

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

# УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[WWW.UGOLINFO.RU](http://WWW.UGOLINFO.RU)

## 11-2020

**TAPP** GROUP  
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY  
**AURY**

# Как повысить эффективность предприятия

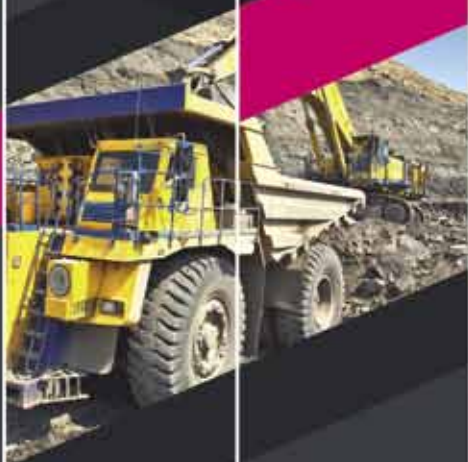


Подробнее на стр. 52

РЕКЛАМА

КОМПЛЕКСНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**SGP**  
ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛЕЙ

Анализ минерально-сырьевой базы

Определение перспективных границ  
участков недр

Сопровождение при лицензировании

Геологоразведка и камеральные работы

Предпроектные проработки

Проектно-изыскательские работы

Подбор и поставка оборудования

Строительство и ввод объектов  
в эксплуатацию

Строительный контроль

Авторский надзор

РЕКЛАМА

ООО «СГП» 115184, г. Москва,  
пер. 1-й Новокузнецкий, 10А, оф. 24  
тел.: 8-800-250-12-09

650066, г. Кемерово,  
пр. Октябрьский, 28 б  
тел.: 8 (3842) 45-11-11

[www.sgp.su](http://www.sgp.su)  
[info@sgp.su](mailto:info@sgp.su)

**Главный редактор**  
**ЯНОВСКИЙ А.Б.**

Заместитель министра энергетики  
Российской Федерации,  
доктор экон. наук

**Зам. главного редактора**  
**ТАРАЗАНОВ И.Г.**

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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**АРТЕМЬЕВ В.Б.**, доктор техн. наук

**ВЕРЖАНСКИЙ А.П.**,

доктор техн. наук, профессор

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

**ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.**,

доктор техн. наук, профессор

**ЗАХАРОВ В.Н.**, чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

**КОВАЛЬЧУК А.Б.**,

доктор техн. наук, профессор

**ЛИТВИНЕНКО В.С.**,

доктор техн. наук, профессор

**МАЛЫШЕВ Ю.Н.**, академик РАН,

доктор техн. наук, профессор

**МОХНАЧУК И.И.**, канд. экон. наук

**МОЧАЛЬНИКОВ С.В.**, канд. экон. наук

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

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

**ПОТАПОВ В.П.**,

доктор техн. наук, профессор

**ПУЧКОВ Л.А.**, чл.-корр. РАН,

доктор техн. наук, профессор

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

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

**СКРЫЛЬ А.И.**, горный инженер

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

наук, профессор

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

**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 ДУБИНСКИ**,

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»

#### НОЯБРЬ

11-2020 /1136/

# УГОЛЬ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Клишин В.И., Опрук Г.Ю., Салихов А.Ф., Пятерикин Д.В.

**Разупрочнение труднообрушаемой кровли**

**методом направленного гидроразрыва (НГР) на этапе выхода**

**механизированного комплекса из монтажной камеры** \_\_\_\_\_ 4

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** \_\_\_\_\_ 10

### ШАХТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Кассихина Е.Г., Першин В.В., Русакова Н.А.

**Компьютерное проектирование стальных копров многофункционального**

**назначения для шахт нового технического уровня** \_\_\_\_\_ 13

### ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

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** \_\_\_\_\_ 17

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»** \_\_\_\_\_ 22

### БЕЗОПАСНОСТЬ

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

**Применение новейшего имитатора внешнего дыхания человека**

**для повышения безопасности промышленного персонала** \_\_\_\_\_ 29

### ГЕОИНФОРМАТИКА

Беляев В.В., Агафонов В.В.

**Синтез высокопроизводительных и прогрессивных**

**технологических систем угольных шахт** \_\_\_\_\_ 36

### РЕСУРСЫ

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

**Использование золы легкой фракции в производстве кислотоупорной плитки** \_\_\_\_\_ 43

### ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Насковец А.М.

**Новый лидер класса!** \_\_\_\_\_ 48

Городилов А.С.

**Сократить расходы** \_\_\_\_\_ 50

### ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С.

**Как повысить эффективность предприятия?** \_\_\_\_\_ 52

### ГЕОЛОГИЯ

Портнов В.С., Иманбаева С.Б., Муллагалиева Л.Ф., Балниязова Г.М., Шаяхметов Р.Т.

**Прогноз природной метаноносности при разработке угольных пластов** \_\_\_\_\_ 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 – 1,034  
(без самоцитирования – 0,696)  
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,536  
(без самоцитирования – 0,378)

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 02.11.2020.

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»

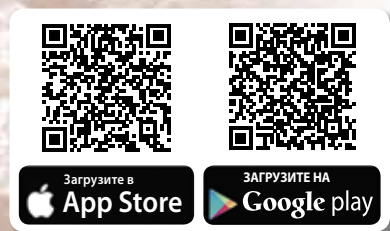
117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 86067

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



© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2020

**ЭКОЛОГИЯ**

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** \_\_\_\_\_ 58

Киселева С.П., Вишняков Я.Д., Пухов С.А., Разовский Ю.В., Маколова Л.В.

**Вовлечение отходов тепловых электростанций в эколого-ориентированное развитие экономики** \_\_\_\_\_ 64

**РЫНОК УГЛЯ**

Панков Д.А., Афанасьев В.Я.

**Добыча и потребление угля в мире: перспективы для российских экспортеров** \_\_\_\_\_ 67

**ЗА РУБЕЖОМ**

Зеньков И.В.

**Внешнеэкономическое взаимодействие стран с угольной генерацией на рынке электрической энергии в Восточной Европе** \_\_\_\_\_ 71

**ХРОНИКА**

**Хроника. События. Факты. Новости** \_\_\_\_\_ 74

**НЕКРОЛОГ**

**Лях Бронислав Михайлович (01.10.1950 – 13.10.2020)** \_\_\_\_\_ 88

**Список реклам**

|                   |          |                           |          |
|-------------------|----------|---------------------------|----------|
| <b>TAPP Group</b> | 1-я обл. | <b>НПФ Гранч</b>          | 4-я обл. |
| <b>СГП</b>        | 2-я обл. | <b>НПП Завод МДУ</b>      | 77       |
| <b>ПГПИ</b>       | 3-я обл. | <b>Выставка ССМЕ-2021</b> | 83       |

\* \* \*

**Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU**

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,034 (без самоцитирования – 0,696).

**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

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

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

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

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

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

**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

**NOVEMBER**

**11' 2020**

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

Klishin V.I., Opruk G.Yu., Salihov A.F., Pyaterikin D.V.

**Weakening of hard-to-break roof formations using directional hydraulic fracturing (DHF) when the mechanized complex leaves the set-up entry** \_\_\_\_\_ 4

Aliiev S.B., Hodzhaev R.R., Isabek T.K., Demin V.F., Shontayev A.Zh.

**Efficiency assessment of relief hole drilling in areas of high stresses to release methane from coal beds** \_\_\_\_\_ 10

**MINE CONSTRUCTION**

Kassikhina E.G., Pershin V.V., Rusakova N.A.

**Computer-aided design of multi-purpose steel headframes for mines with a new technical level** \_\_\_\_\_ 13

**SURFACE MINING**

Viktorov S.D., Frantov A.E., Opanasenko P.I., Strogij I.B., Zharikov I.F., Lapikov I.N.

**Innovative ways for improving the cheap explosives using additives made from returned to production recycled materials** \_\_\_\_\_ 17

Isaychenkov A.B., Leonov E.I., Kutovoy A.V., Galimyanov A.A., Zalyadnov V.Yu., Karaulov N.G.

**Justification of rational parameters of working zone during mining in "Bureinsky" open-pit mine** \_\_\_\_\_ 22

**SAFETY**

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

**Application of the latest human external respiration simulator to increase the safety of industrial personnel** \_\_\_\_\_ 29

**GEOINFORMATICS**

Belyaev V.V., Agafonov V.V.

**Synthesis of high-performance and advanced technological systems for coal mines** \_\_\_\_\_ 36

**MINERALS RESOURCES**

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

**Use of light ash in the production of acid-resistant tiles** \_\_\_\_\_ 43

**MINING EQUIPMENT**

Naskovets A.M.

**A new class leader!** \_\_\_\_\_ 48

Gorodilov A.S.

**Reduce costs** \_\_\_\_\_ 50

**COAL PREPARATION**

Lokhov D.S.

**How can I improve the company's efficiency?** \_\_\_\_\_ 52

**GEOLOGY**

Portnov V.S., Imanbaeva S.B., Mullagalieva L.F., Balniyazova G.M., Shayakhmetov R.T.

**Forecast of natural methane content during coal seam mining** \_\_\_\_\_ 53

**ECOLOGY**

Saakyan Yu.Z., Grigoryev A.V., Vasenkina E.Yu., Kravets E.A., Faddeev A.M.

**Directions for improving of environmental legislation in the coal mining industry of the Russian Federation** \_\_\_\_\_ 58

Kiseleva S.P., Vishnyakov Ya.D., Pukhov S.A., Razovskiy Yu.V., Makolova L.V.

**Integration of thermal power plant wastes into environmentally-oriented economic development** \_\_\_\_\_ 64

**COAL MARKET**

Pankov D.A., Afanasiev V.Ya.

**Global coal production and consumption: prospects for Russian exporters** \_\_\_\_\_ 67

**ABROAD**

Zenkov I.V.

**Foreign economic cooperation of countries with coal power generation on the electrical energy market in Eastern Europe** \_\_\_\_\_ 71

**CHRONICLE**

**The chronicle. Events. The facts. News** \_\_\_\_\_ 74

**NECROLOGUE**

**Lyah Bronislaw Mikhailovich (01.10.1950 – 13.10.2020)** \_\_\_\_\_ 88

# Разупрочнение труднообрушаемой кровли методом направленного гидроразрыва (НГР) на этапе выхода механизированного комплекса из монтажной камеры\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-4-8>



## КЛИШИН В.И.

Доктор техн. наук,  
профессор, член-корр. РАН,  
директор Института угля  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru



## ОПРУК Г.Ю.

Канд. техн. наук,  
заведующий лабораторией эффективных  
технологий разработки угольных  
месторождений  
Института угля ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: opruk@yandex.ru



## САЛИХОВ А.Ф.

Директор  
«Шахта «Южная»  
(филиал АО «Черниговец»)  
АО ХК «СДС-Уголь»,  
652432, п. Разведчик, Россия,  
e-mail: office@uznaya.hcsds.ru



## ПЯТЕРИКИН Д.В.

Главный инженер  
«Шахта «Южная»  
(филиал АО «Черниговец»)  
АО ХК «СДС-Уголь»,  
652432, п. Разведчик, Россия,  
e-mail: d.pyaterikin@uznaya.hcsds.ru

Представлен практический результат применения метода направленного гидроразрыва (НГР), заключающийся в снижении первичного шага обрушения пород основной кровли при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры лавы № 2В «Шахты «Южная» (филиал АО «Черниговец»). Приведена схема заложения скважин в монтажной камере с расчетными параметрами. Приведены результаты контроля глубины заложения и наличия иницирующей (зародышевой) щели в забое скважины. Зафиксированы результаты процесса гидроразрыва пород основной кровли. На основании проведенных исследований сделан вывод об эффективности применения метода НГР в горно-геологических условиях «Шахты «Южная».

**Ключевые слова:** направленный гидроразрыв, труднообрушаемая кровля, монтажная камера, иницирующая (зародышевая) щель, видеоэндоскопическое обследование скважин, электронный манометр.

**Для цитирования:** Разупрочнение труднообрушаемой кровли методом направленного гидроразрыва (НГР) на этапе выхода механизированного комплекса из монтажной камеры / В.И. Клишин, Г.Ю. Опрук, А.Ф. Салихов и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 4-8. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-4-8.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее распространенной системой подземной разработки угольных месторождений является длинностолбовая с оснащением очистного забоя высокопроизводительным механизированным комплексом. Расширение области ее применения в последние годы происходит за счет разработки пластов с труднообрушаемыми кровлями, что значительно осложняет ведение очистных работ. Труднообрушаемыми принято считать кровли, при которых проявления первых и последующих осадков в выработанном пространстве связаны с разрушением зависающих на значительных площадях и больших размеров по напластованию прочных слоев кровли. При таких осадках внешняя нагрузка на крепь несоизмерима по величине с характеристиками податливости крепи.

\* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-17-01143).

Очень часто крепь не в состоянии уравновесить вес обрушающихся пород, и процесс заканчивается зажатием или разрушением крепи. Причем осадки труднообрушаемых кровель часто сопровождаются динамическими явлениями [1, 2, 3]. Существенное влияние на характер проявления горного давления оказывают литолого-петрографическое строение кровли, прочностные и деформационные свойства пород непосредственной и основной кровель, мощность пласта. Периодичность проявления осадок кровли определяется шагом обрушения основной кровли. Установлено, а методическим положением и инструкциями определено, что на шаг первого и последующих обрушений основной кровли существенное влияние оказывают ее мощность, прочность слагающих пород и величина отношения мощности непосредственной кровли к мощности пласта. Глубина разработки, длина лавы и прочность пород непосредственной кровли оказывают менее существенное влияние [4, 5, 6].

### РАЗУПРОЧНЕНИЕ ТРУДНООБРУШАЕМОЙ КРОВЛИ МЕТОДОМ НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА

В Кузбассе продолжены опытно-промышленные работы по внедрению технологии направленного гидроразрыва при работе очистного забоя в условиях труднообрушаемой кровли [7, 8, 9, 10]. Разупрочнение пород кровли осуществлялось для горно-геологических условий отработки запасов лавы № 2В пласта «Владимировский-II» «Шахты «Южная» (филиал АО «Черниговец») АО ХК «СДС-Уголь» при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры.

Ложная кровля распространена по площади повсеместно. Мощность ложной кровли – до 0,5 м, от м.к.2В до р.п.2В-1, а также по площади, прилегающей ко всей трассе вентиляционного штрека 2В мощность ослабленных слоев пород доходит до 2,07 м. Непосредственная кровля имеет как простое, так и сложное, двухслойное строение. Нижний слой непосредственной кровли при ее двухслойном строении, а также единственный в случае простого строения, имеет мощность 1,5-4 м, сложен трещиноватыми и тонкослоистыми алевролитами. Верхний слой непосредственной кровли представлен переслаиванием разнозернистых алевролитов с мелкозернистыми песчаниками и (или) алевритовыми песчаниками. Мощность верхнего слоя достигает 6-7 м, а общая мощность непосредственной кровли при двухслойном строении – 7,5-11 м. Прочностные характеристики:  $f=4-5$ ;  $\sigma_{сж}=40-50$  МПа. Прочностные характеристики песчаников:  $f=5-7$ ;  $\sigma_{сж}=50-70$  МПа.

Основная кровля пласта «Владимировский-II» на площади имеет как простое, так сложное строение. При сложном строении она состоит из двух пачек. Нижняя пачка, мощностью около 11 м, представлена переслаиванием алевритовых песчаников и мелкозернистыми песчаниками с трещиноватыми крупнозернистыми алевролитами, прочностные показатели:  $f=5-7$ ,  $\sigma_{сж}=50-70$  МПа. Верхняя часть представлена мощной пачкой слоистых светло-серых, трещиноватых, крепких, мелкозернистых песчаников. Мощность пачки – 30 м. Прочностные показатели:  $f=8$ ,  $\sigma_{сж}=80$  МПа. При простом строении основная кровля пласта «Владимировский-II» представлена мощной пачкой (до 47 м) переслаивающихся трещиноватых мелко-

зернистых песчаников. Глубина ведения горных работ составляет от 52 до 172 м. Пласт 16 является угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа, выдавливанию угля, динамическому разрушению пород почвы с глубины 268 м и опасен по горным ударам с глубины 400 м.

По результатам геофизических работ выделено пять участков с различным поведением активной кровли, аномальных тектонических зон не выявлено. Горно-геологические условия отработки пласта «Владимировский-II» в выемочном столбе 2В ожидаются сложными. Сложность управления комплексом при ведении очистных работ обуславливается наличием труднообрушающейся и тяжелой по нагрузочным свойствам основной кровли на 73% площади (второй, третий, пятый участки). Основной причиной является неблагоприятное природное соотношение значений мощности непосредственной кровли к вынимаемой мощности пласта «Владимировский-II» (критерий  $h.l.o./mв < 3$ ), характеризующее долю участия залегающей выше пачки песчаников в формировании внешней активной нагрузки и степени тяжести основной кровли, передаваемой на механизированную крепь комплекса.

Таким образом, наличие особо сложных горно-геологических условий отработки свидетельствовало о возможности значительного зависания кровли при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры и, как следствие, повышенных нагрузках на механизированную крепь комплекса и вероятности возникновения газодинамических явлений, связанных с ростом напряжений в краевых частях пласта.

С целью снижения первичного шага обрушения кровли сотрудниками Института угля ФИЦ УУХ СО РАН совместно с технической службой шахты было принято решение о проведении работ по предварительному разупрочнению основной кровли пласта «Владимировский-II» методом направленного гидроразрыва на этапе вывода механизированного комплекса из монтажной камеры. Одновременно с ведением монтажных работ была разработана схема разупрочнения кровли и отбурены на расчетную глубину согласно рекомендациям Института угля вертикальные и наклонные (отсечные) скважины под углом наклона на забой из монтажной камеры и подготовительных выработок (рис. 1, а, б).

Вертикальные скважины, пробуренные из монтажной камеры, обеспечивают расслоение пород, а наклонные (отсечные), пробуренные из подготовительных выработок, – отсечение кровли и ликвидацию ее зависания на угольном массиве. Сочетание этих технологических приемов обеспечивает наибольший эффект предварительного разупрочнения пород кровли для посадки кровли. Создание ориентированных трещин гидроразрыва одновременно с отсечными позволяет получить искусственный блочный массив, своевременно разрушающийся за механизированной крепью. Расчетная длина вертикальных скважин в монтажной камере составила 9,5 м, а наклонных (отсечных) скважин – 8,9 м. Длина наклонных (отсечных) скважин в вентиляционном и конвейерном штреках лавы № 2В составила 8,4 м. В первую очередь гидроразрыв выполняется в вертикальных скважинах, затем в наклонных.

