коллектив шахтоуправления имени А.Д. Рубана первым в компании «СУЭК-Кузбасс» досрочно выполнил годовой производственный план по добыче угля в объеме 3 млн 933 тыс. т.

Основной вклад в общий успех предприятия внесла очистная бригада Игоря Малахова. К отработке лавы № 816 на пласте «Полысаевский-2» с вынимаемой мощностью 4,7 м и запасами угля более 3,6 млн т этот коллектив приступил в апреле 2020 г. Очистной забой оснащен 174-мя секциями крепи Tagor-24/50ПС3. В лавный комплект также вошли конвейер SH PF-4/1132 и очистной комбайн Eickhoff SL-900.

Бригада сумела в короткий срок достичь среднесуточного режима добычи, превышающего 20 тыс. т. На сегодняшний день из забоя уже выдано на-гора 3,5 млн т угля, в том числе более 500 тыс. т – сверхпланово. К настоящему времени отработка данной лавы уже завершена.

Успешно трудятся проходческие бригады предприятия, подготовившие с начала года более 13,5 км горных выработок и попутно добывшие более 400 тыс. т угля.

В связи со встречей производственного нового года в административно-бытовом комбинате шахтоуправле-



ния состоялся праздничный митинг, на котором был вынесен символический уголь с достигнутым результатом. С новой трудовой победой коллектив в ответственном адресе поздравил генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» **Анатолий Мешков**:

«Встречать осенью новый год уже становится доброй традицией для шахтоуправления имени А.Д. Рубана. И это достойное проявление профессионализма всего вашего коллектива. Современная техническая оснащенность, помноженная на шахтерское умение добывать большой уголь, позволяет поднять производительность труда до лучших отраслевых показателей в России. Искренне верю, что впереди у вас еще много ярких рекордов, достижений и побед!».

Директор шахтоуправления имени А.Д. Рубана **Виктор Климов** также поблагодарил коллективы всех участков, цехов, служб предприятия за сплоченную успешную работу в этот непростой год.

СУЭК вкладывает большие средства в развитие шахтоуправления имени А.Д. Рубана. Только за последние два года общий объем инвестиций превысил 7 млрд руб. В том числе более 1,5 млрд руб. направлено на вскрытие запасов угля на новом участке «Благодатный-Глубокий».





Широкий спектр услуг для угольных и рудных предприятий подземной и открытой разработки

НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ	ГОРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ	РАЗРАБОТКА ЗАКЛЮЧЕНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИЙ	ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КОНСАЛТИНГ			

г. Кемерово, пр. Советский, 7

тел: +7-905-968-8297

nits.info@yandex.ru

СУЭК – победитель Всероссийской премии «МедиаТЭК-2020»

10 ноября 2020 г. были объявлены итоги престижной всероссийской премии «МедиаТЭК», проводимой Министерством энергетики Российской Федерации. Решением федерального жюри АО «СУЭК» было признано победителем премии сразу в нескольких номинациях.



СУЭК
 СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

российского народного фронта. Волонтеры доставляют продуктовые и витаминные наборы, средства защиты и гигиены ветеранам, пенсионерам, многодетным, социально сложным семьям.

Конкурс проводится Минэнерго России, в состав экспертного совета конкурса входят руководители крупнейших федеральных деловых СМИ, факультетов журналистики российских высших учебных заведений, представители органов государственной власти, эксперты в области ТЭК. Возглавляет экспертный совет пресс-секретарь Президента России, заместитель руководителя Администрации Президента России Дмитрий Песков.

В номинации «Социальная и экологическая инициатива» СУЭК награждена за комплексную программу поддержки регионов «Вместе против COVID-19». В течение года СУЭК поддерживает медицинские учреждения на территориях присутствия, обеспечивая их необходимым оборудованием, санитарно-защитными средствами, проводит дезинфекцию общественных пространств в городах и поселках. На всех предприятиях СУЭК сотни волонтеров присоединились к акции #МыВместе Обще-

русского народного фронта. Волонтеры доставляют продуктовые и витаминные наборы, средства защиты и гигиены ветеранам, пенсионерам, многодетным, социально сложным семьям. Компания и волонтеры СУЭК также помогают медикам, находящимся на передовой борьбы с коронавирусом: обеспечивают их продуктами, фруктами, горячими обедами, создают комфортные условия работы и отдыха. АО «СУЭК», руководители компании и наиболее активные волонтеры СУЭК были отмечены грамотой и медалью от Президента России Владимира Путина за активное участие в акции #МыВместе.

Также СУЭК получила награду МедиаТЭК в специальной номинации этого года - «75 лет Победы» - за масштабную работу по сохранению исторической памяти народа. В течение года силами компании и ее сотрудников были проведены десятки памятных акций, посвященных 75-летию Великой Победы и подвигу народа. Особое внимание и забота традиционно уделяются ветеранам Великой Отечественной войны и нравственному воспитанию подрастающего поколения.

Входящее в состав СУЭК АО «Ургалуголь» стало лауреатом премии за программу популяризации профессий ТЭК «Ургалуголь. Рассвет» - выставочного проекта, посвященного шахтерской профессии.



Бригада Анатолия Кайгородова компании «СУЭК-Кузбасс» первой в России добыла пять миллионов тонн угля

Бригада Анатолия Кайгородова шахты имени В.Д. Ялевского АО «СУЭК-Кузбасс» в конце октября 2020 г. стала первой в СУЭК и в угольной отрасли России, добывшей с начала года 5-миллионную тонну угля.

Коллектив Анатолия Кайгородова задействован на отработке лавы № 52-14-1, введенной в эксплуатацию в конце 2019 года с запасами угля более 5,2 млн т. Вынимаемая мощность пласта составляет 4,2 м. Марка угля – ДГ. Отличительной особенностью этой лавы является длина забойной части – 400 м. Забой оснащен 233 секциями крепи DBT и Glinik вместо стандартно используемых 175 секций. В состав забоя также входят лавный конвейер SH PF-6/1142 и очистной комбайн нового поколения Eickhoff SL-900, способный добывать до 4 тыс. т угля в час. На сегодняшний день в компании используются уже четыре комбайна данного типа.

В целом по шахте имени В.Д. Ялевского объем добычи с начала 2020 года превышает 7,8 млн т угля. В том числе более 2,3 млн т выдала на-гора очистная бригада Евгения Косьмина. Еще почти полмиллиона тонн попутно при проведении горных выработок добыто подготовительными бригадами предприятия.

СУЭК Андрея Мельниченко вкладывает в развитие шахты имени В.Д. Ялевского масштабные инвестиции. Только за последние два года их общий объем составил 8,8 млрд руб. Реализуются крупные проекты, связанные с модернизацией магистрального конвейерного транспорта, строительством двухконвейерной галереи, поставкой проходческих комплексов. Все это позволяет шахте наращивать производительность, обеспечивая при этом эффективность и безопасность шахтерского труда.

Отметим, что с начала 2020 года в компании «СУЭК-Кузбасс» очистной коллектив Игоря Малахова шахты имени А.Д. Рубана добыл 3,6 млн т угля. Рубеж 2,7 млн т преодолел бригадой Дмитрия Година шахты «Талдинская-Западная – 1». На счету бригады Кирилла Куксова шахты «Комсомолец» – 2 млн т.



СУЭК ввела на шахте имени С.М. Кирова лаву с новым очистным комплексом



На шахте имени С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс» введена в эксплуатацию новая лава № 24-63 на пласте «Болдыревский» с вынимаемой мощностью 2,4 м и запасами угля 3,1 млн т.

Очистной забой оборудован 202-мя секциями механизированной крепи JOY RS2/11308 (Великобритания), специально изготовленной под горно-геологические условия данного предприятия. Несущая способность секции крепи – 1100 кН/м², диапазон раздвижки – от 1300 мм (сложена) до 2600 мм (раздвинута), с шагом установки 1750 мм и шагом передвижки 1000 мм. Вес линейной секции крепи составляет 27,5 т. Каждая секция имеет две гидравлические стойки диаметром по 400 мм.



Крепь оснащена интегрированной электронной системой электрогидравлического управления RS20S, обеспечивающей полную автоматизацию процесса, а также системой видеонаблюдения. Поставкой предусмотрена кабина дистанционного управления (ROC). ROC – это система компьютерного сбора информации управления, разработанная для обеспечения мониторинга работы всего механизированного очистного комплекса. Информация, собираемая от различных подсистем комплекса, становится доступной для оператора на дисплеях, входящих в состав терминала ROC. В поставку входит также самый современный комплект электрооборудования компании Beckher для надежной и безопасной подачи электроэнергии.

Лава оснащена новым очистным комбайном Eickhoff SL-300 с увеличенной шириной захвата до 1000 мм и увеличенной установленной мощностью на исполнительных органах 2×560 кВт. В лавный комплект также вошел новый скребковый забойный конвейер AFC1000 производительностью до 3000 т/ч. Его установленная мощность – три электродвигателя по 710 кВт на напряжение $U = 3,3$ кВ с преобразователями частоты (производство Damel).

Общий объем инвестиций СУЭК в приобретение оборудования для данной лавы составил более 4,3 млрд руб.

«Поставленный на шахту имени С.М. Кирова комплект самого современного очистного оборудования – это еще один шаг на пути внедрения «безлюдной выемки», – говорит генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» Анатолий Мешков. – Применяемые технологии автоматизации и цифровизации позволяют минимизировать непосредственное участие горняков в передвижке секций крепи и управлении комбайном. Это, в первую очередь, повышает безопасность шахтерского труда. Предприятие теперь на долгий период обеспечено необходимым основным оборудованием для высокопроизводительной и качественной отработки лав на пласте Болдыревский».