Технологический процесс реализации метода направленного гидроразрыва осуществлялся с использованием

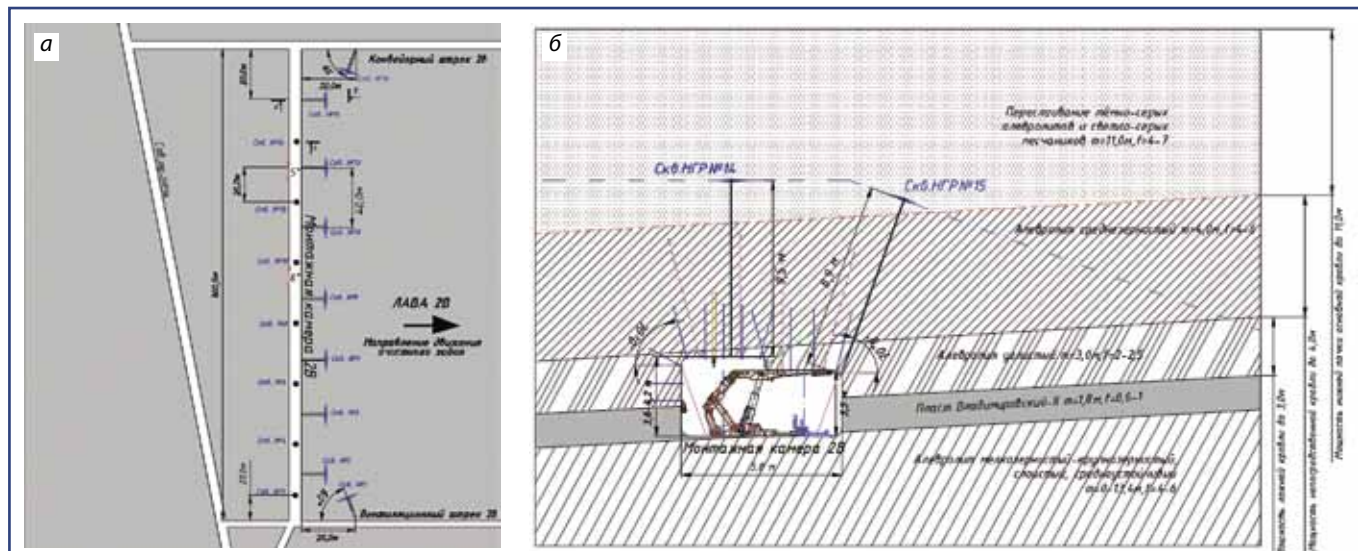


Рис. 1. Работы по предварительному разупрочнению основной кровли пласта «Владимировский-II»: а – технологическая схема расположения скважин для реализации метода НГР в период выезда механизированного комплекса из монтажной камеры № 2В; б – вертикальная схема расположения шпуров для реализации метода НГР из монтажной камеры № 2В (разрез А-А)

Fig. 1. Operations on preliminary weakening of the main roof of the 'Vladimirovsky-II' formation: а – technological layout of boreholes for directional hydraulic fracturing when the mechanized complex leaves set-up entry No. 2В; б – vertical layout of boreholes for directional hydraulic fracturing from set-up entry No. 2В (section A-A)

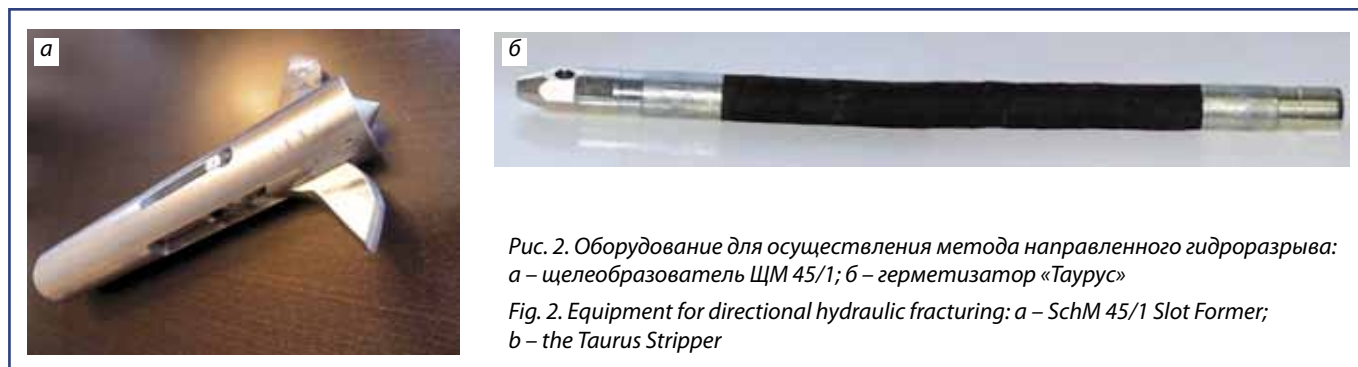


Рис. 2. Оборудование для осуществления метода направленного гидроразрыва: а – щелеобразователь ЩМ 45/1; б – герметизатор «Таурус»

Fig. 2. Equipment for directional hydraulic fracturing: а – SchM 45/1 Slot Former; б – the Taurus Stripper

как стандартного оборудования общего назначения, так и узкоспециального и состоял из следующих этапов:

- бурение наклонной скважины с коронкой диаметром 46 мм и нарезание в ее забое иницирующей щели щелеобразователем ЩМ 45/1 (рис. 2 а);
- досылка герметизатора в забой скважины при помощи комплекта высоконапорных труб и их подключение к высоконапорной станции механизированного комплекса посредством гибких рукавов высокого давления (рис. 2 б);
- герметизация скважины и нагнетание рабочей жидкости в зону иницирующей щели.

Контроль эффективности бурения и проводимых мероприятий по НГР осуществлялся с помощью видеоэндоскопа, в результате него было установлено, что скважины пробурены на расчетную глубину, в забое каждой скважины нарезана иницирующая щель [11, 12, 13] (рис. 3).

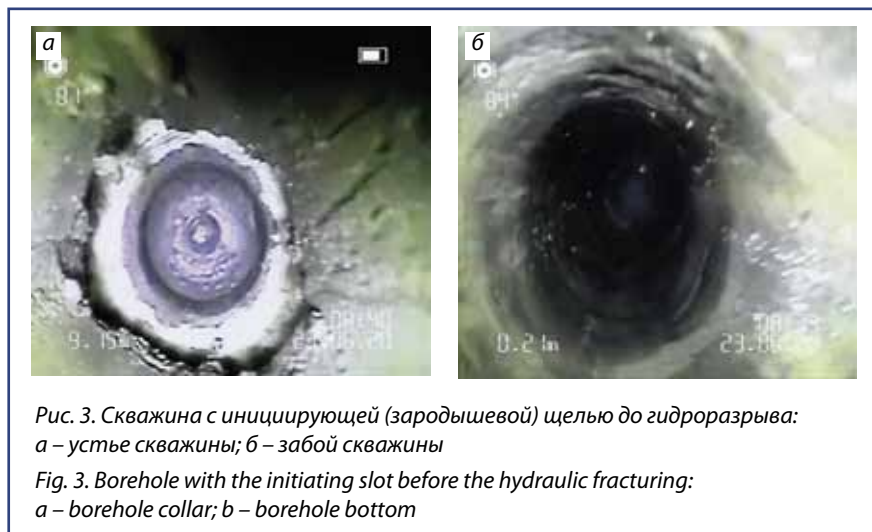


Рис. 3. Скважина с иницирующей (зародышевой) щелью до гидроразрыва: а – устье скважины; б – забой скважины

Fig. 3. Borehole with the initiating slot before the hydraulic fracturing: а – borehole collar; б – borehole bottom

Работы по регистрации гидроразрыва выполнены с применением автономного манометра с датчиком давления и расхода [11, 12, 13]. Манометр предназначен для измерения давления в скважине до 340 атм. и расхода 0-300 л/с. Датчик давления является автономным программируе-



мым прибором, который работает от литиевых батарей до 35 дней и программируется при помощи персонального компьютера. Манометр позволяет выбирать время задержки до измерения от 0 с до 18 ч с интервалом измерений 1 с – 1 ч.

Характер изменения давления гидроразрыва во времени (рис. 4) свидетельствует о том, что начало страгивания трещины происходит в первые 2-3 с. И дальнейший рост трещины характеризуется скачкообразным изменением давления. Причем каждое последующее меньше предыдущего. Стабилизация давления и визуальные наблюдения свидетельствуют о своевременной посадке кровли.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что разупрочнение кровли направленным гидроразрывом при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры позволило осуществить безаварийную первичную посадку. При этом не отмечалось повышенного газовыделения, обусловленного обычно мгновенным «залповым» вытеснением газа из выработанного пространства, как это случается при одновременном обрушении пород основной кровли, зависших на больших площадях. Установлено, что скважины НГР отбурены на расчетную глубину, и в забое каждой имеется иницирующая (зародышевая) щель. Зафиксирован процесс проведения работ по направленному гидроразрыву пород кровли с помощью электронного манометра.

### Список литературы

1. Оганесян С.А. Авария в Филиале «Шахта Тайжина» ОАО ОУК «Южжубассуголь» – хроника, причины, выводы // Уголь. 2004. № 6. С. 25-28.
2. Цивка Ю.В., Петров А.Н. Гидродинамические явления на руднике Баренцбург архепелага Шпицберген // Уголь. 2005. № 7. С. 49-50.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. (6-е изд.). М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2019. 198 с.
4. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Л.: ВНИМИ, 1991. 102 с.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99). В сб.: Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сборник документов). М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2000. 119 с.
6. Труднообрушаемые кровли: проблемы и решения для механизированных забоев современного технического уровня угольных шахт / В.И. Клишин, В.В. Рашевский, В.Б. Артемьев и др. В книге: Подземные горные работы. Т. 3. Кн. 13. 2018.
7. Опыт применения технологии направленного гидроразрыва (НГР) пород кровли с целью обеспечения устойчивого состояния сохраняемой выработки в условиях шахты «Есаульская» / В.И. Клишин, Г.Ю. Опрук, А.С. Телегуз и др. /

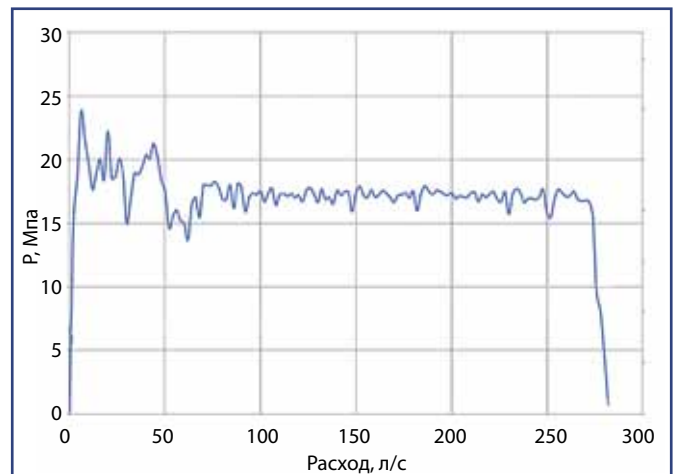


Рис. 4. Результаты измерений процесса направленного гидроразрыва (НГР)

Fig. 4. Results of measuring directional hydraulic fracturing (DHF)

Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф. Новокузнецк: СибГИУ, 2017. № 3. С. 177-181.

8. Джебевки Я. Новые методы предотвращения опасности горных ударов // Глюкауф. 2002. № 2. С. 18-21.

9. Клишин В.И., Опрук Г.Ю., Черепов А.А. Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах // Уголь. 2018. № 9. С. 56-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-56-62. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

10. Управление кровлей для повышения эффективности поддержания выработок, охраняемых податливыми целиками / П.В. Гречишкин, Е.Ю. Розонов, В. И. Клишин и др. // Уголь. 2019. № 10. С. 35-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-35-41. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

11. Assessment of elastic seismoacoustic vibration propagation through coal and rock mass within the extraction column during directional hydraulic fracturing (DHF) implementation / V.I. Klishin, O.V. Taylakov, G.Yu. Opruk et al. / International Scientific Conference "Knowledge-based technologies in development and utilization of mineral resources", 5-8 June 2018, Novokuznetsk, Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 206. N 012024. P. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/206/1/012024.

12. Seismic monitoring of hydrodynamic impact on coal seam at interval hydraulic fracturing / V.I. Klishin, O.V. Taylakov, G.Yu. Opruk et al. / International Scientific and Research Conference on Knowledge-based technologies in development and utilization of mineral resources, 4-7 June 2019, SibSIU, Novokuznetsk, Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 377. N 012034. P. 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/377/1/012034.

13. Пат. № RU 2 659 292 С1. Способ эффективного управления труднообрушаемой кровлей в механизированных забоях / В.И. Клишин, Д.И. Кокоулин, Г.Ю. Опрук. Патенто-обладатели: ФИЦ УУХ СО РАН (RU). № 2017107286; заявл. 06-03-2017; опублик. 29.06.2018.

Original Paper

UDC 622.273.13:622.831.325 © V.I. Klishin, G.Yu. Opruk, A.F. Salihov, D.V. Pyaterikin, 2020  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 4-8  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-4-8>

**Title**  
**WEAKENING OF HARD-TO-BREAK ROOF FORMATIONS USING DIRECTIONAL HYDRAULIC FRACTURING (DHF) WHEN THE MECHANIZED COMPLEX LEAVES THE SET-UP ENTRY**

**Authors**

Klishin V.I.<sup>1</sup>, Opruk G.Yu.<sup>1</sup>, Salihov A.F.<sup>2</sup>, Pyaterikin D.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Coal of SB RAS Kemerovo Science Center, Kemerovo, 650065, Russian Federation

<sup>2</sup> "Yuzhnaya" mine (Branch "Chernigovets" JSC), set. Razvedchik, Kemerovo region, 652432, Russian Federation

**Authors' Information**

**Klishin V.I.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RAS Corresponding Member, Director, e-mail: [klishinvi@icc.kemsc.ru](mailto:klishinvi@icc.kemsc.ru)  
**Opruk G.Yu.**, Ph.D. (Engineering), Head of Efficient Coal Deposits Development Laboratory, e-mail: [opruk@yandex.ru](mailto:opruk@yandex.ru)  
**Salihov A.F.**, Director, e-mail: [office@uznaya.hcsds.ru](mailto:office@uznaya.hcsds.ru)  
**Pyaterikin D.V.**, Chief engineer, e-mail: [d.pyaterikin@uznaya.hcsds.ru](mailto:d.pyaterikin@uznaya.hcsds.ru)

**Abstract**

The paper describes the application results of directional hydraulic fracturing (DHF), which consists in reduction of the primary roof-caving increment when the mechanized complex is pulled out of the set-up entry of long face No. 2B at the Yuzhnaya Mine (Branch of 'Chernigovets' JSC). A borehole drill pattern with calculated parameters is provided for the set-up entry. The results of the borehole depth control and the presence of an initiating slot at the borehole bottom are presented. The results of the main roof hydraulic fracturing are recorded. Based on the performed research, a conclusion was made on the effectiveness of the DHF application in mining and geological conditions of the Yuzhnaya Mine.

**Keywords**

Directional hydraulic fracturing, Hard-to-break roof formations, Set-up entry, Initiating slot, Endoscopic video examination of boreholes, Electronic pressure gauge.

**References**

- Oganesyan S.A. Avariya v Filiale Shahta Tayzhina OAO OUK Yuzhkuzbassugol – hronika prichiny vyvody [Accident in Taizhina mine branch at "Yuzhkuzbasugol" JSC – events, causes, conclusions]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2004, No. 6, pp. 25-28. (In Russ.).
- Tsvika Yu.V., Petrov A.N. Gidrodinamicheskie yavleniya na rudnike Barentsburg arhepilaga Shpitsbergen [Mining dynamic phenomena in Barentsburg mine of archipelago Spitsbergen]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2005, No. 7, pp. 49-50. (In Russ.).
- Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugolnykh shakhtakh" [Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Coal Mine Safety Regulations"]. Series 05. Issue 40. Moscow, NTPS PB JSC Publ., 2019, 198 p. (In Russ.).
- Instruktsiya po vyboru sposoba i parametrov razuprochneniya krovli na vyemochnykh uchastkakh [Manual for roof softening methods and parameters selection in mining areas]. Leningrad, VNIMI Publ., 1991, 102 p. (In Russ.).
- Instruktsiya po bezopasnomu vedeniyu gornyh rabot na shahtah razrabatyvayushchih ugolnye plasty sklonnye k gornym udaram RD 05-328-99 [Guidelines for safe mining operations in the coal beds with the tendency to pressure bursts (RD 05-328-99)]. In the collection: Prevention of gas dynamic events in coal mines (collection of documents). Group of authors. Moscow, GUP "NTC Promyshlennaya Bezopasnost" Publ., 2000, 119 p. (In Russ.).
- Klishin V.I., Rashevsky V.V., Artemiev V.B. et al. Hard-to-break roof formations: challenges and solutions for state-of-the-art mechanized longwalls in coal mines. In: *Underground mining operations*, Vol. 3, Book 13, 2018. (In Russ.).
- Klishin V.I., Opruk G.Yu., Teleguz A.S., Chernousov P.A. & Nikolayev A.V. Opyt primeneniya tekhnologii napravlennogo gidrorazryva NGR porod krovli s tselyu obespecheniya ustoychivogo sostoyaniya so-

hranyaemoy vyrabotki v usloviyah shahty "Esaulskaya" [Experience of directional hydraulic fracturing method application in order to maintain preserved development stable condition with reference to "Yesaulskaya" mine conditions]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov – Hi-Tech Technologies of Mineral Resources Development and utilization*, 2017, No. 3, pp. 177-181. (In Russ.).

8. Dzevetzki Ya. Novye metody predotvrashcheniya opasnosti gornyh udarov [New methods of pressure bursts prevention]. *Gluchauf*, 2002, No. 2, pp. 18-21/ (In Russ.).

9. Klishin V.I., Opruk G.Yu. & Cherepov A.A. Kompleksnyi metod snizheniya udaropasnosti na ugol'nykh shahtah [Complex method of pressure burst hazard mitigation in coal mines]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 9, pp. 56-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-56-62. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (accessed 15.10.2020).

10. Grechishkin P.V., Rozonov E.Yu., Klishin V.I., Opruk G.Yu. & Scherbakov V.N. Roof management to increase the efficiency of maintaining workings guarded by malleable pillars. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 10, pp. 35-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-35-41. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102019.pdf> (accessed 15.10.2020).

11. Klishin V.I., Taylakov O.V., Opruk G.Yu. et al. Assessment of elastic seismic vibration propagation through coal and rock mass within the extraction column during directional hydraulic fracturing (DHF) implementation / International Scientific Conference "Knowledge-based technologies in development and utilization of mineral resources", 5–8 June 2018, Novokuznetsk, Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 206, No. 012024, pp. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/206/1/012024.

12. Klishin V.I., Taylakov O.V., Opruk G.Yu. et al. Seismic monitoring of hydrodynamic impact on coal seam at interval hydraulic fracturing / International Scientific and Research Conference on Knowledge-based technologies in development and utilization of mineral resources, 4–7 June 2019, SibSILU, Novokuznetsk, Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 377, No. 012034, pp. 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/377/1/012034.

13. Klishin V.I., Kokoulin D.I. & Opruk G.Yu. Patent holders: Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Pat. RU 2 659 292 C1, Method of effective control of hard-to-break roofs in mechanized longwalls. (RU), No. 2017107286; Applic. 06-03-2017; publ. 29.06.2018. (In Russ.).

**Acknowledgments**

The research was supported by a grant from the Russian science Foundation (project no. 17-17-01143).

**For citation**

Klishin V.I., Opruk G.Yu., Salihov A.F. & Pyaterikin D.V. Weakening of hard-to-break roof formations using directional hydraulic fracturing (DHF) when the mechanized complex leaves the set-up entry. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 4-8. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-4-8.

**Paper info**

Received August 10, 2020

Reviewed September 16, 2020

Accepted October 9, 2020



## Сервисное предприятие СУЭК в Красноярском крае приступает к серийному выпуску оборудования для шахт

**ООО «Бородинский ремонтно-механический завод» (РМЗ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК, основной акционер – Андрей Мельниченко) в Красноярском крае, готово приступить к серийному выпуску рештаков – комплектующих для шахтных конвейеров. В октябре 2020 г. на заводе завершено оснащение участка, на котором наладят выпуск данных деталей.**

В настоящее время на заводе уже смонтированы две современные высокопроизводительные установки, поступившие по инвестиционной программе СУЭК. Одна из них – порталный обрабатывающий центр, вторая – роботизированный сварочный комплекс и окрасочная камера для нанесения порошкового покрытия. «Участок по производству рештаков мы оснастили по последнему слову техники», – комментирует начальник технологического отдела ООО «Бородинский РМЗ» **Максим Немесов**. – Поступившее оборудование отличают многофункциональность и высокая автоматизация процессов, что важно с точки зрения не только качества, но и безопасности».

Так, порталный центр может работать и как стандартный фрезерный станок, и выполнять дополнительные манипуляции в различных плоскостях: для этого предусмотрены специальная вращающаяся «голова» и целый комплект насадок. «Оборудование максимально автоматизи-



ровано. Моя задача – задать алгоритм, протестировать его в безопасном режиме, установить заготовку под будущую деталь и запустить программу. А дальше – дело техники: все операции, даже смену инструмента, умная машина выполнит сама», – поясняет станочник ши-

рокового профиля **Вячеслав Куреев**, который будет эксплуатировать порталный центр.

Что касается роботизированного сварочного комплекса и окрасочной камеры, они также являются многофункциональными. Камера, например, позволяет окрашивать любые детали и будет использоваться не только участком по производству рештаков, но и другими подразделениями завода.

Производство рештаков – часть масштабной программы СУЭК в области импортозамещения. В настоящее время Бородинский РМЗ изготавливает комплектующие для техники иностранного производства – траки, зубья, коронки, зубчатые колеса, шестерни, вкладыши, колосники, а также оборудование – шламовые насосы для обогащения фабрик. Нарботки Бородинского РМЗ отмечены рядом авторитетных наград – национальной премией «Приоритет» в сфере импортозамещения, Гран-при, медалями и дипломами Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг».

# Оценка эффективности бурения опережающих скважин в области повышенных напряжений массива на газопроявление из угольного пласта

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-10-12>

## АЛИЕВ С.Б.

Доктор техн. наук,  
профессор, академик НАН РК,  
старший научный сотрудник ИПКОН РАН,  
111020, г. Москва, Россия,  
e-mail: alsamat@gmail.com

## ХОДЖАЕВ Р.Р.

Доктор техн. наук,  
профессор кафедры  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых» КарТУ,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: director@nicgeomark.kz

## ИСАБЕК Т.К.

Доктор техн. наук,  
профессор кафедры  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых» КарТУ,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: tyiak@mail.ru

## ДЕМИН В.Ф.

Доктор техн. наук,  
профессор кафедры  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых» КарТУ,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: vladfdemin@mail.ru

## ШОНТАЕВ А.Ж.

Магистр, преподаватель кафедры  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых» КарТУ,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: shon\_oskar@mail.ru

В статье исследовано распределение полей напряжений в угольном пласте впереди забоя подготовительной выработки, проведено численное моделирование НДС приконтурного массива для определения зон формирования повышенных напряжений и нарушения сплошности массива с целью увеличения метановыделения после бурения опережающих скважин в заранее установленные ненарушенные области и снижения возможности проявления внезапного выброса угля и газа.

**Ключевые слова:** бурение опережающих скважин, внезапные выбросы угля и газа, поля напряжений, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, горный массив, проведение горных выработок.

**Для цитирования:** Оценка эффективности бурения опережающих скважин в области повышенных напряжений массива на газопроявление из угольного пласта / С.Б. Алиев, Р.Р. Ходжаев, Т.К. Исабек и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 10-12. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-10-12.

## ВВЕДЕНИЕ

В нетронутом горном массиве формируется природное напряженно-деформированное состояние, компоненты которого определяются методом разгрузки [1]. Это состояние формируется под действием давления налегающей толщи пород и тектонических сил сдвижений отдельных геологических образований. В теоретической работе [2] отмечается, что характер поля напряжений при проведении в горном массиве выработки меняется от объемно-напряженного состояния, которое формируется в зоне впереди забоя, к плоско-деформированному при некоторой сложившейся протяженности выработки. В работе [3] установлено, что когда протяженность выработки достигает трехкратной характерной величины поперечного ее сечения, характер напряженно-деформированного состояния массива впереди забоя практически не зависит от длины. Авторы известной монографии [4] показывают и объясняют качественную картину изменения вертикальной компоненты напряженного состояния массива впереди забоя выработки.

## БУРЕНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩИХ СКВАЖИН В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ МАССИВА

Необходимо более детально исследовать изменения различных по характеру напряжений в зависимости от расстояния вглубь массива и на этой основе определять напряженное состояние угольного массива в части изменения газоотдачи при бурении опережающих или разведочных скважин. С этой целью решается плоская задача определения деформаций массива, который рассматривается как упругая среда с определенными физико-механическими свойствами под действием внешних распределенных сил и внутренних массовых сил.

Для исследования распределения напряжений впереди забоя выполнено численное моделирование напряженно-деформированного состояния массива методом конечных элементов посредством программы MATLAB [5, 6, 7]. Для моделирования принята горная выработка прямоугольного сечения высотой 3,5 м, шириной 5 м, протяженностью 20 м (четырёхкратная ширина), проводимая по угольному пласту. Расстояние от линии забоя вглубь массива принято 20 м для исследования поля напряжений вглубь более трехкратного размера выработки по ширине.

В таблице приведены численные величины напряжений, считанных со срединной части, кровли и почвы в массиве перед забоем выработки на различных расстояниях от линии забоя.

В целях более подробного исследования распределения различных по характеру напряжений моделированием получены их численные значения на расстояниях 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 и 20 м от линии забоя подготовительной выработки вглубь массива впереди забоя.

Один из способов предупреждения внезапных выбросов угля и газа основан на создании условий снижения газового давления в угольном пласте на некотором расстоянии впереди забоя выработки. Для этого бурятся опережающие и газодренажные скважины из забоя выработки вглубь угольного массива [8, 9, 10, 11]. Цель этого процесса – разупрочнить массив для увеличения газоотдачи и, как следствие, уменьшить газовое давление и, в конечном итоге, предотвратить газодинамическое явление. Следовательно, необходимо до бурения скважин установить зоны нарушенности угольного массива, чтобы бурить скважины в те области массива впереди забоя, где сформировались высокие концентрации напряжений без нарушения сплошности (см. рисунок).

Известно [12], что причиной разрушения горного массива (породы и угля) является превышение совместно действующих в горном массиве напряжений над комплексными показателями сопротивляемости – пределами прочности на сжатие, растяжение, сдвиг. Поэтому, следуя исследованиям авторов [12, 13], формирование зон нарушения сплошности

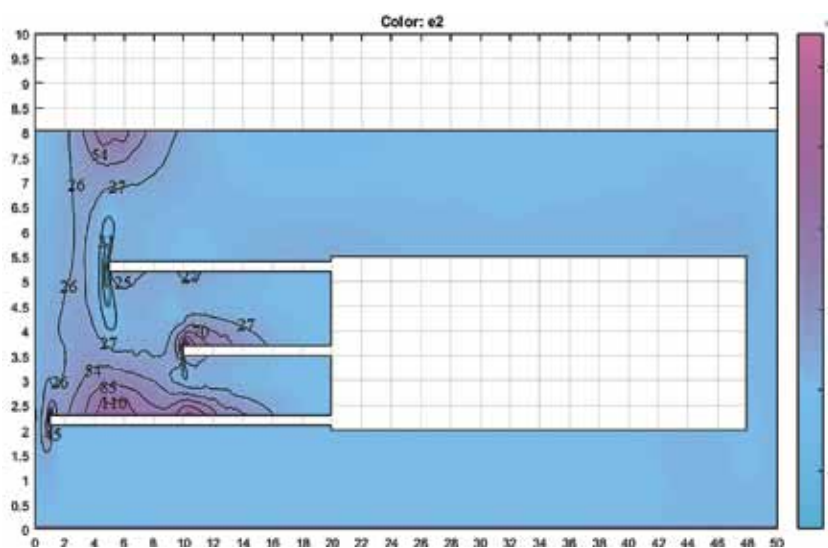
угольного массива впереди забоя выработки определялось на основе третьей теории (гипотезы) прочности.

Для научного обоснования эффективности бурения скважин в напряженную ненарушенную область массива впереди забоя выработки на численной модели выполнены исследования деформации массива в различных условиях.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы:

- принятая в работе численная модель метода конечных элементов позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние приконтурного массива при проведении подготовительной выработки в угольном пласте для получения всех численных характеристик НДС;
- метод моделирования позволяет определить зоны формирования максимальных вертикальных давлений и область нарушения сплошности в массиве впереди забоя подготовительной выработки;
- бурение опережающих газодренажных скважин в ненарушенную зону концентраций напряжений позволяет создать поле повышенных касательных напряжений и деформаций в массиве, что в итоге приводит к увеличению газовыделения и снижению возможности газодинамического явления.



Изолинии главных относительных деформаций после бурения скважин  
Fig. Isolines of major relative deformations after borehole drilling

**Численные значения напряжений в массиве по результатам моделирования**

| Расстояние от забоя вглубь массива, м | Первые главные напряжения $\sigma_1$ , МПа |        | Вторые главные напряжения $\sigma_2$ , МПа |        | Касательные напряжения $t$ , МПа |        |       |
|---------------------------------------|--|--------|--|--------|----------------------------------|--------|-------|
|                                       | Центр                                      | Кровля | Центр                                      | Кровля | Центр                            | Кровля | Почва |
| 1                                     | 11,8                                       | 32     | 74   | 78     | 1,9                              | 15     | 1,2   |
| 2                                     | 22   | 25     | 45   | 35     | 2,4                              | 2,5    | 6     |
| 3                                     | 12,5                                       | 11     | 28   | 23     | 1,7                              | -6     | 13    |
| 4                                     | 4,1  | 2,5    | 17   | 18     | 1,0                              | -9     | 12    |
| 5                                     | 3,7  | 2      | 13   | 14     | 0,65                             | -7     | 9     |
| 10                                    | 0,65                                       | 0,95   | 12,8                                       | 12,5   | -0,37                            | -1     | 1,4   |
| 15                                    | 0,6  | 0,53   | 11,8                                       | 12,5   | -0,41                            | -0,3   | -0,08 |
| 20                                    | 0,6  | 0,3    | 11,8                                       | 12,5   | -0,07                            | -0,05  | -0,4  |

## Список литературы

1. Влох Н.П., Зубков А.В., Феклистов Ю.Г. Метод частичной разгрузки на большой базе. В кн.: Диагностика напряженного состояния породных массивов. Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1980. С. 37-42.

2. Ходжаев Р.Р. Теоретические основы прогноза и предупреждения газодинамических явлений в угольных шахтах: дис. ... доктора техн. наук. Караганда, 2009. 297 с.

3. Механизм инициирования динамических явлений в подготовительных забоях / Ж.С. Ержанов, Ю.А. Векслер, Н.А. Жданкин и др. Алма-Ата: Наука, 1984. 224 с.

4. Иванов Б.М., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов. М.: Наука, 1979. 195 с.

5. MATLAB в инженерных и научных расчетах / А.Ф. Дащенко, В.Х. Кириллов, Л.В. Коломиец и др. Одесса: Астропринт, 2003. 214 с.

6. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x (в 2-х томах). Т. 1. М.: Диалог МИФИ, 1999. 366 с.

7. Рындин Е.А., Лысенко И.Е. Решение задач математической физики в системе MatLab: учебное пособие. Таганрог: Издательство ТРТУ, 2005. 62 с.

8. Технологические схемы подготовки и отработки высокогазоносных, выбросоопасных и пожароопасных угольных пластов на шахтах УД АО «АМТ». Караганда, 2010.

9. Изучение факторов, влияющих на выбросоопасность угольного пласта  $D_6$  / С.Б. Алиев, В.С. Портнов, Р.К. Атыгаев и др. // Уголь. 2020. № 6. С. 50-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-50-54.

10. Демин В.Ф., Алиев С.Б., Демина Т.В. Смещения контуров подготовительных выработок при геомеханических процессах // Уголь. 2013. № 4. С. 69-72.

11. Кwon С.С., Root Э.Г., Алиев С.Б. Методы нейтрализации сложных газодинамических процессов в Карагандинском бассейне // Уголь. 2003. № 2. С. 62-63.

12. Оловянный А.Г. Механика горных пород. Моделирование разрушений. СПб.: КОСТА, 2012. 280 с.

13. Христианович С.А. О волне дробления // Известия АН СССР. 1953. № 12. С. 1689-1699.

Original Paper

UDC 622.272.633 © S.B. Aliev, R.R. Hodzhaev, T.K. Isabek, V.F. Demin, A.Zh. Shontaev  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 10-12  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-10-12>

## Title

**EFFICIENCY ASSESSMENT OF RELIEF HOLE DRILLING IN AREAS OF HIGH STRESSES TO RELEASE METHANE FROM COAL BEDS**

## Authors

Aliev S.B.<sup>1</sup>, Hodzhaev R.R.<sup>2</sup>, Isabek T.K.<sup>2</sup>, Demin V.F.<sup>2</sup>, Shontaev A.Zh.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

<sup>2</sup> Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

## Authors' Information

**Aliev S.B.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences Republic of Kazakhstan, Senior Researcher, e-mail: [alsamat@gmail.com](mailto:alsamat@gmail.com)

**Hodzhaev R.R.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Mineral Deposit Development, e-mail: [director@nicgeomark.kz](mailto:director@nicgeomark.kz)

**Isabek T.K.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Mineral Deposit Development, e-mail: [tyiak@mail.ru](mailto:tyiak@mail.ru)

**Demin V.F.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Mineral Deposit Development, e-mail: [vladfdemin@mail.ru](mailto:vladfdemin@mail.ru)

**Shontaev A.Zh.**, master, teacher at the Department of Mineral Deposit Development, e-mail: [shon\\_oskar@mail.ru](mailto:shon_oskar@mail.ru)

## Abstract

The paper studies distribution of stress fields in the coal bed ahead of the developing entry and provides numerical modeling of the stress-strain state of the marginal rock formations in order to identify areas with higher stresses and discontinuities in the rock mass to enhance methane release upon completion of the relief holes in the predefined undisturbed areas and to reduce the possibility of unexpected coal and gas emissions.

## Keywords

Drilling of relief holes, Unexpected coal and gas emissions, Stress fields, Numerical modelling, Stress-strain state, Rock mass, Mining excavations.

## References

1. Vlokh N.P., Zubkov A.V. & Feklistov Yu.G. Partial relief method at large base. In: Diagnostics of the stress state of rock masses. Novosibirsk: Institute of Mining of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1980, pp. 37-42. (In Russ.).

2. Khodzhaev R.R. Theoretical bases of forecasting and prevention of gas dynamic events in coal mines: Dr. eng. sci. diss., Karaganda, 2009, p. 297. (In Russ.).

3. Yerzhanov J.S., Veksler Yu.A., Zhdankin N.A. et al. Initiation mechanism of dynamic events in development headings. Alma-Ata, Nauka Publ., 1984, 224 p. (In Russ.).

4. Ivanov B.M., Feyt G.N. & Yanovskaya M.F. Mechanical, physical and chemical properties of outburst-prone coal seams. Moscow, Nauka Publ., 1979, 195 p. (In Russ.).

5. Dashchenko A.F., Kirillov V.H., Kolomiets L.V. et al. MATLAB in Engineering and Scientific Calculations. Odessa, Astroprint Publ., 2003, 214 p. (In Russ.).

6. Potemkin V.G. Engineering and scientific computing environment MATLAB 5.x (in 2 volumes). Vol. 1, Moscow, Dialog MIFI Publ., 1999, 366 p. (In Russ.).

7. Ryndin E.A. & Lysenko I.E. Solving problems in mathematical physics using MatLab environment: Handbook. Taganrog, TRTU Publishing House, 2005, 62 p. (In Russ.).

8. Technological schemes for development and production from outburst-prone and fire hazardous coal seams and coal beds with high gas content at mines of AMT CD JSC, Karaganda, 2010. (In Russ.).

9. Aliev S.B., Portnov V.S., Atygaev R.K., Filimonov E.N. & Imanbaeva S.B. The study of factors affecting the outburst hazard of a coal seam  $D_6$ . *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 6, pp. 50-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-50-54.

10. Demin V.F., Aliyev S.B. & Demina T.V. Displacement of development entry outlines due to geomechanical processes. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2013, No.4, pp. 69-72. (In Russ.).

11. Kwon S.S., Root E.G. & Aliev S.B. Neutralization methods for complex gas-dynamic processes in Karaganda basin. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2003, No. 2, pp. 62-63. (In Russ.).

12. Olovyanin A.G. Rock mechanics. Failure Modeling. St. Petersburg, KOSTA Publ., 2012, 280 p. (In Russ.).

13. Khristianovich S.A. On crushing wave. *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR*, 1953, No.12, pp. 1689-1699. (In Russ.).

## For citation

Aliev S.B., Hodzhaev R.R., Isabek T.K., Demin V.F. & Shontaev A.Zh. Efficiency assessment of relief hole drilling in areas of high stresses to release methane from coal beds. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 10-12. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-10-12.

## Paper info

Received September 30, 2020

Reviewed October 5, 2020

Accepted October 9, 2020

UNDERGROUND MINING

# Компьютерное проектирование стальных копров многофункционального назначения для шахт нового технического уровня

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-13-16>

Существующие конструкции стальных надшахтных проходческих и постоянных копров не удовлетворяют требованиям ресурсосбережения (металлоемкости, трудоемкости монтажа), а существующая методика проектирования копров не отражает в полной мере современные возможности использования передовых информационных технологий. Технический уровень современного программного обеспечения дает проектировщикам возможность многовариантной постановки численных экспериментов для создания компьютерной модели, позволяющей решить поставленную задачу без натурных и лабораторных экспериментов, а значит, без особенных затрат. В связи с этим разработана математическая модель и на ее основе – программа для подбора сечений элементов стального копра многофункционального назначения и вычисления собственного веса его металлоконструкций в зависимости от характеристик и оборудования шахтного подъема. В качестве результатов работы программы выводится чертеж копра, включая ведомость элементов, полученные оптимальные параметры оборудования подъема, в соответствии с начальными данными. Программа позволяет ускорить графические работы, снизить трудоемкость выполнения расчетов и оформления документации. Программа позволяет на базе полученных выходных параметров разработать трехмерное изображение сооружения и его функциональных блоков, а также разработать управляющие программы для станков с ЧПУ для изготовления конструкций копра многофункционального назначения.