Параллельно с оснащением лавы № 24-63 произведена модернизация магистральной конвейерной линии шахты с увеличением производительности с 2300 до 4000 т/ч. Достичь такого роста удалось за счет использования уже существующих ленточных конвейеров В-1400 мм путем увеличения скорости движения ленточного полотна с 3,15 до 4,7 м/с. Производство электродвигателей приводов, барабанов, трансформаторов и другого оборудования выполнено силами коллектива ООО «СИБ-ДАМЕЛЬ» совместно с польской фирмой Damel. Общая стоимость модернизации магистральной конвейерной линии – более 600 млн руб.

Отрабатывает лаву бригада Олега Германа – один из лучших очистных коллективов компании. Ожидаемая среднемесячная нагрузка на забой составляет 400 тыс. т угля.



На шахте «Талдинская-Западная – 1» компания «СУЭК-Кузбасс» добыто три миллиона тонн угля

Коллектив шахты «Талдинская-Западная – 1» АО «СУЭК-Кузбасс» в первой декаде ноября добыл с начала 2020 года трехмиллионную тонну угля.

Основной вклад в объеме более 2,4 млн т угля принадлежит очистной бригаде Дмитрия Година, завершившей отработку лавы № 66-01 - первой на Восточной промплощадке предприятия. Отметим, что эксплуатация технологического комплекса Восточной промплощадки началась весной 2020 г. Общая стоимость 25 различных зданий и сооружений, введенных в строй, составила 1,3 млрд руб.

Уникальным для отрасли событием стало создание на промплощадке радиального отвалоформирователя. Силами ООО «Сиб-Дамель» - крупного сервисного завода компании «СУЭК-Кузбасс», специализирующегося на производстве и ремонте различного горношахтного оборудования, совместно с подрядчиками был сконструирован, изготовлен и смонтирован первый отечественный поверхностный ленточный поворотный отвалообразователь с шириной полотна 1600 мм и производительностью 4000 т/ч.

Сама лава № 66-01 тоже уникальна для предприятия. Длина забойной части, оснащенной механизированной крепью JOY RS25/55, забойно-транспортным комплексом DBT и очистным комбайном Eickhoff SL-900, составила 400 м.

Приступив к отработке лавы в марте, очистники в первые же месяцы достигли производительности 500 и более тысяч тонн угля. Летом коллектив столкнулся с серьезными трудностями, вызванными сложными горно-геологическими условиями залегания пласта, неустойчивостью горного массива. Но принятый комплекс мер позволил бригаде Дмитрия Година вновь выйти на ритмичную работу – общая добыча за сентябрь и октябрь составила 950 тыс. т.

Завершив в ноябре отработку лавы № 66-01, коллектив предприятия сосредоточивается на перемонтаже оборудования в следующую лаву № 66-02. Запасы угля в ней составляют 4,5 млн т. Ожидаемый ввод в эксплуатацию – январь 2021 г.

Skutec представила сверхточное лазерное устройство DJI лидар Zenmuse L1

Компания Skutec, ведущий дистрибьютор и интегратор беспилотных решений DJI в России и странах СНГ, в октябре 2020 г. в Москве презентовала новое промышленное решение – лидар DJI Zenmuse L1. Сканер предназначен для построения топографических планов и цифровых моделей рельефа, а также для управления всем циклом проекта при помощи высокоточных точечных облаков и 3D-моделей.

Лидар DJI Zenmuse L1 – сверхточное устройство, работающее на модуле лазерного лидара Livox Lidar с инерциальными измерительными модулями (IMU, Inertial Measurement Unit) и со встроенной камерой с 1-дюймовым датчиком на 3-осевом стабилизированном подвесе. При сочетании с промышленным дроном Matrice 300 RTK и на базе ПО DJI Terra лидар DJI Zenmuse формирует полноценное решение, которое предоставляет 3D-данные, эффективно фиксирует детали сложных структур и создает сверхточные модели объектов.

Лазерный аппарат определяет дальность через свет и собирает данные с дрона в режиме реального времени. Устройство фиксирует сложные структуры и конструирует детальные 3D-модели. Данная технология наиболее востребована в сферах горнодобывающей промышленности, агрокультуры и городского планирования. При помощи анализа почвы и воздуха в сельском хозяйстве, например, возможно выбрать места для плодородных полей.

«В горнодобывающей промышленности лидарные технологии являются неотъемлемой частью. Применение БПЛА с лидарами позволяют получать максимально точную информацию о природных поверхностях и инфраструктуре, выстраивать 3D-модели ям и контурных карт, а также рассчитывать объемы производства в целом. Это также значительно снижает человеческие риски и уменьшает расходы на использование дорогостоящего оборудования», – пояснил представитель компании Skutec, геодезист **Роман Олейниченко**.

Решение впервые было продемонстрировано на выставке Mining World Russia 2020, проходившей 22-23 октября



2020 г. в Москве. Кроме того, на мероприятии компания презентовала промышленные модели БПЛА Phantom 4 RTK, Matrice 600 Pro с уникальной грузоподъемностью до 6 кг и Mavic 2 Enterprise для наблюдения и охраны площадей для горнодобывающих компаний.

Наша справка.

Компания Skutec (ООО «Небесная Механика») является лидером по внедрению решений с использованием беспилотной авиации, обучению пилотированию, дистрибуции и сервисном обслуживании техники DJI. С 2015 г. компания реализовала несколько сотен проектов и соглашений по всему миру, в том числе с крупнейшими производителями программного обеспечения Pix4D и КРОК. В числе ключевых клиентов – «Газпром», «Норникель», «Лукойл», «Евраз», НМЛК, «Фосагро» и др. По данным СПАРК, выручка компании в 2019 г. составила 701,3 млн руб.



На шахте «Комсомолец» компании «СУЭК-Кузбасс» введена новая лава



На шахте «Комсомолец» компании «СУЭК-Кузбасс» введена в эксплуатацию новая лава № 1848 с запасами угля более 3,1 млн т.



Вынимаемая мощность отрабатываемого пласта «Толмачевский» составляет 2,9 м. В лаве установлен комбайн SL-300 (Германия). Забой также оборудован 151-й секцией крепи Tagor и Glinik (Польша), лавным конвейером SH PF-4/1032 (Германия). Ожидаемая среднемесячная производительность забоя составляет не менее 300 тыс. т угля.

Отрабатывает лаву очистная бригада Кирилла Куксова. За плечами этого коллектива уже почти 2 млн т угля, добытых с начала 2020 года из лавы № 1847. Отметим, что 2019 год шахта «Комсомолец» завершила новым производственным рекордом предприятия – на-гора было выдано 3 млн 52 тыс. т. Это лучший резуль-

тат за всю 86-летнюю историю шахты. Бригада Кирилла Куксова по итогам минувшего года также установила производственный рекорд, добыв 2 млн 704 тыс. т угля.

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

Фильм СУЭК «Большая рыба» стал победителем кинофестиваля «МайнМуви 2020»

Фильм «Большая рыба», представленный СУЭК, вошел в число победителей конкурса короткометражных документальных фильмов фестиваля «МайнМуви 2020» (октябрь 2020 г.), посвященного компаниям и людям, работающим в горно-геологической и горно-металлургической отраслях России и стран СНГ.

В рамках горно-геологического форума МАЙНЕКС-2020 решением жюри конкурса фильм «Большая рыба» признан лучшим в номинации «За яркий образ приверженности профессии». В фильме рассказывается о нескольких проходчиках бригады Александра Келя шахты имени С.М. Кирова – одного из лучших подготовительных коллективов компании «СУЭК-Кузбасс». Сюжетная линия, построенная на монологах героев, прослеживает, как умелая высокопрофессиональная работа на глубине более 600 м отражается в таком же обстоятельном отношении проходчиков к своему увлечению – рыбалке, танцам, строительству собственного дома.... Еще одним важным фактором успешного шахтерского труда является спаянность бригады, как

большой дружной семьи. Герои много лет действительно дружат семьями, часто вместе проводят свой досуг. Уникальные люди – «Большие рыбы» – формируют и крепкие трудовые коллективы, способные на большие результаты.

Получая награду на торжественной церемонии, заместитель директора по связям и коммуникациям АО «СУЭК» **Дмитрий Голованов** поблагодарил организаторов за высокую оценку фильма, признавших, что они были просто покорены им. «Важно, что герои «Большой рыбы» являются не только профессионалами в шахтерском деле, но еще и личностями со своими увлечениями, интересами, стремлениями достигать хороших результатов и в хобби. Такая разносторонность и в то же время сплоченность позволяют коллективу бригады успешно решать производственные задачи», – сказал **Дмитрий Голованов**.

Отметим, что в шорт-лист финалистов конкурса «МайнМуви 2020» вошли еще два фильма, представленные СУЭК, – «Пределы совершенства» и «Музей славы».

СУЭК приобрела дезинфекционный туннель для разреза «Черногорский»

В октябре 2020 г. на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» (входит в состав СУЭК Андрея Мельниченко) смонтирован и введен в эксплуатацию дезинфекционный туннель обеззараживания и дезинфекции верхней одежды и открытых кожных покровов сотрудников предприятия и посетителей. Ранее в этом же месяце на всех предприятиях Сибирской угольной энергетической компании в Республике Хакасия были смонтированы тепловизорные комплексы.

«Сложная эпидемическая обстановка, связанная с распространением коронавирусной инфекции в нашем регионе, требует постоянного совершенствования мер профилактической работы на предприятиях, – говорит генеральный директор ООО «СУЭК-Хакасия» **Алексей Кулин.** – Применение дезинфекционного туннеля – это своеобразный эксперимент. Других примеров применения такого оборудования в регионе я не знаю. Чтобы обеспечить максимальную нагрузку на туннель и, соответственно, самую высокую эффективность его использования, мы разместили его на самом крупном предприятии СУЭК в регионе, где численность коллектива составляет более 1000 сотрудников. Чувство безопасности – это важный элемент для хорошего рабочего настроения. Дезинфекционный туннель произведен российской компанией в г. Пензе и предназначен для получения мелкодисперсных аэрозолей жидких дезинфицирующих средств с целью обеззараживания и дезинфекции верхней одежды и открытых кожных покровов человека».

Система распыления высокого давления гарантирует равномерное распределение антисептика, может работать с любым допустимым дезинфицирующим средством как в чистом, так и в растворенном в воде виде. На разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» применяется



натуральный антисептик, который подходит для ежедневного использования, его складские запасы способны обеспечить работу туннеля в течение ближайших месяцев без дополнительных закупок. Ежедневно через туннель проходят порядка 500 человек.

В 2020 г. компания «СУЭК-Хакасия» безвозмездно предоставляла средства индивидуальной защиты для медперсонала и продукты питания для сотрудников медучреждений, участвующих в лечении больных с коронавирусной инфекцией; помощь получили «Черногорская межрайонная больница», а также «Черногорская станция скорой помощи» и «Белоярская центральная районная больница». В Черногорске угольщики СУЭК систематически проводят дезинфекцию улиц и общественных мест.



«Малый порт» бьет рекорды

Стивидорная компания «Малый порт» преодолела рекорд годовой перевалки угля, который был достигнут компанией в 2017 г., и обновила рекордные показатели по погрузке флота. Как сообщает служба коммерческой и складской работы порта, 4 ноября 2020 г., завершив погрузку судна HALIT YILDIRIM, стивидоры достигли рекордной цифры перевалки угля – 2 864 101 т, тем самым, превысив предыдущий максимальный показатель погрузки флота за год, установленный в 2017 г. и составивший 2 849 862 т.

Напомним, что с 2018 г. в порту начались масштабные преобразования – реконструкция гидротехнических сооружений: причала № 34, причала № 35, подходного канала к причалам № 31-35, акватории причалов № 34 и № 35 в морском порту Восточный. В течение последующих двух лет, в сложных технических условиях, не прекращая строительные-монтажные работы, портовики ме-

тодично сохраняли объемы. В итоге статистика показателей работы «Малого порта» стабильно демонстрировала положительную динамику.

«Любой рекорд – это результат слаженной работы всего коллектива, знающего как соблюдать промышленную и экологическую безопасность, проводить работы, совмещая их с плотным графиком обслуживания механизмов. Ведь именно такой опыт, а также желание трудиться позволяют команде нашего порта ставить рекорды», – говорит генеральный директор компании **Евгений Пономарев**, комментируя достигнутый результат.

Большой вклад в достижение высоких показателей внесли предприятия СУЭК, увеличивающие отгрузку угля с месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также партнер в лице ОАО «РЖД», для которого энергетический уголь является одним из приоритетных грузов.

На сервисном предприятии СУЭК изготовили комплектующие для единственного в России роторного комплекса SRs



ООО «Назаровское горно-монтажное наладочное управление» (ГМНУ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, освоило выпуск барабанов ленточного конвейера для вскрышного роторного комплекса SRs(K)-4000. Горная машина эксплуатируется на Назаровском разрезе, также входящем в состав СУЭК (основной акционер – Андрей Мельниченко).



Комплекс SRs(K)-4000 производства немецкой фирмы TAKRAF представляет собой ключевое звено в технологии вскрышных работ на Назаровском разрезе и выполняет около 60% всей вскрыши (подготовки запасов угля к добыче). Кстати, Назаровский разрез – единственное предприятие в России, где работает такая горная машина. Ее проектная производительность – 11 м³/ч горной массы, объем ковша – 3200 л, общая масса – 5100 т. Благодаря своим габаритам машина способна обрабатывать уступы высотой до 36 м. «Вгрызаясь» в породу роторным колесом, далее комплекс транспортирует горную массу по конвейерной ленте в отвал.

Барабаны являются комплектующими элементами конвейера, осуществляющего натяжение и перемещение транспортной ленты. Ранее эти запасные части Назаровский разрез приобретал у зарубежных поставщиков, теперь производство налажено в непосредственной близости от гигантской машины, на сервисном предприятии СУЭК. «Задача импортозамещения – одна из стратегических для сервисных подразделений компании, – поясняет директор Назаровского ГМНУ **Анатолий Зельский**. – Ранее в рамках этой стратегии мы освоили изготовление ковшей для экскаватора ЭКГ-10, силовых жгутов и дисков с коваными ободьями для автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 220 тонн».

Кроме того, подобный барабан, изготовленный специалистами Назаровского ГМНУ, успешно прошел опыт эксплуатации на американском экскаваторе Visugus 495 HD Тугнуйского разреза в Бурятии. В текущем году назаровцы также изготовили 10 барабанов для предприятий СУЭК Кемеровской области, где они используются для шахтных конвейеров, поднимающих уголь на поверхность.

Предприятия СУЭК вошли в большой документальный фильм о Кузбассе

На телеканале «Звезда» состоялась премьера документального фильма «Вечный зов Кузбасса». Один из эпизодов фильма снят на предприятиях компании «СУЭК-Кузбасс».



Картина режиссера Дмитрия Васильева снята по заказу Русского географического общества. Документально-художественный фильм «Вечный зов Кузбасса» – это зарисовки о прошлом и настоящем Кузбасса. Главным героем ленты стал Денис Рутгерс – правнук основателя Автономной индустриальной колонии – Кузбасс (АИК) Себастьяна Рутгерса.

С АИК связана одна из ярких страниц истории региона. Колония иностранных рабочих, созданная Советским правительством и инициативной группой левых активистов западных стран, занималась с 1921 по 1926 г. восстановлением и развитием угольной промышленности Кузнецкого бассейна. В основу фильма вошли материалы, представленные музеем-заповедником «Красная горка».

Картина дает ответ на вопрос, почему Кузбасс во все времена манил искателей приключений: торговцев пушниной, крестьян, служилых, промышленников, золотоодытчиков и рудознатцев, которые заложили основу развития экономики Кузбасса.

Часть фильма, рассказывающая о современном уровне развития подземной угледобычи, снята на предприятиях компании «СУЭК-Кузбасс». Герой фильма познакомился с системой позиционирования горняков, позволяющей контролировать их местонахождение в действующих горных выработках, побывал в очистном забое, где узнал, как взаимодействуют применяемые элементы технологии «безлюдной выемки» угля, как в целом устроена современная шахта.

«Очень впечатлило увиденное. Автоматизация, безопасность. И если честно, то просто невозможно представить, как добывали уголь шахтеры в 20-е годы прошлого века. У них тогда были тяжелейшие условия труда», – сказал, поднявшись на гору **Денис Рутгерс**.

Кстати, инженеры АИК, внедряя на шахтах врубовые и подъемные машины, отбойные молотки, одними из первых начали инновационное развитие горной промышленности Кузбасса. Эта тенденция продолжает быть определяющей для региона.

Фильм «Вечный зов Кузбасса» можно посмотреть на портале фильмов Русского географического общества: <https://kino.rgo.ru/films/399>.

Трудовые отряды СУЭК признаны лучшим проектом в области устойчивого развития

Социальная деятельность СУЭК вновь высоко отмечена профессиональным сообществом. 22 октября 2020 г. в Москве вручили награды победителям престижной премии «Управление изменениями. Визионеры» за лучшие программы в области устойчивого развития.



Знаменитый на всю страну проект «Трудовые отряды» СУЭК по организации временной занятости подростков стал победителем премии в номинации «Общество. Бизнес». Среди участников проекта, помимо СУЭК, другие лидеры российского бизнеса – компании «Газпромнефть», «СИБУР», «Норильский никель», «Ростелеком» и другие.

«Управление изменениями. Визионеры» – ежегодная российская премия по оценке устойчивого воздействия в экономике, экологии, обществе, учрежденная Проектом +1 в 2018 г. Награждаются лучшие стратегии Управления Изменениями в лице «Лидеров бизнеса и третьего сектора. Организатор – Проект +1 (Плюс Один) — коммуникационный проект, рассказывающий о лидерских практиках в области социальной и экологической ответственности. Проект реализуется при поддержке ведущих СМИ России – РБК, Ведомости, Forbes.

Проект «Трудовые отряды СУЭК» реализуется с 2005 г. Начавшись в Красноярском крае, проект сегодня дей-

ствует во всех регионах, где работают предприятия компании, и охватывает более 17 тыс. молодых людей от Мурманска до Владивостока. Подростки во время каникул занимаются благоустройством родных городов и поселков, помогают социально незащищенным согражданам, организуют досуг для сверстников, получая достойную оплату за свой труд. Проект, осуществляемый на основе государственно-частного партнерства, помогает в решении таких задач, как формирование активной гражданской позиции в молодежной среде шахтерских моногородов, создание дополнительных рабочих мест для несовершеннолетних граждан РФ, профилактика правонарушений среди подростков, помощь в профориентации подрастающего поколения. Проект за годы своего существования удостоен полутора десятков наград федеральных и международных конкурсов, входит в библиотеку лучших корпоративных практик Российского союза промышленников и предпринимателей.

Бородинский ремонтно-механический завод расширяет возможности по ремонту вагонов

ООО «Бородинский ремонтно-механический завод» (РМЗ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, расширяет возможности по ремонту подвижного состава. На предприятии запущен в работу современный комплекс вибродиагностики.