**Ключевые слова:** стальные укосные копры, стальные укосные копры многофункционального назначения, математическая модель копра многофункционального назначения, программа для подбора сечений элементов стального копра многофункционального назначения, информационные технологии в горном деле.

**Для цитирования:** Кассихина Е.Г., Першин В.В., Русакова Н.А. Компьютерное проектирование стальных копров многофункционального назначения для шахт нового технического уровня // Уголь. 2020. № 11. С. 13-16. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-13-16.



## КАССИХИНА Е.Г.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт» КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, Россия, e-mail: kalena-07@mail.ru



## ПЕРШИН В.В.

Доктор техн. наук, профессор кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт» КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, Заслуженный деятель науки РФ, 650000, г. Кемерово, Россия



## РУСАКОВА Н.А.

Канд. пед. наук, доцент кафедры «Управление и экономика социально-культурной сферы» ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 650000, г. Кемерово, Россия

## ВВЕДЕНИЕ

Существующие конструктивные решения стальных надшахтных проходческих и эксплуатационных копров в виде многоэлементных решетчатых конструкций не удовлетворяют требованиям ресурсосбережения из-за высокой тру-

доемкости изготовления и монтажа [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Наличие большого количества индивидуальных узлов и сечений элементов не позволяет в полной мере минимизировать затраты при их проектировании за счет применения передовых информационных технологий [1, 2, 3].

**ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На кафедре СПСиШ КузГТУ разработана конструкция стального копра многофункционального назначения (МФН), состоящая из постоянных блоков и взаимозаменяемых функциональных блоков, используемых и для проведения проходческих работ, и для проведения работ, необходимых в режиме эксплуатации (рис. 1) [11,12, 13].

**ЗАДАЧА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Создание расчетной модели копра многофункционального назначения в программной среде AutoCAD для изображения, анализа и документирования результатов расчета.

**ОСНОВНАЯ РАБОТА**

Процесс проектирования копра можно рассматривать как задачу синтеза, в которой на определенной элементно-технической базе требуется сформировать объект, реализующий заданные функции в математической форме для отыскания оптимального решения.

Предложенная идея независимо работающих конструктивных блоков значительно сокращает число управля-

емых переменных, которыми может варьировать проектировщик при проектировании копра. Это значительно упрощает автоматизацию процесса проектирования в поисках оптимального решения, причем не типового, а индивидуального.

Такой подход позволяет в каждом конкретном случае формировать расчетное пространство переменных проектирования копра – набор выходных параметров  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ , от которых зависит его топология и размеры сечений элементов. Характеристики  $a_i = f_i(x_1, \dots, x_k)$  условно разделены на три группы:

1. Технологические характеристики в подсистеме «шахтный ствол»: диаметр ствола в свету  $D_{ств}$ , толщина устья  $t_y$ , глубина шахтного ствола  $H$ , шаг ярусов армировки примем 3 м, длина отправочной марки проводника  $L_{дл}$ .

2. Технологические характеристики в подсистеме «устройство обеспечения безопасности»: длина каната для подъема длинномеров  $l_{п} = 3$  м; высота переподъема подъемного сосуда или груза  $h_3 = 6$  м, длина прямого участка амортизационного каната  $l_{амор} = 3$  м, участок закрытой зоны станка для осмотра муфт амортизационных канатов  $l_{муфт} = 2$  м; отметка проходческой подшивной площадки по технологическим требованиям  $h_{амор}^{мин} = L_{дл} + l_{п} + l_{муфт} + 2$  м.

3. Технологические характеристики в подсистеме «подъемная машина»: расположение подъемной машины отно-

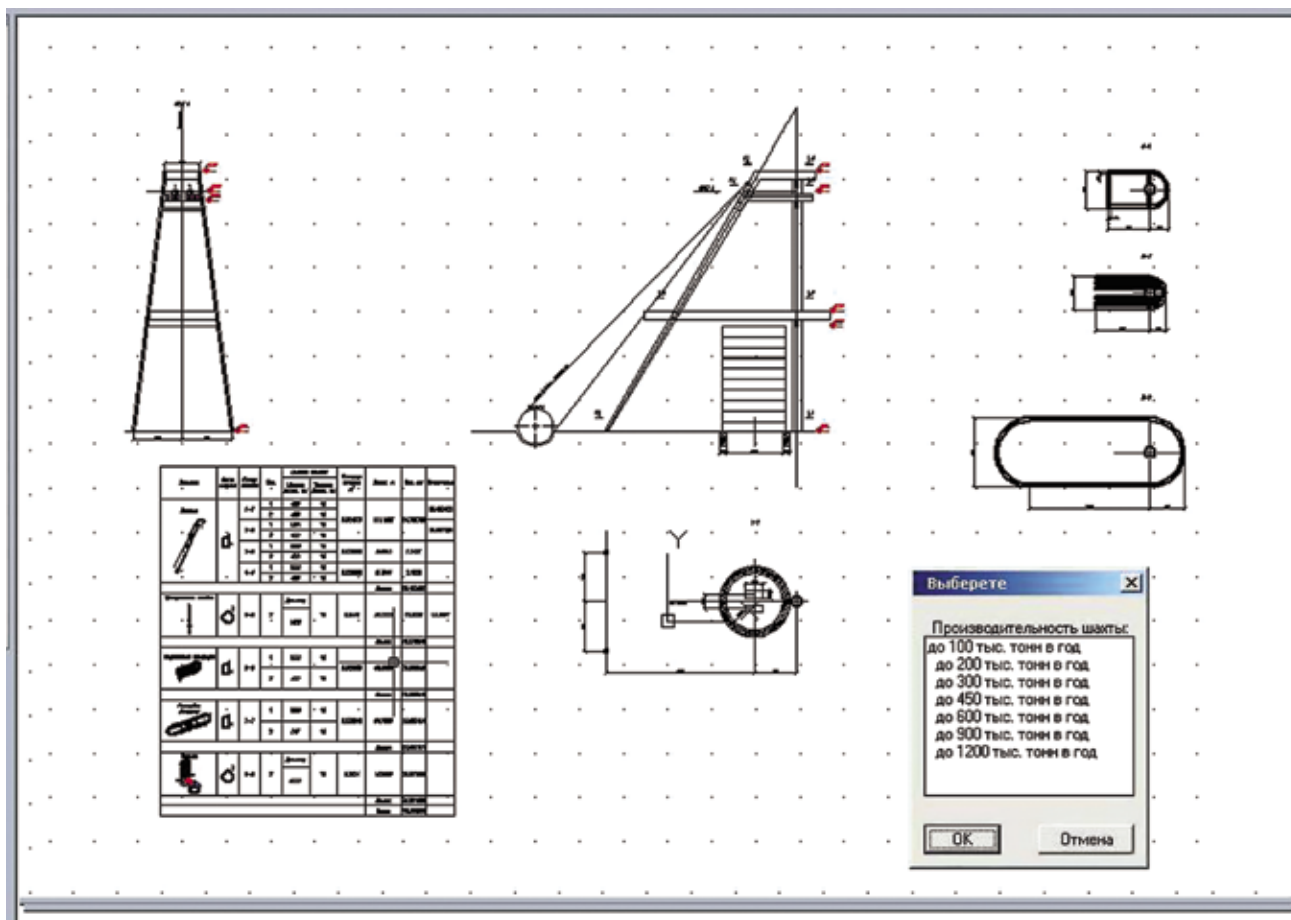


Рис. 1. Окно программы «КОПЕР МФН». Конструкция копра многофункционального назначения. Результат работы программы  
 Fig. 1. A screen of 'HEADGEAR MFN' Software Package. Design of a multi-purpose mine headgear. Result of the software operation



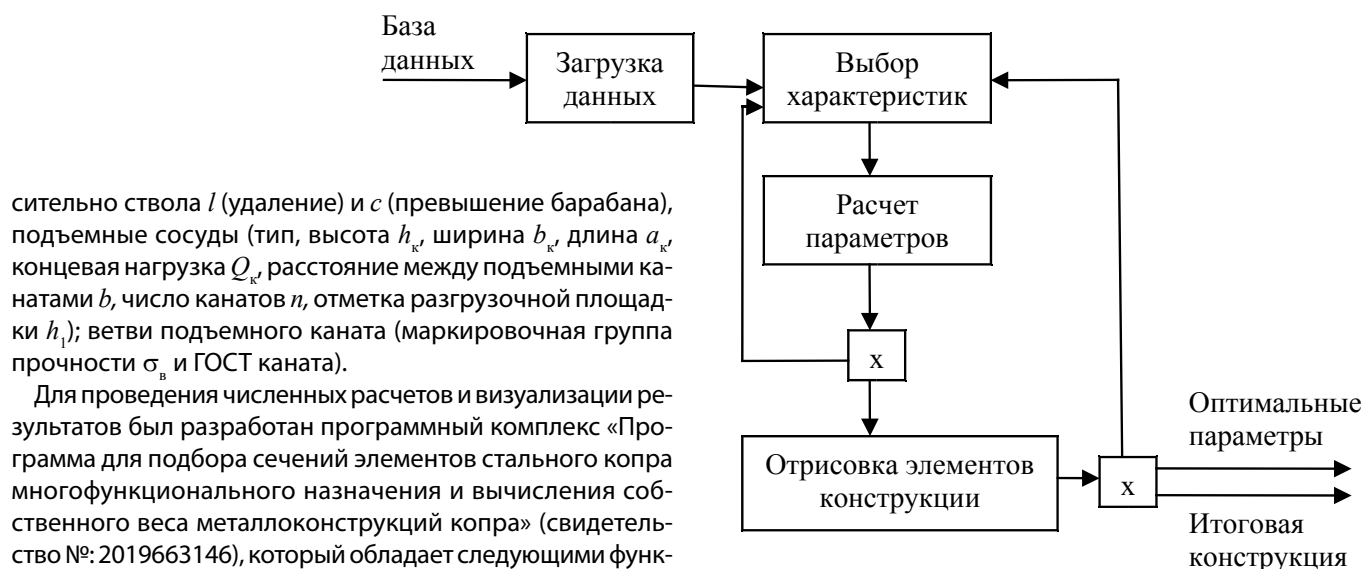


Рис. 2. Процесс использования программного комплекса  
Fig. 2. Application of the software package

сительно ствола  $l$  (удаление) и  $c$  (превышение барабана), подъемные сосуды (тип, высота  $h_k$ , ширина  $b_k$ , длина  $a_k$ , концевая нагрузка  $Q_k$ , расстояние между подъемными канатами  $b$ , число канатов  $n$ , отметка разгрузочной площадки  $h_1$ ); ветви подъемного каната (маркировочная группа прочности  $\sigma_b$  и ГОСТ каната).

Для проведения численных расчетов и визуализации результатов был разработан программный комплекс «Программа для подбора сечений элементов стального копра многофункционального назначения и вычисления собственного веса металлоконструкций копра» (свидетельство №: 2019663146), который обладает следующими функциональными возможностями:

- загрузка начальных данных;
- выбор пользователями необходимых характеристик;
- проведение численных расчетов характеристик и оптимальных параметров копра;
- визуализация результатов (построение промежуточных и итоговой конструкций);
- формирование чертежа конструкции копра МФН.

Комплекс создавался с использованием AutoCAD на языке программирования AutoLISP.

Как следует из рис. 2, расчет оптимальных параметров копра и построения его конструкции является итерационным. В процессе расчетов проводится уточнение характеристик и повторного расчета параметров в зависимости от полученных результатов.

Программный комплекс представляет три крупных блока функций: для загрузки и выбора данных; для численных расчетов параметров по построенной математической модели; для пошагового построения конструкции и формирования документации для последующего изготовления. База данных содержит файлы, отражающие габариты сосудов, расчетные характеристики канатов, копровых шкивов, подъемных машин и другие технические характеристики, необходимые для расчетов.

Алгоритм построения конструкции копра предусматривает наличие ограничений на вычисляемые значения характеристик и параметров. В программном комплексе реализована возможность изменения пользователем значений ряда характеристик вручную.

Визуализация процесса пошагового построения конструкции копра позволяет сделать необходимый выбор параметров и получить на выходе оптимальные значения вычисляемых данных и чертеж (см. рис. 1) итоговой конструкции копра (включая ведомость элементов) в соответствии с начальными запросами.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве результатов работы программы выводится чертеж копра, включая ведомость элементов с вычислением собственного веса и полученные оптимальные параметры оборудования подъема, в соответствии с начальными данными. Программа позволяет ускорить графиче-

ские работы, снизить трудоемкость выполнения расчетов и оформления документации. Полученные выходные параметры являются базой для формирования трехмерного изображения при реализации управляющей программы для станков с ЧПУ для изготовления конструкций копра многофункционального назначения.

Программа позволяет на базе полученных выходных параметров разработать трехмерное изображение сооружения и его функциональных блоков, а также разработать управляющие программы.

## Список литературы

1. Максимов А.П. Горнотехнические здания и сооружения. Москва: Недра, 1984. 263 с.
2. Бровман Я.В. Надшахтные копры. Москва: Госгортехиздат, 1961. 235 с.
3. Проектирование зданий и сооружений горных предприятий / И.В. Баклашов, Г.П. Антонов, В.Н. Борисов. Москва: Недра, 1979. 365 с.
4. Русских А.Г. Практические аспекты обследования надшахтных копров // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 9 (51). Ч. 4. С. 17-20.
5. Rojas-Sola J.I., Montalvo-Gil J. M., Castro-Garcia M. 3D modeling and functional analysis of a headframe for mineral extraction // Dyna-Colombia. 2013. Issue 181. Vol. 80. P. 118-125.
6. Rojas-Sola J.I., Palomares-Munoz I. 3D modelling and static analysis of a spanish articulated metal headframe for mineral extraction // Dyna-Colombia. 2015. Issue 6. Vol. 90. P. 602-607.
7. Rojas-Sola J.I. Evolución histórica y caracterización tipológica-funcional del patrimonio histórico industrial minero español ligado a diferentes procesos del laboreo de minas // De Re Metallica. 2015. Vol. 24. P. 1-17.
8. Wei F., Wang I.F.R. 3D Parametric design for steel headframe of coal mine based on Solidworks // Key Engineering Materials. 2010. Issue 1. Vol. 455. P. 340-344.

9. Analysis of the mode of deformation of the subpulley structures on shaft sloping headgear structures / V.N. Kushchenko, A.Ye. Nechytailo, Ye.V. Horokhov, J. Hildebrand / 19th International Conference on the Applications of Computer Science and Mathematics in Architecture and Civil Engineering Weimar, Germany. Weimar, 2012. P. 1-16.

10. Ross I. Goldcorp's Cochenour gold project // Northern Ontario business. 2013. Issue 12. Vol. 33. P. 14-15.

11. Selection of a rational form for the steel winding tower as a preventive measure to increase its industrial safety/

E.G. Kassikhina, W. Qiao, V.V. Pershin, N.O. Butrim / Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. Qingdao, China: Atlantis Press., 2014. P. 1-4.

12. Кассихина Е.Г., Першин В.В., Бутрим Н.О. Особенности монтажа копра многофункционального назначения // Уголь. 2012. № 7. С. 32-35. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072012.pdf> (дата обращения: 15.09.2020).

13. Кассихина Е. Г. Новая конструктивная форма надшахтного копра многофункционального назначения // Горный журнал. 2017. № 8. С. 56-60.

Original Paper

UDC 622.673.2 © E.G. Kassikhina, V.V. Pershin, N.A. Rusakova, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 13-16

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-13-16>

## Title

**COMPUTER-AIDED DESIGN OF MULTI-PURPOSE STEEL HEADFRAMES FOR MINES WITH A NEW TECHNICAL LEVEL**

## Authors

Kassikhina E.G.<sup>1</sup>, Pershin V.V.<sup>1</sup>, Rusakova N.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

<sup>2</sup> Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

## Authors' Information

**Kassikhina E.G.**, PhD (Engineering), Associate Professor of "Underground Facilities and Mines" department, e-mail: kalena-07@mail.ru

**Pershin V.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of "Underground Facilities and Mines" department

**Rusakova N.A.**, PhD (Pedagogical), Associate Professor of "Information and computing technologies" department of Institute of Fundamental Sciences

## Abstract

The existing structures of the steel sinking headgear and permanent headframe do not meet the requirements of resource saving (metal consumption and manpower input at installation), and the present methods of the headframe designing do not fully reflect recent possibilities of applying of the advanced information technologies. Technical level of the modern software makes it possible for designers to set up multiple numerical experiments to create a computer simulation that allows to solve the problem without field and laboratory experiments, and therefore without special costs. In this regard, a mathematical simulation has been developed and based on it, software to select cross-sections of multi-purpose steel headframe elements and to calculate proper weight of its metal structures depending on the characteristics and hoisting equipment. A headframe drawing is displayed, as the results of the software work, including list of elements, obtained optimal hoisting equipment in accordance with the initial data. The software allows speeding up graphic work and reducing manpower input on calculations and paper work. The software allows to develop a three-dimensional image of the structure and its functional blocks, based on the obtained initial parameters, as well as to develop control software for units with numerical control in order to manufacture multi-purpose headframes.

## Keywords

Steel headframes, Steel angle headframe of multifunctional purpose, Mathematical simulation of the headframe of multifunctional purpose, Software to select cross-sections of multi-purpose steel headframe elements, Information technologies in mining.

## References

1. Maximov A.P. Mining buildings and facilities. Moscow, Nedra Publ., 1984, 263 p. (In Russ.).
2. Brovman Ya.V. Mine headgear. Moscow, Gosgortechizdat Publ., 1961, 235 p. (In Russ.).
3. Baklashov I.V., Antonov G.P. & Borisov V.N. Designing of buildings and facilities for mining operations. Moscow, Nedra Publ., 1979, 365 p. (In Russ.).

4. Russkikh A.G. Practical aspects of mine headgear inspections. *Mezhdunarodniy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal – International Research Journal*, 2016, No. 9 (51), Part 4, pp. 17-20. (In Russ.).

5. Rojas-Sola J.I., Montalvo-Gil J.M. & Castro-Garcia M. 3D modeling and functional analysis of a headframe for mineral extraction. *Dyna-Colombia*, 2013, Issue 181, Vol. 80, pp. 118-125.

6. Rojas-Sola J.I. & Palomares-Munoz I. 3D modelling and static analysis of a spanish articulated metal headframe for mineral extraction. *Dyna-Colombia*, 2015, Issue 6, Vol. 90, pp. 602-607.