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

начальника участка по ремонту вагонов ООО «Бородинский РМЗ» **Денис Альтергопть**. – *Совсем скоро у нас появится колесотокарный станок, использование которого положительно скажется на темпах работ. Кроме того, мы получили сертификат на проведение среднего ремонта колесных пар с кассетными подшипниками, уже начался ремонт первой партии колес такого типа.*

Комплекс вибродиагностики смонтирован на участке по ремонту колесных пар, который был создан на Бородинском РМЗ в 2019 г. Благодаря инвестиционной программе СУЭК в короткие сроки участок укомплектовали необходимым оборудованием – дефектоскопами, высокоточными измерительными приборами, установками, стендами. Теперь его арсенал пополнился «умным» автоматизированным комплексом, который буквально за 20 минут позволяет провести диагностику подшипников колесных пар вагонов.

С начала 2020 года на новом участке уже отремонтировано около 150 колесных пар. Заводчане планируют увеличить эту цифру. «Для этого по инвестиционной программе приобретается оборудование, проходят специальное обучение сотрудники, – рассказал заместитель

Работа по расширению станочного парка, производственных площадей, спектра продукции и оказываемых услуг ведется на Бородинском РМЗ на постоянной основе. В прошлом году на территории предприятия построили новое здание думпкарного отделения, что позволило увеличить объемы ремонта подвижного состава. Нарастил мощности деревообрабатывающий комплекс. Набирает обороты программа импортозамещения – сегодня на Бородинском РМЗ производят траки для американских экскаваторов Bucyrus, осваивают запчасти для БелАЗов, экскаваторов Hitachi и Harnischfeger. В этом году на заводе появился отдельный участок по производству рештаков – комплектующих для шахтных конвейеров.



Социальная деятельность СУЭК отмечена престижной наградой



16 октября 2020 г. в Москве прошла церемония награждения победителей премии «Хрустальная пирамида» за достижения в области управления персоналом и развития человеческого капитала. АО «СУЭК» в торжественной обстановке была вручена награда премии в номинации «Корпоративная социальная ответственность». Среди других победителей премии в этом году – Сбербанк, НЛМК, Сибур и другие крупнейшие компании страны.

Премия присуждена СУЭК, в частности, за огромную работу по поддержке регионов страны, где расположены предприятия СУЭК, в борьбе с пандемией COVID-19. С первых дней пандемии СУЭК реализует комплексную программу по противодействию распространения коронавирусной инфекции, поддержке учреждений здравоохранения и поддержку населения. Компания приобретает высокотехнологичное медицинское оборудование и средства индивидуальной защиты для медиков, помогает стабильной работе госпиталей для больных с COVID-19, проводит дезинфекцию общественных пространств в городах, наладила выпуск в четырех регионах дезинфекторов воздуха. СУЭК также активно поддерживает работу волонтеров во Всероссийской акции #МыВместе. В акции участвуют несколько сотен сотрудников СУЭК, которые доставляют продовольственные и витаминные наборы, лекарства, средства гигиены ветеранам и пенсионерам, многодетным семьям, медикам региональных больниц. Волонтеры также помогают обеспечивать работающим на передовой борьбы с коронавирусом медикам качественные условия отдыха. Работа руководства СУЭК и наиболее активных во-

лонтеров СУЭК уже была особо отмечена почетными медалями и грамотами Президента России.

Премия «Хрустальная пирамида» учреждена Оргкомитетом Саммита HR-Директоров в сотрудничестве с РСПП и ежегодно присуждается для распространения лучшего опыта управления компаниями и людьми, а также привлечения внимания к сфере управления человеческим капиталом, поощрения организаций, внедряющих передовые методы и технологии в области HR.



Три социальных проекта СУЭК стали победителями Всероссийского конкурса лучших практик крупнейших работодателей «Создавая будущее»

2 ноября 2020 г. в Москве в ходе форума «Сообщество», проводимого под эгидой Общественной палаты РФ, были объявлены итоги конкурса «Создавая будущее». Сразу три социальных проекта СУЭК стали лауреатами этого престижного конкурса.

Проект «Лыжи мечты» по реабилитации детей и взрослых с ограниченными возможностями здоровья через терапевтический спорт, который при поддержке СУЭК запущен в нескольких регионах, стал обладателем Гран-при конкурса в номинации «Синергия сотрудничества». Основателями проекта являются российский телеведущий, актер Сергей Белоголовцев и его супруга Наталья, в тиражировании эффективной методики им активно помогают СУЭК и Фонд «СУЭК – РЕГИОНАМ». Работа СУЭК по развитию этой программы уже была ранее отмечена премией МедиаТЭК.

Проекты «Светозвуковое оформление архитектурного ансамбля Стрелки г. Красноярск» (1 место) и «Музей Шахтерской славы Кольчугинского рудника» (Кузбасс, III место) заняли призовые места в номинациях «Среда обитания» и «Арт-мастерская». Проект светозвукового архитектурного оформления исторического центра Красноярск в 2019 г. стал победителем Всероссийского конкурса «Развитие регионов. Лучшее для России», а также был отмечен наградой конкурса МедиаТЭК, а в копилке наград Музея СУЭК – победа во Всероссийском конкурсе «Корпоративный музей».

Форум «Сообщество» учрежден Общественной палатой РФ как площадка для диалога представителей гражданского общества, власти и бизнеса о сотрудничестве, разработке и реализации социальных проектов в России. Его цель – анализ состояния гражданского общества, выявление успешных социально ориентированных практик НКО и распространение лучших из них.



СУЭК завершила модернизацию подстанции 220/110/35 кВ «Соколовская» по увеличению энергетической мощности

В Энергоуправлении – сервисном предприятии компании «СУЭК-Кузбасс» – реализован масштабный инвестиционный проект «Модернизация ПС «Соколовская» 220/110/35/6,3/6 кВ». В результате получена возможность увеличения разрешенной мощности до 125 МВА, выполнена замена устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Общая стоимость проекта составила более 1,3 млрд руб.

Подстанция 220/110/35 кВ «Соколовская», расположенная в Прокопьевском районе Кемеровской области – Кузбасса, была введена в эксплуатацию в 2004 г. В настоящее время она входит в Единую национальную электрическую сеть России (ЕНЭС) и обеспечивает энергоснабжение таких угледобывающих предприятий АО «СУЭК-Кузбасс», как шахты имени В.Д. Ялевского, «Талдинская-Западная – 1», «Талдинская-Западная – 2», разрезы «Заречный», «Заречный-Северный», «Камышанский».

С развитием горных работ и появлением новых технологических присоединений к 2017 г. возникла необходимость увеличения пропускной мощности подстанции «Соколовская» и усовершенствования всей технологической системы путем замены импортных силовых автотрансформаторов на более мощные отечественного производителя.

В ходе поэтапной реализации инвестиционного проекта были установлены два автотрансформатора АДЦТН-125 МВА с устройством РПН на стороне низкого напряжения, изготовленные на заводе «УЗТМ» (г. Екатеринбург). Это

позволяет качественно повысить обеспечение электроэнергией высокотехнологичного подземного оборудования. При монтаже данного оборудования применены нестандартные решения, давшие возможность параллельной работы уже используемых силовых трансформаторов DNBSV-46000/245 (Венгрия) мощностью 63 МВА с автотрансформаторами АДЦТН российского производителя мощностью 125 МВА. Для обеспечения безопасности автотрансформаторы оборудованы современной системой пожаротушения. На подстанции установлена собственная противопожарная станция.

В ходе реализации проекта применен еще целый ряд эффективных инженерных решений, таких как использование БАРВ – быстродействующего автоматического ввода резерва – для обеспечения непрерывного электроснабжения потребителей путем их переключения на резервный источник питания при кратковременных нарушениях электроснабжения. Внедрена система хроматографического анализа, позволяющая в режиме реального времени контролировать параметры трансформаторного масла.

Установлены новые устройства релейной защиты, независимые от устаревших устройств с ограниченным ресурсом оперативной памяти. С усилением надежности устройств РЗА появились возможности считывания информации о повреждениях в сети (токи, напряжения, мощности, определение расстояния до места повреждения), выполнения непосредственно с рабочего места настройки установок, контроля текущих параметров на терминалах РЗА, программирования. Благодаря современному

оборудованию и сенсорным мониторам используется визуализация работы, в том числе просмотр событий предыдущих периодов. Дистанционный контроль электрических параметров присоединений обеспечивает безопасность их обслуживания персоналом.

В результате модернизации крыла 35 кВ, а также ввода в работу двух силовых трансформаторов 16 МВА 35/6/6,3 и модуля 6 кВ достигнута возможность подключения потребителей шахты им. В.Д. Ялевского, что позволило отказать от ранее запланированного строительства подстанции 35 кВ «Котинская-Западная».

Для улучшения социально-бытовых условий персонала, организации комфортных рабочих мест реконструировано административно-бытовое здание подстанции «Соколовская».

В целом был выполнен большой объем строительно-монтажных работ, в том числе по благоустройству территории.

«В ходе реализации инвестпроекта, занявшей три года, удалось значительно увеличить пропускную мощность подстанции 220/110/35 кВ «Соколовская» с учетом не только существующих, но и перспективных нагрузок, – говорит директор Энергоуправления **Александр Никонов**. – Модернизированная подстанция полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к электроснабжению потребителей Первой категории. Реализована стратегическая цель СУЭК по надежному обеспечению запаса энергетических мощностей для развития угледобывающих предприятий Прокпьевского района».