7. Rojas-Sola J.I. Evolución histórica y caracterización tipológica-funcional del patrimonio histórico industrial minero español ligado a diferentes procesos del laboreo de minas. *De Re Metallica*, 2015, Vol. 24, pp. 1-17.

8. Wei F. & Wang I.F.R. 3D Parametric design for steel headframe of coal mine based on Solidworks. *Key Engineering Materials*, 2010, Issue 1, Vol. 455, pp. 340-344.

9. Kushchenko V.N., Nechytailo A.Ye., Horokhov Ye.V. & Hildebrand J. Analysis of the mode of deformation of the subpulley structures on shaft sloping headgear structures. 19th International Conference on the Applications of Computer Science and Mathematics in Architecture and Civil Engineering Weimar, Germany, Weimar, 2012, pp. 1-16.

10. Ross I. Goldcorp's Cochenour gold project. *Northern Ontario business*, 2013, Issue 12, Vol. 33, pp. 14-15.

11. Kassikhina E.G., Qiao W., Pershin V.V. & Butrim N.O. Selection of a rational form for the steel winding tower as a preventive measure to increase its industrial safety. Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. Qingdao, China: Atlantis Press., 2014, pp. 1-4.

12. Kassikhina E.G., Pershin V.V. & Butrim N.O. Peculiar features in installation of a multi-purpose headgear. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2012, No. 7, pp. 32-35. (In Russ.). Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072012.pdf> (accessed 15.09.2020).

13. Kassikhina E.G. A new structural design of a multi-purpose mine headgear. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2017, No. 8, pp. 56-60. (In Russ.).

## For citation

Kassikhina E.G., Pershin V.V., Rusakova N.A. Computer-aided design of multi-purpose steel headframes for mines with a new technical level. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 13-16. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-13-16.

## Paper info

Received March 26, 2020

Reviewed August 14, 2020

Accepted September 9, 2020

MINE CONSTRUCTION

# Инновационные направления совершенствования простейших ВВ с добавками, возвращаемыми в производственный оборот рециклингом материалов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-17-21>

Для условий открытой разработки угольных месторождений рассмотрен инновационный подход к повышению эффективности простейших взрывчатых веществ на основе использования оказывающих негативное влияние на окружающую среду отходов горного производства (изношенных крупногабаритных шин карьерных самосвалов и других резинотехнических изделий, измельченного при обогащении или перегрузке угля, коксовой мелочи, отработанных нефтепродуктов), возвращаемых в производственный оборот методом рециклинга. На основе проведенных исследований резиновой крошки, угольного порошка, коксовой мелочи и отработанных нефтепродуктов обоснован компонентный состав и разработана линейка простейших взрывчатых веществ с использованием указанных компонентов в качестве горючей добавки. Экспериментальная апробация в условиях АО «Разрез Тугнуйский» показала высокую экономическую и взрывную эффективность разработанных взрывчатых веществ. Изготовление и применение новых взрывчатых веществ на горном предприятии с использованием продуктов утилизации отходов способствуют решению важных технических, экономических и экологических вопросов угольной промышленности.

**Ключевые слова:** простейшие взрывчатые вещества, сбалансированность состава взрывчатого вещества, аммиачная селитра, жидкие и твердые горючие добавки, резиновая крошка, угольный порошок, коксовая мелочь, отработанные нефтепродукты, чувствительность к механическим и тепловым воздействиям, скорость детонации, гранулометрический состав.

**Для цитирования:** Инновационные направления совершенствования простейших ВВ с добавками, возвращаемыми в производственный оборот рециклингом материалов / С.Д. Викторов, А.Е. Франтов, П.И. Опанасенко и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 17-21. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-17-21.

## ВВЕДЕНИЕ

Угольные предприятия являются лидерами в России по объемам добычи полезных ископаемых. В 2018 г. АО «СУЭК» – флагман угольной промышленности России – осуществило добычу 110,3 млн т угля, что составляет более четверти общего объема добычи угля в России [1]. Государственной программой развития угольной промышленности России [2] декларируются

## ВИКТОРОВ С.Д.

Доктор техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий отделом проблем геомеханики и разрушения горных пород ИПКОН РАН, 111020, г. Москва, Россия, e-mail: victorov\_s@mail.ru

## ФРАНТОВ А.Е.

Доктор техн. наук, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, 111020, г. Москва, Россия, e-mail: aef1948@gmail.com

## ОПАНАСЕНКО П.И.

Канд. техн. наук, заместитель технического директора АО «СУЭК», 115054, г. Москва, Россия

## СТРОГИЙ И.Б.

Начальник отдела буровзрывных работ АО «СУЭК», 115054, г. Москва, Россия, e-mail: strogijb@suek.ru

## ЖАРИКОВ И.Ф.

Доктор техн. наук, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, 111020, г. Москва, Россия, e-mail: zharikovif@mail.ru

## ЛАПИКОВ И.Н.

Канд. техн. наук, старший научный сотрудник ИПКОН РАН, 111020, г. Москва, Россия, e-mail: itwent@gmail.com

задачи развития производственного потенциала и рационального недропользования, укрепления научнотехнической базы компаний, обеспечения экологической безопасности. В процессе производственной деятельности на предприятиях угольной промышленности образуется значительное количество отходов производства: отработанных нефтепродуктов (моторных и гидравлических масел); крупногабаритных шин (КГШ) карьерных автосамосвалов и других резинотехнических изделий; пылевых фракций угля, образующихся в технологическом процессе обогатительных фабрик и при перегрузке угля. Указанные материалы являются серьезным фактором вредного экологического воздействия, для обеспечения снижения которого создаются производства по рециклингу вторичных материалов – КГШ, отработанных нефтепродуктов [3].

К достоинствам простейших составов следует отнести наиболее низкую стоимость удельной энергии взрыва [4, 5], высокую безопасность в обращении с взрывчатыми материалами, механизацию работ при изготовлении и применении. К основным недостаткам простейших ВВ следует отнести недостаточную физическую стабильность при использовании «гладкой» аммиачной селитры, относительно низкую теплоту взрыва, сравнительно низкую водостойкость, что определяется свойствами основных используемых компонентов (аммиачной селитры и горючего компонента). Для улучшения сбалансированности простейших ВВ, повышения энергетических характеристик и водостойкости получают трехкомпонентные смеси с использованием горючих добавок (угольного порошка, древесной муки [6], сажи и других материалов).

Используемые вторичные материалы (изношенные КГШ, измельченный при обогащении или перегрузке уголь, коксовая мелочь, отработанные нефтепродукты) обладают различными физико-техническими свойствами, что определяет их влияние на взрывчатые свойства простейших ВВ (физическую стабильность, чувствительность к механическим воздействиям и др.).

### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В результате большой исследовательской работы<sup>1</sup> ИПКОН РАН предложен научный подход к обращению с отходами при ведении горных работ, который включает сочетание экономических и экологических факторов, стимулирующих использование новейших научно-технических достижений при реализации малоотходных технологий. Для решения проблемы утилизации отходов горного производства – КГШ, других резинотехнических изделий, а также угольной пыли, коксовой мелочи и отработанных нефтепродуктов институтом ИПКОН РАН научно обоснована и экспериментально доказана возможность создания ряда высокоэффективных простейших взрывчатых веществ [7, 8, 9, 10, 11, 12].

<sup>1</sup> В работе от ИПКОН РАН принимали участие: научный руководитель – доктор техн. наук, профессор С.Д. Викторов, доктор техн. наук А.Е. Франтов, доктор техн. наук И.Ф. Жариков, канд. техн. наук И.Н. Лапиков, канд. техн. наук А.А. Осокин, канд. техн. наук Н.Н. Ефремовцев, инженеры Р.Я. Мингазов, А.Э. Дидюра.

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Разработанные простейшие ВВ получили обобщающее название гранулиты ИСУ (первая буква соответствует названию ИПКОН РАН, две вторые буквы – названию АО «СУЭК»). В линейку составов вошли гранулиты с отработанными нефтепродуктами и топливной смесью; гранулиты с резиновой крошкой, угольным порошком и коксовой мелочью; гранулиты с поризованной и пористой селитрой. На состав разработанных гранулитов с резиновой крошкой, угольным порошком и коксовой мелочью и способ их изготовления получен патент [13]. Контрольные испытания гранулитов ИСУ проводились на полигоне ООО «Управление по буровзрывным работам – Тугнуйский филиал» (рис. 1).

Испытания в производственных условиях гранулитов ИСУ проводились на опытных блоках Никольского и Олонь-Шибирского каменноугольных месторождений АО «Разрез Тугнуйский» в период 2018-2019 гг. Параметры и показатели буровзрывных работ при проведении приемочных испытаний на опытных и контрольных блоках были идентичными. Диаметр взрывных скважин – 251 мм. Длина скважин составляла 10-12 м. Скважины сухие. Сетка бурения – 6×6 м. Вместимость 1 м скважины – 42 кг. Схема монтажа взрывной сети – диагональная с клиновым врубом. Конструкция зарядов представлена на рис. 1. Глубина скважин – 10-12 м. Удельный расход ВВ – 0,59 кг/м<sup>3</sup>. Выход горной массы с 1 м скважины составил 30,09 м<sup>3</sup>/м. Взрывание осуществлялось при помощи неэлектрической системы инициирования. При проведении испытаний контрольная часть блока заряжалась штатным промышленным ВВ – гранулитом АСП, опытная часть блока – гранулитом ИСУ.

Испытания гранулита ИСУ с коксовой мелочью проводились на опытных блоках Никольского каменноугольного месторождения на участке блока 19-#8-13, гранулитов с угольным порошком, резиновой крошкой и пористой селитрой – в различных частях опытного блока 18-#8-8. Изготовление гранулита ИСУ с пористой селитрой осуществлялось в смесительно-зарядных машинах при зарядании скважин. При использовании гранулита ИСУ с коксовой мелочью было заряжено 88 скважин (количество ВВ – 20,7 т), гранулита ИСУ с угольным порошком – 38 скважин (количество ВВ – 9,5 т), гранулита ИСУ с резиновой крошкой – 96 скважин (количество ВВ – 24 т), гранулита ИСУ с пористой селитрой – 202 скважины (количество ВВ – 50,2 т).

Испытания гранулита ИСУ с топливной смесью проводились в производственных условиях Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения на участке блока 19-999. При использовании гранулита ИСУ с топливной смесью было заряжено 246 скважин (количество ВВ – 55,85 т). На рис. 2 представлено развитие взрыва скважинных зарядов гранулита ИСУ с топливной смесью на опытном блоке 19-999.

В процессе проведения испытаний была определена сыпучесть гранулитов ИСУ с использованием способности равномерного истечения через отверстие в трубе определенного диаметра. В качестве критерия сыпучести гранулитов ИСУ был использован угол естественного откоса [14].

Фиксация результатов отбойки производилась с использованием фотометрических и органолептических

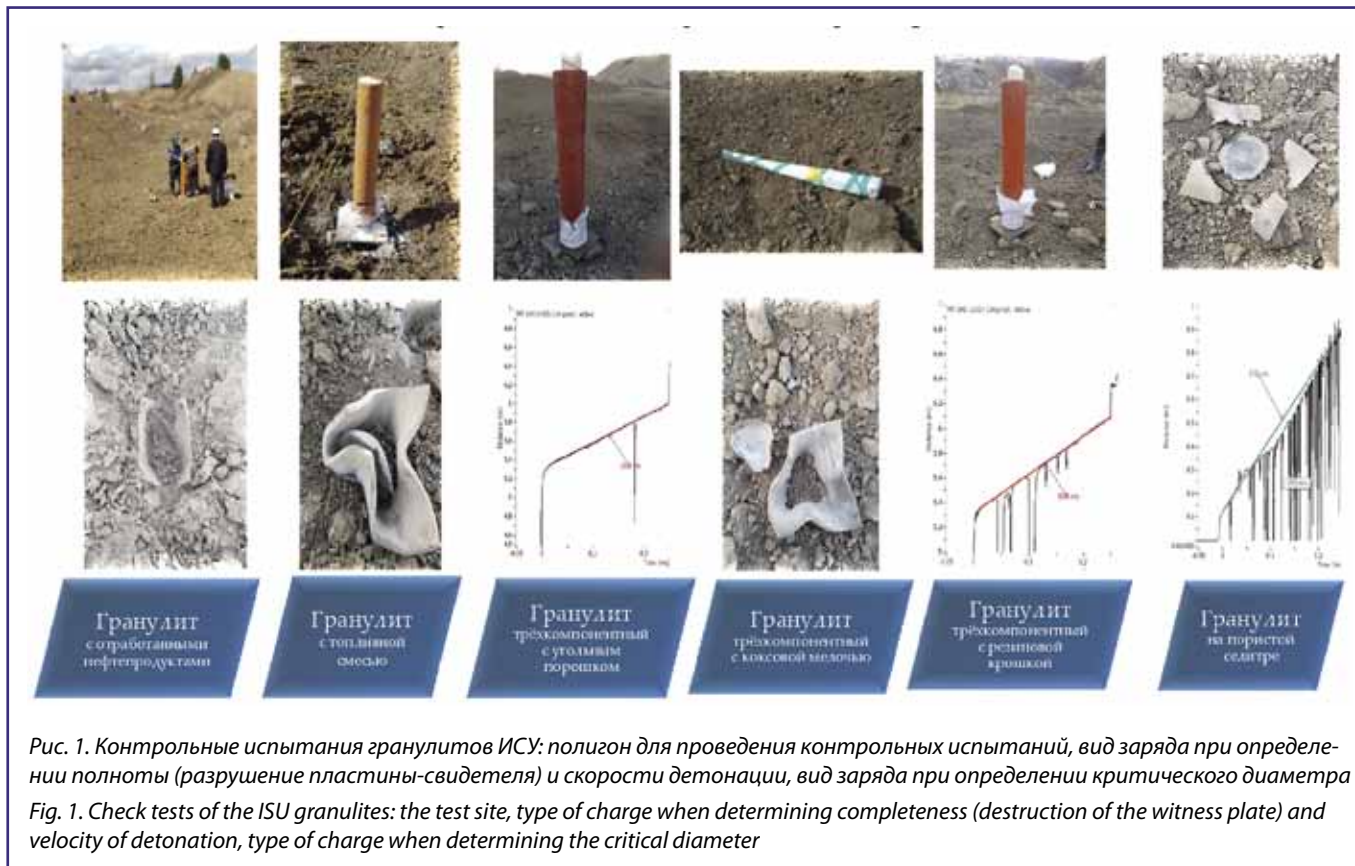


Рис. 1. Контрольные испытания гранулитов ИСУ: полигон для проведения контрольных испытаний, вид заряда при определении полноты (разрушение пластины-свидетеля) и скорости детонации, вид заряда при определении критического диаметра  
 Fig. 1. Check tests of the ISU granulites: the test site, type of charge when determining completeness (destruction of the witness plate) and velocity of detonation, type of charge when determining the critical diameter



(визуально) методов. Фотографирование производилось с использованием раздвижных маркшейдерских реек. Анализ полученных снимков с использованием разработанной в ИПКОН РАН компьютерной программы «Грансостав 2008» показал гранулометрический состав отбитой горной массы на опытных и контрольных участках, представленный на рис. 3.

Сравнение гранулометрического состава производилось с контрольным участком, взрывание на котором производилось гранулитом АСП. Себестоимость изготовления гранулитов ИСУ разного компонентного состава представлена на рис. 4.

Себестоимость гранулитов ИСУ с топливной смесью (ТС) ниже эталона на 15-26% и зависит от соотношения компонентов в составе ТС (отработанных нефтепродуктов и дизельного топлива). Гранулиты ИСУ с коксовой мелочью и угольным порошком обладают себестоимостью примерно на 20% ниже себестоимости эталона. Гранулит с резиновой крошкой по себестоимости ниже эталона на 14%, это

связано с включением в состав гранулита пористой аммиачной селитры помимо селитры ГОСТ 2-2013, для обеспечения стабильности детонационного процесса. Себестоимость гранулита на поризованной селитре ниже себестоимости эталона более чем на 4%. Себестоимость гранулита АСП на 0,8% ниже эталона за счет более низкого содержания дизельного топлива в составе (5% – гранулит АСП, 5,5% – гранулит ИСУ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Проведенные в ИПКОН РАН исследования позволили раскрыть потенциал простейших взрывчатых веществ (гранулитов ИСУ) при использовании различных видов аммиачной селитры, (гладкой, пористой, поризованной, дробленой) в сочетании с жидкими и твердыми горючими добавками (отработанными нефтепродуктами, угольным порошком, коксовой мелочью, резиновой крошкой), получаемыми на основе рециклинга отходов производства.

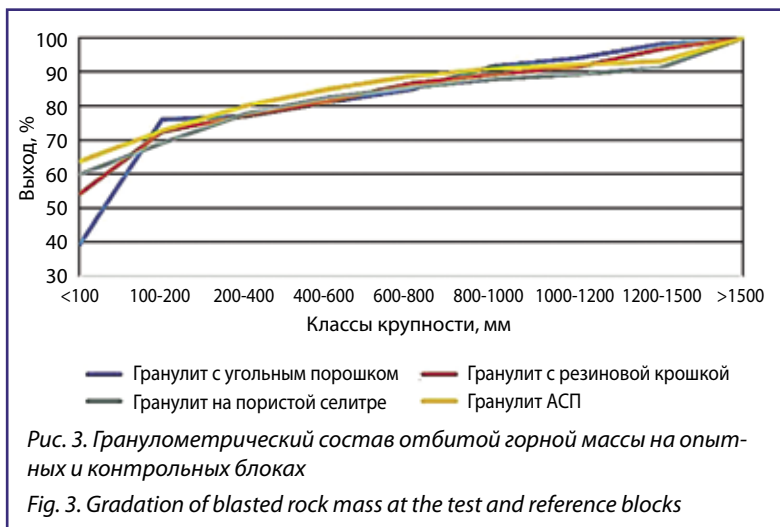


Рис. 3. Гранулометрический состав отбитой горной массы на опытных и контрольных блоках

Fig. 3. Gradation of blasted rock mass at the test and reference blocks

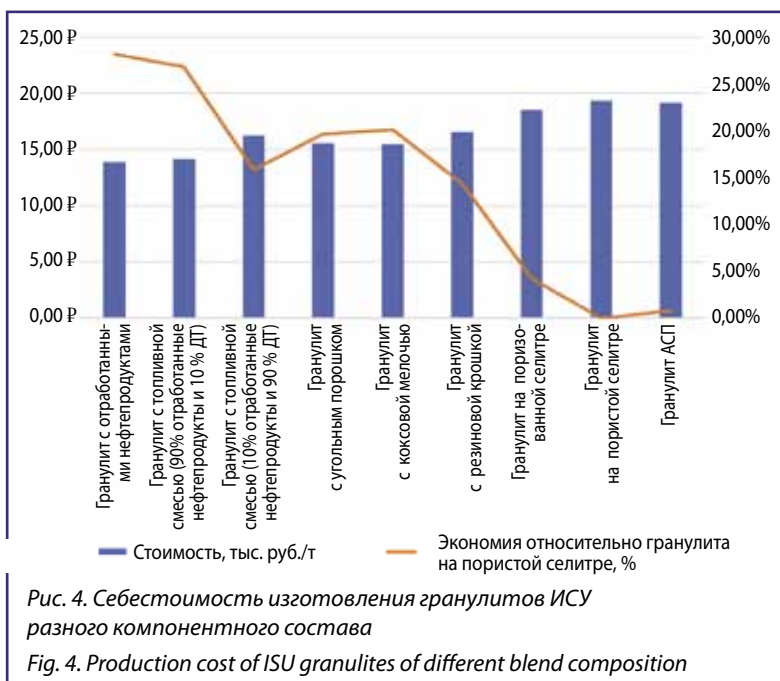


Рис. 4. Себестоимость изготовления гранулитов ИСУ разного компонентного состава

Fig. 4. Production cost of ISU granulites of different blend composition

2. Физико-технические и взрывчатые характеристики гранулитов ИСУ позволяют осуществлять их эффективное использование в широком диапазоне природных, климатических и горно-геологических условий.

3. Новые разработанные рецептурные составы гранулитов ИСУ с использованием менее затратных компонентных составляющих позволяют существенно повысить технико-экономические показатели их применения.

**Список литературы**

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года // Уголь. 2019. № 3. С. 64-79. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

2. Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2014 г. № 1099-р. [Электронный ресурс] URL: <https://rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-21.06.2014-N-1099-r/> (дата обращения: 15.10.2020).

3. Артемьев В.Б. АО «СУЭК» в 2018 году – прогрессивные технологии и инновации на службе производства // Уголь. 2019. № 3. С. 4-12. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-4-12.

4. Демидюк Г.П. Особенности действия взрыва гранулированных взрывчатых веществ в твердых горных породах. В сборнике: Взрывчатые вещества простейшего состава (игданиты). М.: Госгортехиздат, 1960. С. 9-19.

5. Cook M.A. The Science of Industrial Explosives. Ireco Chemicals Salt Lake City, UTAH, 1974. 407 p.

6. ГОСТ 21987-76 Вещества взрывчатые промышленные. Гранулиты. Технические условия.

7. Франтов А.Е., Белоусов Ф.С. Исследование некоторых свойств твердых горючих компонентов для простейших взрывчатых веществ // Инженерная физика. 2019. № 11. С. 51-57.

8. Чувствительность к механическим и тепловым воздействиям смесей аммиачной селитры с горючими углеводородными компонентами / Н.И. Акинин, А.Я. Васин, А.В. Дубовик и др. // Кокс и химия. 2018. № 10. С. 40-44.

9. Оценка чувствительности к тепловому воздействию некоторых составов на основе аммиачной селитры / Е.П. Гаджиева, А.Е. Франтов, А.Н. Шушпанов и др. / III Международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. С. 33-36.

10. Франтов А.Е., Дидюра А.Э. Применение фотометрических методов для контроля качества смешения компонентов в составе простейших ВВ / Труды XXVII Международной научной школы им. академика С.А. Христиановича «Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках». Симферополь: Крымский федеральный университет, 2017. С. 226-233.

11. Frantov A.E., Didyura A.E. Quality control of mixing the components in primary granular explosives / 9th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. Sept. 2017, Zhoushan, China. P. 411-414.

12. Франтов А.Е., Мингазов Р.Я., Красюкова Е.В. Разработка методических положений по оценке влияния концентрации депрессорных присадок на вязкость отработанных масел, используемых в гранулитах ИСУ. Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых / Материалы 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 28 октября – 01 ноября 2019 г. М.: ИПКОН РАН, 2019. С. 275-280.

13. Пат. 2663037 РФ. Состав простейшего ВВ и способ его реализующий / С.Д. Викторов, В.Н. Захаров, А.Е. Франтов, Б.Н. Поставнин, И.Ф. Жариков, Р.Я. Мингазов, И.Б. Строгий, Н.Н. Ефремовцев, И.Н. Лапиков, А.Э. Дидюра, П.И. Опанасенко. Патентообладатели: Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН) (RU); заявл. № 2016150872, 2016.12.23; опублик. 2018.08.01.

14. Франтов А.Е., Лапиков И.Н., Мингазов Р.Я. Оценка сыпучести простейших взрывчатых веществ, содержащих в качестве горючего вторичные жидкие и твердые материалы. Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых /

Материалы 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 28 октября – 01 ноября 2019 г. М.: ИПКОН РАН, 2019. С. 270-275.

## SURFACE MINING

## Original Paper

UDC 622.235:622.271 © S.D. Viktorov, A.E. Frantov, P.I. Opanasenko, I.B. Strogij, I.F. Zharikov, I.N. Lapikov, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 17-21  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-17-21>

**Title**  
**INNOVATIVE WAYS FOR IMPROVING THE CHEAP EXPLOSIVES USING ADDITIVES MADE FROM RETURNED TO PRODUCTION RECYCLED MATERIALS**

**Authors**

Viktorov S.D.<sup>1</sup>, Frantov A.E.<sup>1</sup>, Opanasenko P.I.<sup>2</sup>, Strogij I.B.<sup>2</sup>, Zharikov I.F.<sup>1</sup>, Lapikov I.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

<sup>2</sup> "SUEK" JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

**Authors' Information**

**Viktorov S.D.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director,  
e-mail: [victorov\\_s@mail.ru](mailto:victorov_s@mail.ru)

**Frantov A.E.**, Doctor of Engineering Sciences, Leading Researcher,  
e-mail: [aef1948@gmail.com](mailto:aef1948@gmail.com)

**Opanasenko P.I.**, PhD (Engineering), Deputy Chief Technical Director

**Strogij I.B.**, Head of drilling and blasting department,  
e-mail: [strogijib@suek.ru](mailto:strogijib@suek.ru)

**Zharikov I.F.**, Doctor of Engineering Sciences, Leading Researcher,  
e-mail: [zharikovif@mail.ru](mailto:zharikovif@mail.ru)

**Lapikov I.N.**, PhD (Engineering), Senior Researcher,  
e-mail: [itwent@gmail.com](mailto:itwent@gmail.com)

**Abstract**

This paper describes an innovative approach for improvement of efficiency of the cheap explosives in conditions of open-pit mining of coal deposits by adding a recycled mining waste which has a negative impact on the environment by themselves, i.e. worn out large-sized tires of mining trucks and other rubber products, a coal which was crushed during the enrichment or transshipment, coke breeze, spent petroleum products.

Based on the studies of rubber crumb, coal powder, coke breeze and spent petroleum products, the component composition is substantiated and a line of simple explosives using these components as a combustible additive is developed. Experimental testing in the conditions of "Tugnuyskiy Open-pit mine" JSC showed high economic and explosive effectiveness of the developed explosives. The manufacture and use of new explosives in a mining enterprise using waste products helps to resolve important technical, economic and environmental issues in the coal industry.

**Keywords**

Cheap explosives, Balanced composition of explosives, Ammonium nitrate, Liquid and solid combustible additives, Crumb rubber, Coal dust, Coke breeze, Spent petroleum products, Sensitivity to mechanical and thermal impacts, Velocity of detonation, Particle size distribution.

**References**

1. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2018 [Russia's coal industry performance for January – December, 2018]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 3, pp. 64-79. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-64-79. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/032019.pdf>. (accessed 15.10.2020).
2. Government of Russian Federation. Order of June, 21, 2014, No. 1099-p. Development program of the coal industry of Russia until 2030. [Electronic resource]. Available at: <https://rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-21.06.2014-N-1099-r/> (accessed 15.10.2020). (In Russ.).
3. Artemiev V.B. AO "SUEK" v 2018 godu – progressivnye tekhnologii i innovacii na sluzhbe proizvodstva ["SUEK" JSC in 2018 – advanced technologies and innovations in the service of production]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 3, pp. 4-12. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-3-4-12.4. Demidyuk G.P. Osobennosti deystviya vzryva granulirovannykh vzryvchatykh veshchestv v tverdykh gornyykh porodakh [Features of the action of the explosion of granular explosives in solid rocks]. In Collection: Explosives of the simplest composition (igidanites). Moscow, Gosgortehizdat, 1960, pp. 9-19. [In Russ.].

5. Cook M.A. The Science of Industrial Explosives. Ireco Chemicals Salt Lake City, UTAH, 1974, 407 p.

6. GOST 21987-76 Industrial Explosives. Cheap explosives. Technical conditions. [In Russ.].

7. Frantov A.E. & Belousov F.S. Research of some properties of the solid combustible components for simple explosives. *Engineering Physics*, 2019, No. 11, pp. 51-57. [In Russ.].

8. Akinin N.I., Vasin A.Ya., Dubovik A.V., Asova E.B., Gadzhiev G.G., Shushpanov A.N., Viktorov S.D. & Frantov A.E. Mechanical and thermal sensitivity of mixtures of ammonium nitrate with combustible hydrocarbons. *Coke and Chemistry*, 2018, No. 10, pp. 40-44. (In Russ.).

9. Gadzhieva E.P., Frantov A.E., Shushpanov A.N., Vasin A.Ya. & Gadzhiev G.G. Evaluation of sensitivity to thermal effects of some formulations based on ammonium nitrate / 3rd International scientific-and-practical conference of young scientists on the problems of Technosphere safety: Conference Proceedings, Moscow, Mendeleev's RCTU Publ., 2018, pp. 33-36. [In Russ.].

10. Frantov A.E. & Didyura A.E. Using of photometric methods to control the quality of mixing components in the composition of the cheap explosives / "Deformation and destruction of defective materials and dynamic phenomena in rocks and minings": Proceedings of the XXVII International Scientific School academician Khristianovich. Simferopol, Crimean State University, 2017, pp. 226-233. [In Russ.].

11. Frantov A.E. & Didyura A.E. Quality control of mixing the components in primary granular explosives / 9th International Conference on Physical Problems of Rock Destruction, Sept. 2017, Zhoushan, China, pp. 411-414.

12. Frantov A.E., Mingazov R.Ya. & Krasnyukova E.V. Development of guidelines for assessing the effect of the depressant additive concentration on the viscosity of used oils in granulates. / ISU. Problems of subsurface development in the 21st century through the eyes of youngsters. Proceedings of the 14th International scientific school of young scientists and specialists, October, 28 – November, 1, 2019. Moscow, IPKON RAS, 2019, pp. 275-280. [In Russ.].

13. Patent RU 2663037. Composition of the simplest explosive and a method that realizes it. S.D. Viktorov, V.N. Zakharov, A.E. Frantov, B.N. Postavnin, I.F. Zharikov, R.Ya. Mingazov, I.B. Strogij, N.N. Efremovtsev, I.N. Lapikov, A.E. Didyura, P.I. Opanasenko (01.08.2018). [In Russ.].

14. Frantov A.E., Lapikov I.N. & Mingazov R.Ya. Evaluation of the flowability of cheap explosives containing secondary liquid and solid materials as fuel / Problems of subsurface development in the 21st century through the eyes of youngsters. Proceedings of the 14th International scientific school of young scientists and specialists, October, 28 – November, 1, 2019. Moscow, IPKON RAS, 2019, pp. 270-275. [In Russ.].

**For citation**

Viktorov S.D., Frantov A.E., Opanasenko P.I., Strogij I.B., Zharikov I.F. & Lapikov I.N. Innovative ways for improving the cheap explosives using additives made from returned to production recycled materials. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 17-21. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-17-21.

**Paper info**

Received July 10, 2020

Reviewed August 21, 2020

Accepted October 9, 2020

# Обоснование рациональных параметров рабочей зоны при отработке разреза «Буреинский»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-22-28>

## ИСАЙЧЕНКОВ А.Б.

Начальник отдела технического обеспечения и технологии ОГР АО «СУЭК»,  
115054, г. Москва, Россия,  
e-mail: [isaychenkovab@suek.ru](mailto:isaychenkovab@suek.ru).

## ЛЕОНОВ Е.И.

Директор ОГР АО «Ургалуголь»,  
682030, п. Чегдомын, Хабаровский край, Россия,  
e-mail: [LeonovEI@suek.ru](mailto:LeonovEI@suek.ru).

## КУТОВОЙ А.В.

Главный инженер ОГР АО «Ургалуголь»,  
682030, п. Чегдомын, Хабаровский край, Россия,  
e-mail: [Urgalugol@suek.ru](mailto:Urgalugol@suek.ru)

## ГАЛИМЬЯНОВ А.А.

Канд. техн. наук,  
директор управления взрывных работ АО «Ургалуголь»,  
682030, п. Чегдомын, Хабаровский край, Россия,  
e-mail: [galimyanovaa@suek.ru](mailto:galimyanovaa@suek.ru)

## ЗЯЛЯДНОВ В.Ю.

Канд. техн. наук,  
доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,  
455000, г. Магнитогорск, Россия,  
e-mail: [Zalyadnov@mail.ru](mailto:Zalyadnov@mail.ru)

## КАРАУЛОВ Н.Г.

Канд. техн. наук,  
доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,  
455000, г. Магнитогорск, Россия,  
e-mail: [n\\_karaulov@mail.ru](mailto:n_karaulov@mail.ru)

Реализация стратегии развития дальнего Востока и инвестиционных проектов по освоению крупномасштабных угольных месторождений во многом сдерживается недостаточным уровнем транспортной и социальной инфраструктуры, дефицитом квалифицированных кадров, а также недостаточностью инновационных решений для развития предприятия. При этом из-за высокой динамики происходящих преобразований в развитии производства зачастую не производится рациональное изменение параметров системы разработки, которые бы обеспечивали повышение эффективности. В статье представлен анализ параметров рабочей зоны разреза и параметров взрывных работ. Представлены зависимости количества перегонов экскаватора и времени, затрачиваемого на перегон, от объема взрываемого блока. Анализируются причины, ограничивающие параметры взрывных блоков, рассматриваются варианты их увеличения. Представлены альтернативные параметры рабочей зоны и конструкции рабочего борта, обеспечивающие возможность повышения эффективности работы экскаваторов. В качестве преимуществ предлагаемых мероприятий можно отметить: увеличение ширины рабочей площадки, увеличение объема взрывного и экскаваторного блока, обеспечение рациональных условий работы экскаватора, а также снижение текущего коэффициента вскрыши.

**Ключевые слова:** разрез, высота уступа, экскаватор, горнотехнические условия, объем взрываемого блока, технологическая схема, производительность, эффективность.

**Для цитирования:** Обоснование рациональных параметров рабочей зоны при отработке разреза «Буреинский» / А.Б. Исайченков, Е.И. Леонов, А.В. Кутовой и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 22-28. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-22-28.

## ВВЕДЕНИЕ

Жизнеспособность России в значительной степени зависит от состояния социально-экономического развития отдельно взятых территорий. В развитии территорий восточных регионов России большую роль играет производственно-ресурсный потенциал угольной отрасли, освоение которого сопровождается рядом сдерживающих факторов. Это, прежде всего, сложные природно-климатические и горно-геологические условия, слабая освоенность и отдаленность территорий от промышленно развитых районов, труднодоступность участков расположения угольных месторождений. Реализация стратегии развития дальнего Востока и инвести-



ционных проектов по освоению крупномасштабных угольных месторождений во многом сдерживается недостаточным уровнем транспортной и социальной инфраструктуры, рисками принятия нерациональных проектных решений, дефицитом квалифицированных кадров, а также недостаточностью инновационных решений для развития предприятия.

Несмотря на использование новейших технологий и технических устройств, жизнеспособность современных российских горнодобывающих предприятий продолжает зависеть от их возможности быстрой адаптации к постоянно меняющимся условиям мирового и внутреннего рынков [1]. В таких условиях горнодобывающие предприятия являются зависимыми от динамичного изменения рыночных цен и спроса на производимое сырье.

Зачастую, при благоприятных рыночных условиях, обуславливающих повышение производительности предприятия, и росте инвестиций не обеспечивается повышение эффективности использования возрастающего парка техники и разработки месторождения в целом.

Из-за высокой динамики и трудоемкости технического обеспечения интенсификации производства зачастую не производится соответствующее рациональное изменение технологических параметров системы разработки и организационных условий, которые бы обеспечивали повышение эффективности.

Повышение эффективности разработки ряда угольных месторождений дальнего востока, в том числе за счет оптимизации параметров системы разработки, обеспечит жизнеспособность предприятий региона и решение задачи устойчивого его развития.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ РАЗРЕЗА «БУРЕЙНСКИЙ»

АО «Ургалуголь», расположенное в Хабаровском крае, ведет разработку Ургальского месторождения Буреинского каменноугольного бассейна и Мареканского бурого угольного месторождения в Охотском районе. В состав акционерного общества входят шахты «Ургал», «Северная», разрезы «Буреинский», «Правобережный» и «Мареканский».

Среднегодовая температура воздуха колеблется от  $-0,8^{\circ}\text{C}$  до  $-4,1^{\circ}\text{C}$ , что вызывает широкое развитие многолетней мерзлоты. Суровость климата, отрицательные среднегодовые температуры, характер растительного покрова способствуют сохранению мерзлоты. Нижняя граница многолетнемерзлых пород проходит в среднем на глубине 25-30 м и более.

Разрез «Буреинский» является одним из значимых участков разработки для предприятия. Производственная мощность разреза по проекту составляет 3 000 тыс. т в год с коэффициентом вскрыши  $6,5 \text{ м}^3/\text{т}$ . При отработке разреза применяется углубочно-сплошная транспортная система разработки с доставкой угля на склад, вскрыши – на внешние и частично на внутренние отвалы. Подготовка пород к выемке производится буровзрывным способом [2].

Основными особенностями данного месторождения являются наклонное залегание угольных пластов сложного строения, а также наличие вечной мерзлоты, что значительно осложняет ведение горных работ. Например, отработка верхних вскрышных уступов, сложенных четвертич-

ными отложениями, производится только в зимнее время с предварительным рыхлением буровзрывным способом методом скважинных зарядов. Отработка этих уступов в летнее время характеризуется оплыванием скважин и низкой производительностью оборудования [2, 3]. Наличие вечной мерзлоты ограничивает возможности внутреннего отвалообразования. Характеристика пород основания внутренних отвалов, по условию устойчивости, ограничивает высоту ярусов отвалов до 20 м и, соответственно, их емкость.

**Параметры рабочей зоны:** несмотря, на достаточно большую общую протяженность фронта работ разреза, составляющую около 4 км, длина фронта рабочей зоны из-за особенностей условий разработки составляет до 2 км. Нестабильность угольных пластов и их разрывы, изменение мощности пласта и наклонное залегание пластов приводят к тому, что каждая рабочая площадка разбита на небольшие участки с частичной отработкой. Общее количество рабочих уступов в карьере – 13, общая глубина – 108 м, средняя ширина рабочей площадки – 144 м, высота рабочего уступа изменяется от 4 до 10 м. Участок рабочей зоны разреза с выделенными взрывными блоками разного периода времени представлен на *рис. 1*.

### ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕЗЕРВЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

С целью повышения эффективности разработки месторождения целесообразны выявление и реализация внутрипроизводственных резервов в виде организационно-технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности отдельных процессов на основе имеющихся у предприятия ресурсов. Из бенчмаркинг-анализа различных предприятий установлено, что внутрипроизводственные резервы повышения времени производительной работы на разрезах предприятия АО «Ургалуголь» при повышении качества организации процесса экскавации до передового по компании «СУЭК» уровня составляют 35-45%, при повышении качества организации процесса экскавации до передового мирового уровня – 65-75% [4, 5, 6].

Эффективность разработки месторождения во многом зависит от качества планирования и уровня использования техники. С целью выявления потенциальных возможностей повышения эффективности разработки разреза «Буреинский» был проведен анализ причин простоев используемых экскаваторов. Основные причины простоев представлены на примере экскаватора Komatsu PC-2000 в *табл. 1*.

Из *табл. 1* видно, что наиболее значительная доля простоев связана с отказами и поломками оборудования. Наряду с этим, определенная доля непроизводительной работы (отнесенная к простоям) также связана с перегонами оборудования и неподготовленностью забоя. На количество перегонов влияют некоторые параметры буровзрывных работ, параметры рабочей зоны, концентрация оборудования в рабочей зоне и требуемые показатели качества сырья. Влияние объема взрывного блока на время, затрачиваемое на перегоны экскаватора, для условий Буреинского разреза представлено в *табл. 2*.

Результаты расчетов, представленные в *табл. 2*, указывают на целесообразность увеличения объема взрывного



Рис 1. Участок рабочей зоны разреза «Буреинский» с взрывными блоками  
Fig. 1. A section of the working zone of the "Bureinsky" open-pit mine with blast blocks

блока с целью снижения количества перегонов и повышения производительного времени работы оборудования. Так, например, увеличение объема взрывного блока с существующего среднего значения 226 тыс. м<sup>3</sup> до 450 тыс. м<sup>3</sup> может обеспечить снижение времени, затрачиваемого на перегоны, с 52 до 26 часов в год для одного экскаватора Komatsu PC-2000.

При этом существующее значение объема взрывного блока сформировано особенностью горно-геологических условий Буреинского разреза. В том числе, увеличение объема взрывного блока с используемым в настоящее время взрывчатим веществом может привести к возникновению отказов в летний период из-за непрогнозируемого воздействия подземных и надземных вод на скважины и потерям рабочих характеристик взрывчатых веществ.

Подразделением взрывных работ АО «Ургалуголь» непрерывно ведется работа по повышению качества взрывных работ и совершенствованию своей деятельности для повышения эффективности предприятия. В настоящее время данным подразделением налаживается производство эмульсионных взрывчатых веществ (ВВ), применение которых позволит получить ряд преимуществ, обеспечивающих стабильную работу в горно-геологических усло-

виях Ургальского месторождения. В табл. 3 представлена сравнительная характеристика применяемых в настоящее время ВВ и ВВ, производство которого налаживается.

Применяемое в настоящее время ВВ – гранулит характеризуется рисками от непрогнозируемого воздействия подземных и надземных вод, что может привести к снижению детонационных свойств и, соответственно, к снижению качества подготовки взорванной горной массы, влияющей на производительность экскаваторов.

По факту положительных результатов апробации ЭВВ «НПГМ-70» в августе 2019 г. рекомендовано его внедрение в 2020 г. вместо гранулита (для заряжания сухой части скважин).

Для обеспечения условий увеличения объема взрывных блоков, а также упрощения планирования горных работ целесообразно увеличение ширины рабочих площадок вдоль направления угольного пласта. Для увеличения ширины рабочих площадок могут быть рассмотрены несколько вариантов реконструкции существующей рабочей зоны. Из представленного участка рабочей зоны (рис. 1) видно, что ограничивающим фактором в увеличении взрывных блоков являются не только характеристика применяемых взрывчатых веществ и конструкция

Таблица 1

**Причины и показатели простоев экскаватора Komatsu PC-2000  
(на основании отчета, выполненного аналитическим отделом АО «СУЭК» за 2018-2019 гг.)**

| Причины простоев  | Показатели простоев, % |          |         |        |         |        |         |      |        |      |      |      |                  |
|---|------------------------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|------|--------|------|------|------|------------------|
|   | Август                 | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май  | Июнь | Июль | Среднее значение |
| Время работы, ч/сут.  | 20,5                   | 16,7     | 18,5    | 22,1   | 10,3    | 17,2   | 18,6    | 21,4 | 21,2   | 17,9 | 20,4 | 20,1 | 18,4             |
| Простои, ч/сут.   | 3,46                   | 7,3      | 5,6     | 1,88   | 13,7    | 6,8    | 5,4     | 2,56 | 2,83   | 6,1  | 3,61 | 3,86 | 5,6              |
| Отказы/поломки оборудования   | 8                      | 73,5     | 68,5    | 40     | 69      | 46,3   | 72,1    | 65,9 | 54,9   | 19,6 | 23,8 | 6,2  | 50,5             |
| Отсутствие автотранспорта   | 41,7                   | 11       | 15,3    | 0      | 1,16    | 20,3   | 3,68    | 20,7 | 3,92   | 10,9 | 16,2 | 28   | 12,2             |
| Климатические условия/стихийное бедствие                                      | 16,1                   | 11       | 12,6    | 0      | 0       | 0      | 2,94    | 6,1  | 7,8    | 17,4 | 10,8 | 29,5 | 8,3              |
| Неподготовленность забоя (кроме БВР, откачки воды)                            | 6,4                    | 1,83     | 3,6     | 40     | 1,32    | 4,52   | 6,4     | 1,22 | 0      | 1,63 | 13,8 | 3,11 | 4,03             |
| Простой прочих единиц оборудования технологической цепочки                    | 0                      | 0        | 0       | 0      | 1,66    | 0      | 1,47    | 0    | 13,7   | 8,7  | 13,8 | 24,4 | 4,79             |
| Отсутствие подъездных путей   | 0                      | 0        | 0       | 0      | 0       | 0      | 1,47    | 0    | 0      | 35,9 | 6,2  | 0    | 3,65             |
| Планово-предупредительные ремонты (ППР) и ТО                                  | 0                      | 0        | 0       | 0      | 0,33    | 14,7   | 1,67    | 0    | 19,6   | 0    | 7,7  | 0    | 2,44             |
| Перегон оборудования  | 0                      | 0        | 0       | 20     | 0       | 2,26   | 6,9     | 2,44 | 0      | 4,35 | 7,7  | 0,52 | 2,13             |
| Простои из-за неуккомплектованности рабочих (на проходке, отсутствие бригады) | 0                      | 0        | 0       | 0      | 23,8    | 0      | 0       | 0    | 0      | 0    | 0    | 0    | 6,8              |
| Проведение ППР и ТО, не предусмотренных планограммой                          | 14,4                   | 0        | 0       | 0      | 0       | 0      | 0       | 0    | 0      | 0    | 0    | 8,3  | 1,61             |
| Буровзрывные работы, не предусмотренные планограммой                          | 8,5                    | 2,74     | 0       | 0      | 0       | 0      | 0       | 0    | 0      | 0    | 0    | 0    | 0,79             |
| Буровзрывные работы   | 0                      | 0        | 0       | 0      | 1,32    | 2,26   | 3,43    | 3,66 | 0      | 0    | 0    | 0    | 1,04             |
| Разное  | 4,82                   | 0        | 0       | 0      | 1,32    | 9,6    | 0       | 0    | 0      | 1,63 | 0    | 0    | 1,61             |

Таблица 2

**Годовое количество перегонов экскаваторов и затрачиваемое время на перегон после отработки взорванной горной массы в зависимости от объема взрывающегося блока**

| Модель экскаватора                                     | Фактическая производительность экскаватора, тыс. м <sup>3</sup> /мес. | Среднее время затрачиваемое на 1 перегон экскаватора после отработки блока (данные программы Парус), ч | Годовое количество перегонов экскаваторов (N) и затрачиваемое время на перегон (T), после отработки взорванной горной массы в зависимости от объема взрывающегося блока |            |        |            |        |            |        |            |        |            |
|--|---|--|---|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
|  |   |  | Объем взрывающегося блока, тыс. м <sup>3</sup>  |            |        |            |        |            |        |            |        |            |
|  |   |  | 226   |            | 282    |            | 338    |            | 396    |            | 450    |            |
|  |   |  | N, ед.  | T, ч       | N, ед. | T, ч       | N, ед. | T, ч       | N, ед. | T, ч       | N, ед. | T, ч       |
| Komatsu PC-1250  | 250   | 1  | 13  | 13         | 11     | 11         | 9      | 9          | 8      | 8          | 7      | 7          |
| Komatsu PC-2000  | 350   | 2,8  | 19  | 52         | 15     | 42         | 12     | 35         | 11     | 30         | 9      | 26         |
| Hitachi EX-3600  | 600   | 2,3  | 32  | 73         | 26     | 59         | 21     | 49         | 18     | 42         | 16     | 37         |
| Komatsu PC-4000  | 680   | 2,5  | 36  | 90         | 29     | 72         | 24     | 60         | 21     | 52         | 18     | 45         |
| <b>Всего количество перегонов и времени на перегон</b> |   |  | 100   | <b>229</b> | 80     | <b>183</b> | 67     | <b>153</b> | 57     | <b>131</b> | 50     | <b>115</b> |

заряда, но и ширина рабочей площадки вдоль простирания пластов. Существующее положение рабочей зоны разреза характеризуется большим количеством уступов (13) с рабочей площадкой вдоль простирания шириной от 70 до 223 м. В среднем ширина рабочей площадки в продольном разрезе составляет 144 м. Высота рабочей зоны составляет 108 м. Длина фронта рабочей зоны меньше общей длины фронта разреза в 2 раза. Это вызвано горно-геологическими условиями месторождения и характеристикой пород верхних горизонтов, разработка которых в летний период характеризуется непроизводительным использованием горнотранспортного оборудования.

Отдельно взятые угольные пласты по высоте рабочей зоны имеют практически одинаковые качественные показатели. Таким образом, усреднение угля, добываемо-

го с разных уступов по всей высоте рабочей зоны, не требуется. Учитывая, что на разрезе «Буреинский» в настоящее время в работе используются до 5 экскаваторов с вместимостью ковша от 7 до 22 м<sup>3</sup>, можно предположить, что для нормальной работы достаточно иметь до 4-5 рабочих площадок. Таким образом, целесообразно изменение конструкции рабочего борта карьера.

В ряде работ изучены вопросы изменения конструкции борта с использованием участков временно нерабочих бортов (ВНБ) [7]. При таком способе ведения горных работ часть рабочей зоны (по высоте) в карьере консервируется, и так производится перераспределение объемов вскрыши по годам [8, 9, 10]. Так, разработка глубоких карьеров этапами с использованием ВНБ позволяет регулировать средние коэффициенты вскрыши в календарном

Таблица 3

**Сравнительная характеристика применяемых в настоящее время ВВ и ВВ, производство которого налаживается**

| Показатели                                       | Характеристика ВВ, применяемых в настоящее время | Характеристика новых ВВ |
|--|--|-------------------------|
| Название ВВ                                      | Гранулит   | ЭВВ «НПГМ-70»           |
| Объем ВГМ, м <sup>3</sup>                        | 100 000  | 100 000                 |
| Сетка скважин, м x м                             | 5x5  | 6x6                     |
| Выход горной массы с 1 м бурения, м <sup>3</sup> | 25   | 36                      |
| Тип буровой установки                            | DML-1200   | DML-1200                |
| Диаметр скважины, м                              | 0,215  | 0,215                   |
| Объем бурения, м                                 | 4 000  | 2 778                   |
| Затраты на 1 м бурения, руб.                     | 284  | 284                     |
| Затраты на бурение расчетного объема ВГМ, руб.   | 1 136 000  | 788 952                 |
| Вместимость ВВ в 1 м скважины, кг                | 40   | 50                      |
| Глубина скважин, м                               | 12   | 12                      |
| Перебур, м                                       | 2  | 2                       |
| Высота уступа, м                                 | 10   | 10                      |
| Количество скважин на блоке, шт.                 | 333  | 231                     |
| Величина забойки, м                              | 4  | 5                       |
| Длина заряда, м                                  | 8  | 7                       |
| Величина заряда, кг                              | 320  | 350                     |
| Количество ВВ на блок, кг                        | 106 560  | 80 850                  |
| Удельный расход ВВ, кг/м <sup>3</sup>            | 1,06   | 0,8                     |
| Себестоимость 1 кг ВВ, руб.                      | 21   | 20,8                    |
| Себестоимость ВВ на блок, руб.                   | 2 237 760  | 1 681 680               |
| Себестоимость 1 м <sup>3</sup> ВГМ, руб.         | 22,37  | 16,8                    |

графике вскрышных работ [11]. При этом формирование участков ВНБ на Буреинском месторождении также позволит оптимизировать параметры рабочей зоны. Так, подход с использованием ВНБ на угольных месторождениях, подобных Буреинскому, отчасти может являться инновационным [12, 13, 14, 15].

В целом реконструкция рабочей зоны разреза «Буреинский» возможна по следующим вариантам:

- сдваивание ряда уступов и увеличение высоты уступа до 15 м;
- формирование на рабочем борту зон временно нерабочих уступов (ВНБ).

Варианты конструкции рабочего борта представлены на рис. 2.

**ВЫВОДЫ**

Зачастую при благоприятных экономических условиях перед руководством горных предприятий встает задача увеличения объема производства продукции. Такая задача решается вложением инвестиций в производство, приобретением новой техники и изменениями организационной структуры. В условиях обеспечения производства с новыми плановыми объемами возрастает значимость учета затрат и показателей эффективности. Так, вслед за происходящими техническими и организационными преобразованиями целесообразны и технологические изменения, в частности, необ-

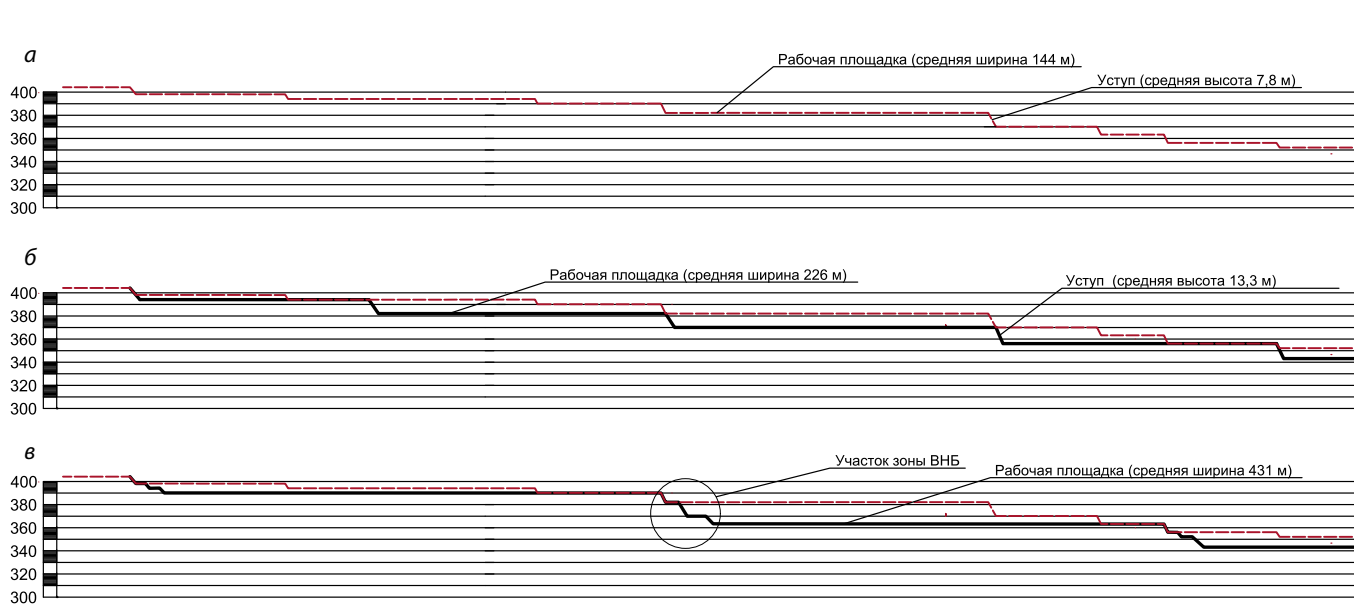


Рис. 2. Участок рабочего борта карьера вдоль простирания пласта: а – современное положение рабочего борта; б – вариант изменения конструкции борта за счет увеличения высоты уступа; в – вариант изменения конструкции борта за счет формирования зон ВНБ; — современная конструкция борта карьера; — варианты реконструкции рабочего борта карьера

Fig. 2. A section of the pit highwall along the strike: a – current position of the highwall; b – option to change the highwall design by increasing the bench height; c – option to change the highwall design by forming temporary non-operational pit walls zones; red curve – current pit highwall design; black curve – options to redesign the pit highwall

ходима адаптация параметров системы разработки к новым условиям, которые бы обеспечивали повышение эффективности. Так, в процессе адаптации параметров системы разработки целесообразно изменить конструкцию рабочего борта, что даст возможность: увеличить параметры рабочей площадки, увеличить объем взрывного блока, повысить эффективность работы экскаваторов и предприятия в целом.

С увеличением ширины рабочей площадки вдоль простирания пласта и объема взрывного блока уменьшается количество перегонов экскаваторов, буровых станков, увеличивается общая скорость бурения, уменьшается вероятность отказов взрывной сети, уменьшаются потери времени при производстве буровзрывных работ и упрощается планирование горных работ.

Таким образом, обоснование рациональных технологических параметров рабочей зоны разреза в условиях высокой динамики и трудоемкости технического и организационного обеспечения интенсификации производства позволяет наладить более производительную работу горнотранспортного оборудования, уменьшить коэффициент вскрыши и повысить эффективность разработки в целом.

### Список литературы

1. Жабыко Л.Л. Проблемы инновационного развития горнодобывающей промышленности приморья // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 528. С. 19-23.
2. Повышение эффективности разработки угольного разреза за счет оптимизации технологических параметров в сложных горно-геологических условиях / А.И. Добровольский, Е.И. Леонов, А.В. Кутовой и др. // Уголь. 2019. № 10. С. 72-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-72-78. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).
3. Совершенствование конструкции заряда в условиях разреза «Буреинский» / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, А.И. Добровольский, А.А. Галимьянов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 4. С. 337-340.
4. Patterson S.R., Kozan E., Hyland P. Energy efficient scheduling of open-pit coal mine trucks // European Journal

of Operational Research. 2017. Vol. 262. N 2. P. 759-770. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.03.081

5. Increasing Productivity – a Way to Improve Efficiency of Operational Management in Hard Coal Mines / S. Prusek, M. Turek, J. Dubiński, I. Jonek-Kowalska // Archives of Mining Sciences. 2018. Vol. 63. N 3. P. 567-581.

6. Изыскание эффективных вариантов отработки железорудных месторождений Бакальского рудного поля / С.Н. Корнилов, С.Е. Гавришев, В.Н. Калмыков и др. // Вестник МГТУ. 2012. № 1 (37). С. 5-10.