На входящем в состав компании «СУЭК-Кузбасс» предприятии «Сиб-Дамель» реконструирован административно-бытовой комбинат

В ООО «Сиб-Дамель» – крупном заводе по ремонту и производству горношахтного оборудования, входящем в состав компании «СУЭК-Кузбасс», завершена реконструкция второго корпуса административно-бытового комбината. Необходимость реконструкции вызвана тем, что предприятие нуждалось в создании более современных, комфортных бытовых условий для численно растущего коллектива.

За последние пять лет завод с более чем вековой историей в разы увеличил объемы производства. К традиционным видам продукции – электродвигателям, пускателям, трансформаторным подстанциям, редукторам – благодаря системной модернизации имеющихся производственных мощностей, открытию дополнительных цехов и участков добавился целый ряд новых направлений деятельности. Это производство шахтных крепежных материалов, конвейерных роликов, приводных барабанов и ленточных конвейеров, установок по осланцеванию горных выработок. Освоен ремонт проходческих комбайнов и насосов. Созданы самые современные цеха по ремонту силовой гидравлики и металлоконструкций секций механизированной крепи.

Для укомплектования новых производств набран дополнительный персонал. Если в 2015 г. на предприятии работали триста сотрудников, то в 2020 г. – более шестисот. Решением вопроса организации хороших бытовых условий стала реконструкция бывшего административного здания АБК. В течение года строители произвели его полную перепланировку в соответствии со всеми нормами санитарных правил и нормативами. В результате на площади более чем 800 кв. м создано несколько отделений просторных душевых, гардеробов для домашней и спецодежды, помещений обогрева, комнат отдыха, санузлов. Особое внимание при оснащении корпуса уделено охране здоровья сотрудников. Оборудован медицин-



ский пункт, включающий в себя процедурную и кабинет предсменного осмотра. Изменился фасад здания – в его отделке применены современные композитные материалы. Общий объем вложений СУЭК в реконструкцию данного корпуса составил 70 млн руб.

«Сегодня наше предприятие производит продукцию для шахт на уровне мировых стандартов, – говорит генеральный директор ООО «Сиб-Дамель» **Юрий Люкин**. – Благодаря сделанной реконструкции здания АБК теперь бытовые условия также соответствуют всем существующим нормам. Уверен, что и современные станки, и удобные душевые, гардеробы с индивидуальным шкафчиком у каждого рабочего – вещи одного порядка, направленные на повышение культуры труда».

Отметим, что в компании «СУЭК-Кузбасс» реализуется долгосрочная программа по улучшению труда и быта сотрудников. В рамках этой программы в начале 2020 года введен в строй новый трехэтажный корпус административно-бытового комбината шахтоуправления «Талдинское-Западное», предназначенный для улучшения бытовых условий горняков.

АО «СУЭК-Красноярск» подтвердило соответствие международным стандартам в области качества, экологии, производственной безопасности и охраны труда

АО «СУЭК-Красноярск» (входит в группу компаний СУЭК, основной акционер – Андрей Мельниченко) успешно прошло внешний аудит соответствия интегрированной системы менеджмента международным стандартам в области качества, экологии, производственной безопасности и охраны труда.

Стандарт в области производственной безопасности и охраны труда (ISO 45001:2018), как отмечают эксперты, является одним из самых ожидаемых в мире. Это первый международный стандарт, направленный на повышение уровня безопасности на предприятиях и в организациях, минимизацию рисков нанесения ущерба здоровью и несчастных случаев на рабочем месте. Стандарт фокусируется на проведении системной работы по предупреждению травматизма сотрудников и активном вовлечении менеджмента в повышение производственной безопасности труда.

В СУЭК здоровье и безопасность работников являются главным приоритетом. Предприятия компании регулярно проходят внешние аудиты на соответствие требованиям безопасности. Работа в сфере безопасности и охраны труда, масштабные инвестиции в модернизацию производства, оснащение аварийно-спасательных формирований, развитие направления медицины тру-



да позволили СУЭК снизить травматизм с 2006 г. более чем в 5 раз.

Международные стандарты в области качества (ISO 9001:2015) и экологии (ISO 14001:2015) также направлены на реализацию принятой в компании стратегии устойчивого развития. Поставляя уголь в

48 стран мира, СУЭК укрепляет лидирующие позиции в том числе за счет особого внимания к качеству поставляемой продукции. В сфере экологии компания реализует корпоративную систему контроля экологической безопасности на всех этапах операционного цикла — от добычи угля до производства электричества и тепла, и использует наилучшие доступные технологии с целью сохранения окружающей среды для будущих поколений.

*«В ходе международного аудита нашей компанией получены сертификаты соответствия международного образца в аккредитованном органе по сертификации «Афнор Рус», подтвердившем высокий уровень компании в области регламентации бизнес-процессов, а также работы с рисками и возможностями, – подчеркивает финансовый директор АО «СУЭК-Красноярск» **Андрей Великосельский**. – Успешная сертификация закрепляет статус компании как надежного поставщика качественной угольной продукции и повышает конкурентоспособность на рынке угольной продукции».*



Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2020 году

№	С
---	---

№	С
---	---

ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ. РЕГИОНЫ		
Александров А.С. Компания ООО «Сибуголь»: социальная политика и профессиональное образование	8	68
Артемьев В.Б. АО «СУЭК»: основные итоги работы в 2019 году	3	10
Бугрименко А.А. Работа без перебоев	8	35
Варфоломеева Т.В. Предприятия Тугнуй – совместно к новым достижениям	8	22
Восточная горнорудная компания наращивает объемы добычи и отгрузки угля	3	30
Глинина О.И. Третий Международный форум «Российская энергетическая неделя». РЭН-2019	1	4
Грачев С.В. Непростой год новых возможностей	8	63
Группе предприятий «Южная угольная компания» - 15 лет	1	68
Килин А.Б. СУЭК в Хакасии – почти миллион тонн плюсом	3	18
Килин А.Б. Год памяти и славы – укрепление лучших традиций	8	24
Компания «Кузбассразрезуголь»: в ногу со временем	8	44
Компания «Примоскуголь» в 2019 году: сделано многое, впереди – новые победы	1	32
Компания «Сибуголь»: 2019 год – рекордный по добыче и реализации угля	3	29
Королева А. Трудовая вахта памяти, реконструкция путевого развития и внедрение новых технологий: с чем предприятия СУЭК в Красноярском крае подходят ко Дню шахтера	8	17
Мастернак Е.А. Будут новые вызовы – будем адаптировать стратегию к ним	8	58
О Программе развития угольной промышленности на период до 2035 года	3	6
Попов Д.В. ООО «Восточно-Бейский разрез»: работа предприятия и перспективы развития	8	32
Профессионалы АО ХК «СДС-Уголь» соревнуются за звание «Лучший из лучших»	8	53
Распадская угольная компания: безопасность через инновации	8	46
Строительство Центра технической поддержки БЕЛАЗ в Белове выходит на финишную прямую	8	80
Тиес К.С. Трудности закаляют	10	12
Ушев М. Дело техники, когда ею управляют профессионалы	3	26
Цатуров В.В., Агафонов О.А., Черняк В.А. Задачи опережающего развития горного производства на предприятиях «Южной угольной компании»	8	72
Шаповаленко Г.Н. Итоги работы разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2019 год и твердый взгляд в будущее	8	29
Яновский А.Б. Уголь: битва за будущее	8	9
Яроцкий А.Е. Компания «Приморсуголь»: уверенность в завтрашнем дне достигается благодаря напряженной работе	3	22

Яроцкий А.Е. 17 лет достижений: компания «Приморскуголь» отмечает годовщину вхождения в состав АО «СУЭК»	8	40
---	---	----

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ. ШАХТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО		
Алиев С.Б., Ходжаев Р.Р., Исабек Т.К., Демин В.Ф., Шонтаев А.Ж. Оценка эффективности бурения опережающих скважин в области повышенных напряжений массива на газопроявление из угольного пласта	11	101
Арыстан И.Д., Баизбаев М.Б., Матаев А.К., Абдиева Л.М., Богжанова Ж.К., Абдрашев Р.М. Выбор и обоснование технологии крепления подготовительных выработок в условиях неустойчивых массивов на примере рудника «10-лет Независимости Казахстана»	6	10
Дудин А.А., Вахрушев Е.В., Злобин С.Е., Лапшин А.В., Дацкевич Н.Ю., Матвеев А.С., Сизинцев Д.Е. Опыт применения канатных анкеров с повышенной несущей способностью в условиях ООО «Шахта «Осинниковская»	3	34
Дудин А.А., Вахрушев Е.В., Матвеев А.С., Кириллов И.Б., Лапшин А.В., Дацкевич Н.Ю. Формирование консолидированного массива анкерной крепи серии АБ в условиях сильно-трещиноватых пород непосредственной кровли угольного пласта	2	4
Имашев А.Ж., Суимбаева А.М., Абдибаитов Ш.А., Мусин А.А., Асан С.Ю. Обоснование оптимальной формы сечения горных выработок в соответствии с рейтинговой классификацией	6	4
Кассихина Е.Г., Бутрим Н.О. Совершенствование способа опирания стальных укосных копров	1	51
Леконцев Ю.М., Сажин П.В., Новик А.В. Систематизация средств создания иницирующих щелей в скважинах, пройденных в породах угольных шахт	12	4
Кассихина Е.Г., Першин В.В., Русакова Н.А. Компьютерное проектирование стальных коров многофункционального назначения для шахт нового технического уровня	11	13
Рубцов А.А. Безопасное крепление подземных горных выработок	2	8
Павленко М.В., Барнов Н.Г., Кузиев Д.А., Кенжабаев К.Н., Монзоев М.В. Вибрационное воздействие через скважины и технология дегазационной подготовки низкопроницаемого угольного пласта	1	36
Райко Г.В., Самок А.В., Позолотин А.С., Лысенко М.В. Определение оптимальной длины анкеров для закрепления конвейеров к почве выработок	7	34
Султанов М.Г., Матаев А.К., Кауметова Д.С., Абдрашев Р.М., Куантай А.С., Орынбаев Б.М. Выбор параметров крепи и технологии ее возведения на месторождении «Восход»	10	17

	№	С
Филипп Г., Кандица Р., Рогозин А.А. Повышение надежности производства и производительности очистного забоя за счет эмпирических расчетов параметров цепи конвейера	7	26

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ		
Алиев С.Б., Брейдо И.В., Данияров Н.А., Келисбеков А.К. Управление распределением нагрузок между электроприводами многодвигательного пластичного конвейера при безперегрузочной доставке угля в условиях открытых горных работ	9	14
Викторов С.Д., Франтов А.Е., Опанасенко П.И., Строгий И.Б., Жариков И.Ф., Лапиков И.Н. Инновационные направления совершенствования простейших ВВ с добавками, возвращаемыми в производственный оборот рециклингом материалов	11	17
Исайченков А.Б., Довженко А.С., Степанов А.А., Попов Е.В., Козлов С.К. Совещание руководителей автотранспортных подразделений АО «СУЭК»	3	38
Исайченков А.Б., Леонов Е.И., Кутовой А.В., Галимьянов А.А., Заляднов В.Ю., Караулов Н.Г. Обоснование рациональных параметров рабочей зоны при отработке разреза «Буреинский»	11	22
Насонов М.Ю., Лыков Ю.В., До Дык Чонг Исследование ресурса и долговечности металлических конструкций экскаваторов после истечения срока эксплуатации	2	13
Тальгамер Б.Л., Рославцева Ю.Г. Водоотведение при разработке угольных месторождений по восстанию с внутренним отвалообразованием	12	7

НОВОСТИ ТЕХНИКИ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ		
Агафонов В.В., Горн Е.В. Использование стирлинг-технологий для сжижения шахтного метана и перевода автосамосвального транспорта угледобывающих компаний на газомоторное топливо	12	12
Алиев С.Б., Брейдо И.В., Данияров Н.А., Келисбеков А.К. Перспективы применения в угольной промышленности многодвигательного пластинчатого конвейера с частотно-регулируемым электроприводом	5	45
Городилов А.С. Сократить расходы	11	50
Горячев Д.В., Ухов В.И. Архитектура системы позиционирования и связи для шахт «Кондор»	7	21
Динь Ван Чиен, Нгуен Кхак Линь, Нгуен Ван Со, Ле Тхань Бинь Влияние угла навивки винта шнекового исполнительного органа комбайна на эффективность погрузки угля на забойный конвейер	1	46
Зеньков И.В., Ченцов С.В., Морин А.С., Логинова Е.В., Касьянова Е.Н., Анищенко Ю.А., Кондрашов П.М., Киришина Е.В., Вокин В.Н., Веретенова Т.А. Информационное обеспечение инновационного развития машиностроительного комплекса по ремонту горнотранспортного оборудования в условиях рыночной экономики	1	41
Ибатов М.К., Кадыров А.С., Пак И.А., Кадырова И.А., Аскараров Б.Ш. Результаты экспериментальных исследований работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта	2	73

№	С
---	---

Кузнецов И.С., Зиновьев В.В., Стародубов А.Н. Исследование влияния внеплановых простоев горных машин на добычу угля открыто-подземным способом методом имитационного моделирования	9	10
Козлов В.В. Аналитические исследования процесса погрузки угля при фронтальном перемещении агрегата на забой	2	18
Кызыров К.Б., Митусов А.А., Исаев В.Л., Жаке-нов С.А., Решетникова О.С. Оптимизация конструктивных параметров цапфенного распределителя гидроударника	4	51
Мировая премьера: Chevron представил Texaco Delo 600 ADF – новую революционную технологию производства присадок	10	74
Насковец А.М. Новый лидер класса!	11	48
ООО «СПК-Стык» производитель взрывозащитного инструмента: новые возможности	7	24

ОХРАНА ТРУДА. БЕЗОПАСНОСТЬ. ДЕГАЗАЦИЯ		
Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Кравчук И.Л., Галкин А. Вал., Перятинский А.Ю. Производственная травма и производственный травматизм: явление и сущность, случайность и закономерность	5	4
Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Применение новейшего имитатора внешнего дыхания человека для повышения безопасности промышленного персонала	11	29
Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Исследования дыхания в шахтном самоспасателе с неоднократными перерывами	12	17
Гвоздкова Т.Н., Гвоздкова И.Д., Тюленева Т.А., Усова Е.О. Вопросы совершенствования производственного контроля угледобывающих предприятий с подземным способом добычи	9	4
Иванов Ю.М., Дружинин А.А., Денискин Н.Ф. Первый пункт коллективного спасения персонала (ПКСП) поступил в АО «СУЭК-Кузбасс»	7	38
Ким М.Л., Костеренко В.Н., Певзнер Л.Д., Ярыгин А.А. Разработка системы автоматического управления маршрутным движением беспилотного летательного аппарата в шахтных условиях	10	22
Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко Е.А., Любомищенко Е.И. Квантово-электронные закономерности формирования метаморфических процессов и механизма внезапных выбросов метана в угольных пластах	7	42
Леконцев Ю.М., Ушаков С.Ю., Мезенцев Ю.Б. Пути повышения эффективности дегазации угольных пластов	4	26
Мещеряков А.А. Определение расхода воздуха в горных выработках анемометрами нового поколения	4	33
Насибуллина Т.В., Лукашов О.Ю. Решения для подземной шахтной навигации в кризисных ситуациях	4	29
Новоселов С.В., Попов В.Б., Голик А.С. Оценка риска возникновения эндогенных пожаров в угольных шахтах	5	21
Тимченко А.Н. Экспериментальное определение расчётных коэффициентов для проектирования проветривания проходческих забоев с учётом работы пылеотсосов	5	15

	№	С
Чебан А.Ю., Хрунина Н.П. Снижение запыленности при добыче и перевалке угля на основе модернизации горного оборудования	1	65
Черданцев С.В., Филатов Ю.М., Шлапаков П.А. Режимы диффузного горения мелкодисперстных пылегазовоздушных смесей в атмосфере горных выработок	2	27

ЭКОНОМИКА. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА. АНАЛИТИКА. РЫНОК УГЛЯ		
Алексеева Д.Г., Андреева Л.В., Тория Л.В., Павликов С.Г., Шайдуллина В.К. Экономическая деятельность в сфере угольной промышленности: «предпринимательская» сущность и социальный статус ее участников	1	20
Астафьева О.Е. Возможности цифровой трансформации угольной промышленности на этапе строительства и проектирования опасных производственных объектов, входящих в инфраструктуру угольной отрасли	3	44
Астафьева О.Е., Моисеенко Н.А. О методе определения величины роялти на разработку угольных месторождений	5	26
Брикошина И.С., Геокчакян А.Г., Михалевич Н.В., Никитин С.А., Павловский П.В. Анализ готовности компаний угольной промышленности к переходу на проектно-ориентированное управление	10	28
Галиев Ж.К., Галиева Н.В. Конкурентоспособность крупных угледобывающих предприятий	2	43
Горбунова М.Л., Ливанова Е.Ю., Морозова Т.С., Куасси Д.Я. Анализ экспортной деятельности лидеров российской угольной промышленности	2	55
Добровольский А.И., Феофанов Г.Л., Руденко С.Т., Эссальников А.О., Захаров С.И. Опыт и результаты повышения производительного времени работы подготовительного забоя на шахте «Северная»	8	82
Жабин А.Б., Поляков А.В., Аверин Е.А., Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Чеботарев П.Н. Общие тенденции в области устойчивого развития, корпоративной социальной ответственности и инноваций в горной отрасли России	9	24
Килин А.Б., Галкин В.А., Макаров А.М. Рыночные отношения на угледобывающем предприятии и эффективность производства	9	29
Кулецкий В.Н., Жунда С.В., Довженок А.С. Организация обеспечения безопасности производственных процессов угольного разреза в условиях увеличения мощности горнотранспортного оборудования	2	34
Курбатов Д.С., Гао Леи Фу Применение аутсорсинга при открытом способе угледобычи: структура принятия решений с формальным алгоритмом	1	26
Кусургашева Л.В., Муромцева А.К., Баканов А.А., Прокопенко Е.В. Циклические факторы и системные ограничения развития угольной промышленности России	10	33
Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Жабин А.Б., Поляков А.В., Цих А. Анализ конъюнктуры и прогноз рынка угля	5	34

	№	С
Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Жабин А.Б., Поляков А.В., Цих А. Прогноз российского экспорта угля в зависимости от динамики мировых цен	7	62
Новоселов И.Ю., Петров И.В., Новоселов А.Л. Арктический уголь: методические вопросы комплексной оценки рисков	8	88
Новоселов С.В. Проблема оценки техногенного воздействия на экологию странами – лидерами по производству и потреблению энергии	2	48
Панков Д.А., Афанасьев В.Я. Добыча и потребление угля в мире: перспективы для российских экспортеров	11	67
Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Технологические импульсы, генезис и перспективы технологического развития угольной отрасли России. 1. Характеристика технологических импульсов, реализованных в угольной отрасли	6	15
Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Технологические импульсы, генезис и перспективы технологического развития угольной отрасли России. 2. Прогнозируемые технологические импульсы в угольной отрасли России в среднесрочной и долгосрочной перспективе	7	51
Петров И.В., Швандар К.В., Швандар Д.В., Бурова Т.Ф. Трансформация мирового рынка угля: современные тенденции и векторы развития	7	66
Петров Н.Е. Профессиональная аналитика – залог успешного выхода угольных компаний из кризиса	9	48
Сарнаков И.В., Сарнакова А.В., Калачёва Л.В. Особенности осуществления процедуры и вопросы, возникающие при проведении банкротства организаций угольной промышленности	4	40
Сарычев А.Е., Земсков А.К., Шинкин В.К., Костин П.В., Кузнецова П.Л. Итоги международной торговли энергетическим углем в 2019 году	5	39
Свиридова Е.А., Рахматулина Р.Ш., Шайдуллина В.К., Горохова С.С., Лапина М.А. Вопросы экономико-правовой ответственности при применении технологий искусственного интеллекта в угольной отрасли	7	57
Серов В.М., Астафьева О.Е. Обоснование методических подходов к определению природной ренты угольных месторождений	4	37
Степанов О.А. Об особенностях предотвращения неправомерного доступа к информации, обрабатываемой значимым объектом критической информационной инфраструктуры	10	40
Степанов О.А. О перспективах развития надзора в угольной промышленности в условиях совершенствования законодательства о госконтроле	2	51
Степанов О.А. О правовом регулировании отношений в сфере безопасного функционирования и развития систем искусственного интеллекта	6	21
Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности за январь-декабрь 2019 года	3	54
Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности за январь-март 2020 года	6	23
Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности за январь-июнь 2020 года	9	35
Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности за январь-сентябрь 2020 года	12	31

	№	С
Тибилев Д.П., Домахина Ю.А. Специфика российских инфраструктурных компетенций в развитии экспортно-ориентированных компаний минерально-сырьевого комплекса	9	18
Филимонов С.В., Никифорова Н.А. Анализ риска выбора инвестирования на основе модели Блэка-Шоулза (Black-Scholes option pricing model) на примере угольной компании ARCH COAL INC	3	49
Шемякина Т.Ю., Астафьева О.Е., Горбунов А.А., Генкин Е.В., Балаханова Д.К. Возможности устойчивого развития угольной промышленности на основе применения риск-ориентированного подхода в управлении	5	29

РЕСУРСЫ. ПЕРЕРАБОТКА И КАЧЕСТВО УГЛЯ		
Антипенко Л.А. Новые подходы к проектированию современных углеобогащительных фабрик	7	82
Белокопытов П.И., Сазыкин Г.П. Решения экологических проблем в реализованных проектах обогащительных фабрик	3	70
Волков М.А. Сибирскому научно-исследовательскому институту обогащения – 60 лет	8	92
Дегидрационный комплекс AURY или осадительно-фильтрующая центрифуга?	2	83
Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Даруеш Г.С. Инновационная технология комплексной переработки золы от сжигания угля	1	58
Исламов С.Р. Термическая обработка как новый уровень обогащения угля	5	50
Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Влияние золошлакового материала «АО Актобе ТЭЦ» на предельное напряжение сдвига при сушке кирпича	3	76
Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на технологические свойства шликера, пресс-порошка и физико-механические показатели	4	45
Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование золы легкой фракции в производстве кислотоупорной плитки	11	43
Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на пористость, морозостойкость и водопоглощение фасадных плиток	12	44
Ким С.В., Богоявленская О.А., Кударин С.Х., Орлова В.В., Орлов А.С. Получение брикетированного бездымного топлива из термообработанной мелочи энергетических углей	6	41
Коробкова Ю.Ю., Сафронов Е.Г., Краскова Н.И., Абдрахимов В.З. Экологический менеджмент и рециклинг железосодержащего шлака ТЭЦ в производстве безобжиговых жаростойких композиций	12	49
Лохов Д.С. Будущее обогащительных фабрик, какое оно?	10	50
Лохов Д.С. Готовьте сани летом, телегу зимой	7	91
Лохов Д.С. Грохоты	3	74
Лохов Д.С. Как повысить эффективность предприятия?	11	52
Лохов Д.С. Отрицательное влияние влажности на калорийность. Где скрывается эффективность?	4	57
Лохов Д.С. Работа при отрицательных температурах до -45	9	58

	№	С
Лохов Д.С. Расходные материалы – ключ к эффективному производству	5	56
Лохов Д.С. Эффективность в каждом действии	8	94
Новые рубежи компании Сомерсет Интернэшнл	7	88
Петров И.В., Меркулина И.А., Харитонов Т.В., Колесник Г.В. Методологические подходы к организации и оценке системы обращения с отходами угледобывающего производства	9	59
Строить или модернизировать?	1	64
Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Дуйшеев К.О. Перспективы применения водоугольного топлива в энергетике Кыргызстана	1	55

ГЕОМЕХАНИКА. ГЕОИНФОРМАТИКА. НЕДРА. ГЕОЛОГИЯ		
Алиев С.Б., Портнов В.С., Атыгаев Р.К., Филимонов Е.Н., Иманбаева С.Б. Изучение факторов, влияющих на выбороопасность угольного пласта D ₆	6	50
Беляев В.В., Агафонов В.В. Синтез высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт	11	36
Беляев В.В., Агафонов В.В. Обоснование параметров технологических систем угольных шахт с учетом рисков	12	24
Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Балгабеков Т.К., Шонтаев А.Д., Конкыбаева А.Н. Напряженно-деформированное состояние приконтурного углепородного массива	5	63
Дрижд Н.А., Рабатулы М., Александров А.Ю., Балниязова Г., Жунис Г. Результаты освоения опытно-промышленных скважин на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна	6	36
Кузин Е.А., Халкечев К.В. Математическая модель определения формы устойчивого целика поликристаллической структуры в углевмещающих породах	2	22
Кузин Е.А., Халкечев К.В. Определение управляющих пространственно-геометрических параметров устойчивых горных выработок	9	65
Нецветаев А.Г. Терминология и основные понятия в области инжиниринга	10	42
Портнов В.С., Иманбаева С.Б., Муллагалиева Л.Ф., Балниязова Г.М., Шаяхметов Р.Т. Прогноз природной метаноносности при разработке угольных пластов	11	53
Разовский Ю.В., Борисова О.В., Артемьев Н.В., Савельева Е.Ю. О происхождении углеводородов	12	53
Шишков Р.И., Федорин В.А., Шахматов В.Я. Открыто-подземный способ вскрытия и подготовки пологих угольных месторождений	10	13
Штейнцайг М.Р. Повышение эффективности использования ресурсной базы Свободенского месторождения высокобитуминозных бурых углей за счет создания предприятий малотоннажной углехимии в Амурской области	2	62

ЭКОЛОГИЯ		
Зеньков И.В., Морин А.С., Бровина Т.А., Кондрашов П.М., Киришина Е.В., Федоров А.Б., Павлова П.Л., Вокин В.Н., Веретенова Т.А., Брежнев Р.В. О создании федерального центра дистанционного мониторинга экологии горного производства в угледобывающей отрасли	2	68

	№	С
Зеньков И.В., Нефедов Н.Б., Морин А.С., Кирюшина Е.В., Вокин В.Н., Веретеннова Т.А., Кондрашов П.М., Павлова П.Л., Брежнев Р.В. Технология рекультивации земель при разработке угольных месторождений в северных регионах России	4	62
Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Анищенко Ю.А., Стукова О.О., Юрковская Г.И., Кирюшина Е.В., Скорнякова С.Н. Информационное обеспечение оценки экологии нарушенных земель в горнодобывающем секторе Кузбасса	6	62
Зеньков И.В., Агалакова А.В., Федоров В.А., Широченко Н.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Миронова Ж.В., Скорнякова С.Н. Исследование экологии нарушенных земель на Богословском угольном месторождении с использованием ресурсов дистанционного зондирования	7	96
Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Анищенко Ю.А., Гильц Н.Е., Стукова О.О., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Скорнякова С.Н. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель угольными разрезами на Южном Урале	9	72
Зеньков И.В., Юронен Ю.П., Карачёва Г.А., Стукова О.О., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Миронова Ж.В., Веретеннова Т.А. Использование результатов дистанционного зондирования в оценке восстановления экосистемы на территориях с открытой угледобычей в регионах Урала	10	68
Киселева С.П., Вишняков Я.Д., Пухов С.А., Разовский Ю.В., Маколова Л.В. Вовлечение отходов тепловых электростанций в эколого-ориентированное развитие экономики	11	64
Копытов А.И., Масаев Ю.А., Масаев В.Ю. Влияние технологии взрывных работ на состояние окружающей среды в Кузбассе	5	57
Коротченко И.С., Первышина Г.Г., Мучкина Е.Я. Воздействие процесса сжигания углей Ирша-Бородинского разреза на депонирование тяжелых металлов в почве (на примере Минусинской ТЭЦ)	6	67
Лавриненко А.Т., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Килин А.Б., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А. Биологическая рекультивация переуплотненных автомобильных отвалов угледобывающих предприятий	7	92
Лавриненко А.Т., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Азев В.А., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А. Экологическое состояние почвенно-растительного покрова и атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия»	8	96
Лавриненко А.Т., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Шаповаленко Г.Н., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А. Некоторые особенности флористического состава спланированных отвалов разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия»	9	68
Лавриненко А.Т., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Шаповаленко Г.Н., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А. Опыт использования древесно-кустарниковых пород для биологической рекультивации переуплотненных отвалов автомобильной отсыпки на разрезе «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия»	10	52

	№	С
Лебедев Н.а., Коротченко И.С., Первышина Г.Г., Кондратюк Т.А., Байкалов П.С. Стабильность развития древесных растений, произрастающих вблизи АО «Назаровская ГРЭС»	4	58
Малышев П. Оптимизация количества сжигаемого топлива как фактор влияния на выбросы в атмосферу угольной ТЭС	7	17
Саакян Ю.З., Григорьев А.В., Васенькина Е.Ю., Кравец Е.А., Фаддеев А.М. Направления совершенствования экологического законодательства Российской Федерации в угольной отрасли на основе анализа опыта ведущих угледобывающих стран	11	58
Степанов С.Г., Михалев И.О., Евтушенко Е.М., Логинов Д.А., Деменчук С.В. Бездымное бытовое топливо: опыт применения в Красноярске	12	56
Шарапова А.В., Семенов И.Н., Леднев С.А., Карпачевский А.М., Королева Т.В. Биохимический потенциал саморазвития посттехногенных горнопромышленных геоконструкций Подмосковского бурогоугольного бассейна	10	56

ВОПРОСЫ КАДРОВ

Киселева С.П., Вишняков Я.Д., Аракелова Г.А., Разовский Ю.В., Борисова О.В., Подготовка кадров по экологической безопасности для топливно-энергетического комплекса	9	54
Лялин А.М., Зозуля А.В., Еремина Т.Н., Зозуля П.В. Современные тенденции подготовки специалистов угольной промышленности	9	50
Прокопенко С.А., Семенов В.В. Моделирование интеллектуально-инновационного потенциала горных инженеров	7	71
Рожков А.А., Соловенко И.С., Коркина Т.А., Лоцилова М.А. Инженерно-технический состав угольной отрасли России: ретроспектива, современное состояние, прогноз	4	16
Трушина Г.С., Грачева Т.В. Влияние рынка труда на формирование кадрового потенциала угледобывающих предприятий Кузбасса	7	77
Юнгблюдт С.В., Ботвенко Л.А., Холодов П.П. Повышение профессиональной компетентности руководителей горных работ – залог безопасности труда	2	79

ХРОНИКА

АО «СУЭК» Информационные сообщения - №1-31; №2-20; №3-17; №4-13; №5-20; №6-34; №7-32; №8-20; №9-75; №10-49; №11-9; №12-23		
АО «УК «Кузбассразрезуголь» Информационные сообщения - №2-54; №4-75; №5-77; №6-85; №10-82; №11-76;		
АО ХК «СДС-Уголь» Информационные сообщения - №1-76; №2-42; №3-85; №6-71; №7-103; №8-52; №12-64		
ООО «Восточная горнорудная компания» Информационные сообщения - №2-87; №5-83; №6-75; №9-77; №10-87		
ООО «РУК» (ЕВРАЗ) Информационные сообщения - №1-72; №2-33; №4-28; №5-81; №6-77; №8-91; №9-9; №10-21; №12-22		
Конференция «Argus рынок угля России – 2020»	5	70
Книжные новинки - № 9, с. 23, 28, 47, 57, 86		

	№	С
Международные специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России»	4	15
	7	10
Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2020 году	12	87
Хроника. События. Факты. Новости – №1-69; №2-84; №3-82; №4-72; №5-72; №6-70; №7-100; №8-100; №9-76; №10-72; №11-74; №12-70		
V Национальный горнопромышленный форум	5	68

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ. РЕЦЕНЗИИ. ОТКЛИКИ.		
85-летие рекорда Алексея Стаханова	8	107
Памяти павших – будьте достойны!	4	5
Таразанов И.Г. 95 лет вместе с читателями (к юбилею журнала «Уголь»)	10	12

ЗА РУБЕЖОМ		
Зеньков И.В. Внешнеэкономическое взаимодействие стран с угольной генерацией на рынке электрической энергии в Восточной Европе	11	71
Шарипов Ф.Ф., Тимофеев О.А. Добыча и импорт угля в КНР в 2019 году: перспективы для российских экспортеров	4	68

ЮБИЛЕИ		
Анисимов Федор Александрович (к 60-летию со дня рождения)	9	90
Артемьев Владимир Борисович (к 55-летию со дня рождения)	5	12

	№	С
Голик Владимир Иванович (к 80-летию со дня рождения)	5	92
Зайденварг Валерий Евгеньевич (к 80-летию со дня рождения)	4	84
Качармин Семен Дмитриевич (к 100-летию со дня рождения)	2	89
Лисовский Владимир Владимирович (к 60-летию со дня рождения)	9	92
Навитный Аркадий Михайлович (к 85-летию со дня рождения)	10	91
Новоселов Сергей Вениаминович (к 60-летию со дня рождения)	5	25
Першин Владимир Викторович (к 70-летию со дня рождения)	4	83
Попов Владимир Николаевич (к 75-летию со дня рождения)	1	84
Потапов Вадим Петрович (к 70-летию со дня рождения)	10	92

НЕКРОЛОГИ		
Васючков Юрий Федорович (02.12.1936 – 09.04.2020)	6	89
Кроль Лилия Константиновна (01.04.1938 – 30.06.2020)	8	108
Лях Бронислав Михайлович (01.10.1950 – 13.10.2020)	11	88
Филатов Юрий Михайлович (06.08.1950 – 20.02.2020)	3	100

В ММТП обновлен суточный рекорд выгрузки вагонов

Работники грузового района № 2 АО «Мурманский морской торговый порт» обновили максимальный показатель выгрузки вагонов за сутки – 508 единиц. Очередной рекорд стал возможным благодаря отличному взаимодействию портовиков и железнодорожников, которые строго по плану подводили грузовые вагоны и убирали с путей порожний подвижной состав.

«Слаженная работа служб и подразделений АО «ММТП» и Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» является примером ответственного профессионального отношения к делу, когда партнеры готовы идти навстречу друг другу и всячески помогать в решении стоящих задач, – отметил генеральный директор АО «ММТП» **Алексей Рыкованов.** – Именно это является решающим фактором успешной работы нашего общего транспортно-коридора».

Следует уточнить, что рекорд достигнут силами одного 2-го района, как утверждают портовики, резервы у ММТП огромные. На этой неделе мурманчане ввели в эксплуатацию дополнительные манипуляторы SENNEBOGEN. Четкая, слаженная работа дала отличный результат, поскольку 20 октября был зафиксирован новый рекорд уже на уровне станции Мурманск. Впервые за время своего существования – а это 105 лет – за сутки был выгружен 1221 вагон.



Напомним, что железная дорога нашла выход из положения после обрушения железнодорожного моста над р. Колой, быстро достроив обходной путь и обеспечив перевозки к ММТП. Также быстро в начале октября был построен и новый мост – за 105 дней вместо полугода, что и позволило состояться новому рекорду раньше, чем это могло бы быть. При этом железнодорожники обещают в ближайшее время еще более увеличить провозные мощности к Мурманску.

«В рамках развития и реконструкции направления «Волховстрой – Мурманск» мы обновим 25 станций, уложим вторые пути более чем на 10 перегонах. Все строительно-монтажные работы планируем завершить к 2022 г. В итоге это позволит увеличить пропускную способность участка на 28 млн т», – рассказал заместитель генерального директора ОАО «РЖД» **Андрей Макаров.**

«Мы видим, как на примере успешной совместной работы Октябрьской железной дороги и блока логистики СУЭК тезис о том, что в период пандемии инвестиции в инфраструктуру разогревают экономику, приобретает конкретику и реальный эффект, и высоко ценим готовность наших партнеров вместе идти вперед», – подчеркивает заместитель генерального директора – директор по логистике АО «СУЭК» **Денис Илатовский.**

WE CREATE. YOU IMPLEMENT



ПРОКОПЬЕВСКИЙ ГОРНО-ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ

МНОГОПРОФИЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ И ОБЪЕКТОВ
ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ВИМ-ПРОЕКТИРОВАНИЕ

8 (800) 200-71-13
www.pgpi.su



Sumitec
International

A company of Sumitomo Corporation group

С Новым годом! 2021



КОМАТСУ

TOYOTA

MATERIAL HANDLING



BOMAG
FAYAT GROUP

КОМАТСУ

Forestry
Quality

SENEBOGEN

Atlas Copco



IDEMITSU

РОТОВЕК
TOUGH HANDLING EQUIPMENT



RIGID INDUSTRIES
LED LIGHTING

Epiroc

HYTORC

PEINER SMAG
Lifting Technologies



Дорогие друзья!

Поздравляем Вас с наступающим Новым 2021 годом!

Хотим всем пожелать, чтобы в наступающем году с Вами произошло то самое чудо, о котором все так мечтают.

И пусть у каждого оно своё, но оно обязательно самое необходимое и самое важное. Желаем, чтобы все Вы были живы и здоровы, чтобы занимались тем, что приносит Вам радость.

Желаем достичь новых вершин и реализовать поставленные цели.

А ещё побольше радостных моментов, которые перейдут в приятные воспоминания.

С праздником!

«Сумитек Интернейшнл» - гарантия успешного партнёрства!

Sumitec
International

A company of Sumitomo Corporation group

Кузбасский Филиал, г. Кемерово, ул. Терешковой, 49

Тел.: (3842) 34-58-50, e-mail: Kemerovo@sumitec.ru

Сибирский Филиал, г. Красноярск, ул. Калинина, 89

Тел.: (391) 226-66-65, e-mail: Sales.krasnoyarsk@sumitec.ru

Дальневосточный Филиал, г. Хабаровск, ул. Промышленная, 3 "Б"

Тел.: (4212) 47-32-32, e-mail: Sales.fe@sumitec.ru

Северо-Западный Филиал, г. Санкт-Петербург, Волхонское шоссе, 5

Тел.: (812) 622-09-10, e-mail: Sales.spb@sumitec.ru

www.sumitec.ru