7. Бурмистров К.В., Колонюк А.А., Аргимбаев К.Р. Выбор комплексов оборудования для производства выемочно-погрузочных работ в стесненных условиях нижних горизонтов карьеров // Вестник МГТУ. 2010. № 1. С. 22-25.

8. Burmistrov K.V., Osintsev N.A., Shakshakpaev A.N. Selection of Open-Pit Dump Trucks during Quarry Reconstruction // Procedia Engineering. 2017. N 206. P. 1696-1702.

9. Fourie G.A., Dohm G.C. Open pit planning and design / V.A. Kennedy. Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Explorettion Inc. Surface Mining 2nd ed. 1990. P. 1274-1301.

10. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Колонюк А.А. Интенсивность формирования рабочей зоны глубоких карьеров. Магнитогорск: Изд-во МГТУ, 2013. 187 с.

11. Колонюк А.А., Осинцев Н.А., Бурмистров К.В. Метод конструирования и схемы расконсервации временно нерабочих бортов / Материалы 63 НТК по итогам НИР за 2003-2004 гг. Магнитогорск: Из-во МГТУ, 2004. С. 188-192.

12. Гавришев С.Е., Грязнов М.В., Рахмангулов А.Н. Методы обеспечения надежности карьеров // Вестник МГТУ. 2003. № 4 (4). С. 11-16.

13. Организация перевозок и управление на транспорте. Технология: учебное пособие / М.В. Грязнов, А.М. Макаров, Н.А. Осинцев и др. Магнитогорск: Из-во МГТУ, 2010. Ч. 1. 161 с.

14. Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Биктеева Н.С. Направления диверсификации деятельности горнодобывающего предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 7. С. 5-15.

15. Benchmarking of mining companies extracting hard coal in the Upper Silesian Coal Basin / M. Vaněk, P. Bora, E.W. Maruszewska, A. Kašparková // Resources Policy, 2017. Vol. 53. P. 378-383.

Original Paper

UDC 622.271.322:622.235 © A.B. Isaychenkov, E.I. Leonov, A.V. Kutovoy, A.A. Galimyanov, V.Yu. Zalyadnov, N.G. Karaulov, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 22-28  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-22-28>

### Title

**JUSTIFICATION OF RATIONAL PARAMETERS OF WORKING ZONE DURING MINING IN “BUREINSKY” OPEN-PIT MINE**

### Authors

Isaychenkov A.B.<sup>1</sup>, Leonov E.I.<sup>2</sup>, Kutovoy A.V.<sup>2</sup>, Galimyanov A.A.<sup>2</sup>, Zalyadnov V.Yu.<sup>3</sup>, Karaulov N.G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>“SUEK” JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

<sup>2</sup>“Urgalugol” JSC, set. Chegdomyn, Khabarovsk Territory, 682030, Russian Federation

<sup>3</sup> Nosov State Technical University Magnitogorsk, Magnitogorsk, 455000, Russian Federation

### Authors' Information

**Isaychenkov A.B.**, Head of the office of technical support and technology of Surface mining department

**Leonov E.I.**, Director of Surface mining department, e-mail: LeonovEl@suek.ru

**Kutovoy A.V.**, Chief Engineer of Surface mining department, e-mail: Urgalugol@suek.ru

**Galimyanov A.A.**, PhD (Engineering), Director of the office of blasting, e-mail: galimyanovaa@suek.ru

**Zalyadnov V.Yu.**, PhD (Engineering), Associate Professor of “Development of mineral deposits” department, e-mail: Zalyadnov@mail.ru

**Karaulov N.G.**, PhD (Engineering), Associate Professor of “Development of mineral deposits” department, e-mail: n\_karaulov@mail.ru

**SURFACE MINING**

**Abstract**

Implementation of the Far East development strategy and investment projects for exploitation of large-scale coal deposits is to a large extent hampered by the insufficient level of transport and social infrastructure development, lack of qualified personnel, as well as insufficiency of innovative solutions for the development of businesses. At the same time, due to the high pace of changes in production development, there is often no rational transformation of the mining system's parameters that would otherwise ensure increased efficiency. The article analyzes parameters of the strip mine working area and those of the blasting operations. Dependencies of the number of mechanical shovel trips and the trip time on the volume of the blasted block are presented. The factors limiting the parameters of the blast blocks are analyzed and options to increase their dimensions are considered. Alternative parameters of the working area and the design of the high wall are presented, that provide an opportunity to improve the efficiency of the mechanical shovel. Advantages of the proposed measures include increasing the width of the working area, increasing the volume of blasting and excavating block, providing rational working conditions for the mechanical shovel, as well as reducing the current stripping ratio.

**Keywords**

Open-pit mine, Bench height, Mechanical shovel, Mining conditions, Volume of the blast block, Technological workflow, Productivity and efficiency.

**References**

- Zhabyko L.L. Issues of innovative development of mining industry of the Primorye Territory. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, 2016, No. 528, pp. 19-23. (In Russ.).
- Dobrovolskiy A.I., Leonov E.I., Kutovoy A.V., Zalyadnov V.Yu., Karaulov N.G. & Yusupov M.E. Increasing the efficiency of developing a coal mine by optimizing technological parameters in difficult mining and geological conditions. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2019, No. 10, pp. 72-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-72-78. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102019.pdf> (accessed 15.10.2020).
- Shevkun E.B., Leshchinskiy A.V., Dobrovolskiy A.I. & Galimyanov A.A. Enhancement of charge design in conditions of the Bureinsky strip mine. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, 2015, No. 4, pp. 337-340. (In Russ.).
- Patterson S.R., Kozan E. & Hyland P. Energy efficient scheduling of open-pit coal mine trucks. *European Journal of Operational Research*, 2017, Vol. 262, No. 2, pp. 759-770. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.03.081/

- Prusek S., Turek M., Dubiński J. & Jonek-Kowalska I. Increasing Productivity – a Way to Improve Efficiency of Operational Management in Hard Coal Mines. *Archives of Mining Sciences*, 2018, Vol. 63, No. 3, pp. 567-581.
- Kornilov S.N., Gavrishev S.E., Kalmykov V.N. et al. Search for efficient options for development of iron ore deposits at Bakalskoye ore field. *Vestnik MGTU – Scientific Journal of MSTU*, 2012, No. 1 (37), pp. 5-10. (In Russ.).
- Burmistrov K.V., Kolonyuk A.A. & Argimbayev K.R. Selection of complex equipment for excavation and loading in confined conditions of lower levels in open-pit mines. *Vestnik MGTU – Bulletin of MSTU*, 2010, No. 1, pp. 22-25. (In Russ.).
- Burmistrov K.V., Osintsev N.A. & Shakshakpaev A.N. Selection of Open-Pit Dump Trucks during Quarry Reconstruction. *Procedia Engineering*, 2017, No. 206, pp. 1696-1702.
- Fourie G.A. & Dohm G.C. Open pit planning and design / B.A. Kennedy. Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Explorettion Inc. Surface Mining 2nd ed., 1990, pp. 1274-1301.
- Gavrishev S.E., Burmistrov K.V. & Kolonyuk A.A. Intensity of work zone formation in deep pit mines. *Magnitogorsk, MGTU Publ.*, 2013, 187 p. (In Russ.).
- Kolonyuk A.A., Osintsev N.A. & Burmistrov K.V. Design method and reactivation procedure for temporary non-operational pit walls. Materials of 63 Scientific and Technical Conference based on the R&D results in 2003-2004. *Magnitogorsk, MGTU Publ.*, 2004, pp. 188-192. (In Russ.).
- Gavrishev S.E., Gryaznov M.V. & Rakhmangulov A.N. Methods to ensure reliability of open-pit mines. *Vestnik MGTU – Bulletin of MSTU*, 2003, No. 4 (4), pp. 11-16. (In Russ.).
- Gryaznov M.V., Makarov A.M., Osintsev N.A. et al. Logistics and transport management. Technology: training aids. *Magnitogorsk, MGTU Publ.*, 2010, Part 1, 161 p. (In Russ.).
- Gavrishev S.E., Zalyadnov V.Yu. & Bikteeva N.S. Directions of diversification of mining enterprise activities. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, 2018, No. 7, pp. 5-15. (In Russ.).
- Vaněk M., Bora P., Maruszewska E.W. & Kašparková A. Benchmarking of mining companies extracting hard coal in the Upper Silesian Coal Basin. *Resources Policy*, 2017, Vol. 53, pp. 378-383.

**For citation**

Isaychenkov A.B., Leonov E.I., Kutovoy A.V., Galimyanov A.A., Zalyadnov V.Yu. & Karaulov N.G. Justification of rational parameters of working zone during mining in "Bureinsky" open-pit mine. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No.11, pp. 22-28. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-22-28.

**Paper info**

Received September 21, 2020  
 Reviewed October 1, 2020  
 Accepted October 9, 2020



## На «Разрезе Харанорский» усиливают антивирусные меры

В АО «Разрез Харанорский» (входит в состав СУЭК) установлены бесконтактный аппарат для дезинфекции рук и тепловизор, которые помогут эффективнее предотвращать угрозу распространения вирусных и коронавирусных инфекций.

Бесконтактная инфракрасная камера сканирования температуры тела предназначена для проведения измерений в местах массового скопления людей. Камера способна быстро обнаруживать людей, которые имеют повышенную температуру тела? и подавать сигнал потенциальной опасности.

Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук предназначен для обработки рук жидким антисептиком. Такие профилактические меры препятствуют угрозе заражения контактными бактериальными, вирусными, грибковыми инфекционными заболеваниями.

**Элмира Асанбаева**, директор филиала № 4 МСЧ «Угольщик»: «Данные аппараты существенно улучшают качество работы по предотвращению заболеваемости.

На данный момент отпала необходимость ручной термометрии. То есть наши сотрудники не стоят у входа с ручными термометрами. Тепловизор рассчитан на большое количество людей. Он может просканировать температуру сразу у 10-15 человек. Это позволяет значительно улучшить качество и время предсменного и послесменного осмотров. Показатели тепловизора сразу передаются на компьютер, и если у кого-то из сотрудников температура повышена, то нам приходит оповещение с фото человека. Таким работникам мы измеряем температуру вручную, и если она подтверждается, то сотрудник помещается в специальный фильтр и далее с ним работает врач».

Санитайзер для дезинфекции рук также был необходим. Все работники отмечают, что с ним прохождение предсменного осмотра стало быстрее. В данных аппаратах можно дозировать подачу антисептика, что также является экономичной, но эффективной мерой. Ежедневно предсменные осмотры проходят более 300 человек, и такие меры предосторожности очень удобны.

# Применение новейшего имитатора внешнего дыхания человека для повышения безопасности промышленного персонала

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-29-35>

Безопасность человека при работе в потенциально опасных областях напрямую зависит от средств индивидуальной защиты и способов их применения. В данной работе рассмотрено использование новейшего имитатора внешнего дыхания человека «ОКСИ-РОБОТ» для решения задач повышения безопасности промышленного персонала при использовании средств индивидуальной защиты органов дыхания – изолирующих дыхательных аппаратов (самоспасателей). Представлены особенности и отличия имитатора «ОКСИ-РОБОТ» от аналогов, а также определены области его возможного использования, дан пример проверки достаточности ресурса шахтного самоспасателя при прохождении проектируемого маршрута эвакуации без привлечения испытателя.

**Ключевые слова:** имитатор внешнего дыхания, искусственные легкие, легочная вентиляция, глубина дыхания, частота дыхания, маршрут эвакуации, изолирующий дыхательный аппарат, самоспасатель, breathing machine.

**Для цитирования:** Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Применение новейшего имитатора внешнего дыхания человека для повышения безопасности промышленного персонала // Уголь. 2020. № 11. С. 29-35. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-29-35.

## ВВЕДЕНИЕ

В промышленности, в том числе и в угольной, при ликвидации последствий аварий и чрезвычайных ситуаций используются средства индивидуальной защиты органов дыхания (изолирующие дыхательные аппараты (ИДА) – респираторы и самоспасатели [1]. Качество ИДА определяет уровень комфорта и эффективности в нем пользователя при работе или эвакуации.

Несмотря на значительные достижения и прогресс в развитии ИДА, которые были обусловлены исследованиями и разработками во второй половине прошлого века, остается ряд очевидных проблем и вопросов, характерных для современных технических средств индивидуальной защиты органов дыхания человека, и даже не проблем и вопросов, а возможных путей совершенствования, направленных на повышение комфортности дыхания (сопротивление дыханию, температура на вдохе, вредное пространство – снижение  $CO_2$  на вдохе), улучшение эргономических



### 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

характеристик (снижение массы, удобство ношения), интеграцию «умных» технологий (контроль основных параметров и прогноз остаточного времени защитного действия (ВЗД) ИДА, позиционирование, аварийное оповещение при отсутствии движения, внешняя связь) и т.д. Разработка новых ИДА или модернизация существующих требуют значительного количества проверок и испытаний для верификации правильности выбранных решений.

Помимо этого, у разработчиков и потребителей существует безусловная потребность в индивидуализации ха-

рактических решений в этом вопросе не реализованы, а потребности «усредненного» человека обеспечиваются, как правило, избыточностью ресурса ИДА. Это также определяет важность обучения и постоянных тренировок по использованию ИДА человеком, для отработки необходимого опыта и навыков с учетом личных физиологических параметров. Также индивидуализация необходима для повышения уровня безопасности и защищенности пользователя ИДА, так как позволит рассчитывать (настраивать) ВЗД конкретного ИДА для конкретного человека, что в свою очередь даст возможность объективно выбирать ИДА и планировать, например, маршруты эвакуации или объем работ (нагрузок), которые может выполнить конкретный человек. Так как у разных людей параметры дыхания могут отличаться существенно, то для полноценного проведения работ, направленных на решение задач индивидуализации, требуется проведение дополнительных исследований и испытаний.

Испытания ИДА должны проводиться с участием испытуемых-добровольцев и на имитаторах дыхания человека, которые позволяют добиться повторяемости условий эксперимента и решать ряд задач, которые сложно или невозможно решить с участием испытуемых-добровольцев в связи с условиями испытаний, в том числе возможными рисками для их здоровья (предельные нагрузки, ресурсные испытания, жесткие условия окружающей среды, риск баротравмы).

Данная работа не направлена на анализ и критику недостатков современных ИДА или на рассмотрение и решение задач развития ИДА. В статье представлен основной инструмент, который позволяет разработчику и потребителю объективно проверять основные параметры ИДА, как при их разработке, модернизации и производстве, так и в процессе эксплуатации.

Таким инструментом является имитатор внешнего дыхания человека (ИВД), который также часто называется «искусственные легкие», «имитатор дыхания» или «breathing machine» [2, 3, 4, 5]. Основными функциями ИВД являются: обеспечение заданной глубины и частоты дыхания, обеспечение имитации потребления кислорода и выделения углекислого газа при заданных параметрах влажности и температуры на «выдохе». Кроме этого, для обеспечения требований ряда стандартов ИВД должен обеспечивать возврат в систему азота, который теряется из-за имитации потребления кислорода (в российских стандартах такого требования пока еще нет).

### ИМИТАТОР ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Существует несколько основ для конструкций ИВД, это мембраны, поршни, меха и сильфон. Все они имеют



Рис. 1. Имитатор внешнего дыхания человека «ОКСИ-РОБОТ»

Fig. 1. Oxy Robot simulator of human external respiration

свои достоинства и недостатки, которые хорошо известны [6, 7, 8]. Как правило, все известные ИВД вполне качественно обеспечивают режимы, заданные в существующих стандартах, но не предоставляют пользователям достаточные возможности для исследований и проверки параметров ИДА в условиях переменной нагрузки (изменение частоты и глубины дыхания) или отличающихся от стандартных. Например, у существующих ИВД нет возможности повторения пневмотахограмм (спирограмм), записанных у конкретного человека, и, соответственно, нет возможности проверить ИДА в условиях эксплуатации, приближенных к реальным.

Проведя анализ существующих ИВД, а также принимая во внимание

перечисленные характеристики, помимо стандартных, был разработан новейший стенд – имитатор внешнего дыхания человека «ОКСИ-РОБОТ» (рис. 1).

«ОКСИ-РОБОТ» является инновационной разработкой и имеет значительные отличия от существующих установок типа «искусственные легкие» [6, 9], основным из которых является возможность динамического изменения параметров «дыхания» в ходе проведения эксперимента, а также полного повторения дыхания конкретного человека при любой динамически меняющейся нагрузке. Для повторения дыхания конкретного человека необходимо записать требуемую спирограмму и ввести ее в программу управления ИВД.

Наиболее совершенным ИВД, до разработки «ОКСИ-РОБОТА», который мог достаточно «близко» повторять заданные кривые дыхания, был французский «SIMULATEUR RESPIRATOIRE S 2000», разработанный фирмой Fenzy SAS (сейчас подразделение «Honeywell»). Авторам удалось провести испытания на нем и убедиться в целом ряде недостатков, которые были учтены и устранены при разработке «ОКСИ-РОБОТА». В частности, французский ИВД не обеспечивал заданных параметров температуры и влажности на выдохе при изменении объема и частоты легочной вентиляции, что не позволяло получать достоверные результаты при испытании ИДА с замкнутым циклом (аппараты со сжатым кислородом и химически связанным кислородом).

В ИВД «ОКСИ-РОБОТ» эта очень сложная и нетривиальная задача была решена. Кроме того, «ОКСИ-РОБОТ» отличается от аналогов следующими свойствами:

- непревзойденным уровнем автоматизации (управление полностью осуществляется через персональный компьютер, рис.2);
- наивысшей скоростью выхода на нужный режим по всем параметрам – до 15 мин.;
- высокой производительностью (перерыв между последующими испытаниями – не более 5 мин.);
- автоматической самодиагностикой неисправностей и проверки собственной герметичности;



– простотой использования, которая позволяет быстро освоить все возможности ИВД, что позволяет оператору без специальной подготовки эксплуатировать стенд;

– низкой стоимостью владения, модульной заменой неисправных частей (автоматически сообщает о своих неисправностях и плановых работах, что значительно снижает время простоя);

– автономностью работы (не требует постоянного присутствия человека, что экономит рабочее время оператора);

– уникальными массогабаритными параметрами (масса – менее 50 кг), которые позволяют легко перемещать ИВД при необходимости.

Помимо перечисленного, для проведения испытаний ИДА в различных климатических условиях, в том числе в условиях Арктики, для ИВД «ОКСИ-РОБОТ» был разработан уникальный макет головы человека (рис. 3), управляемый от ИВД и позволяющий исключить потерю тепла и влаги на линии передачи дыхательной смеси от ИВД до климатической камеры и имеющий собственную автоматическую систему подогрева, обеспечивающую на выдохе необходимую температуру. Это позволяет испытывать ИДА в условиях низкой температуры ( $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже). Кроме того, макет головы позволяет регулировать собственные размеры, что существенно упрощает достижения герметичности по линии обтюрации лицевых частей ИДА.

«ОКСИ-РОБОТ» автоматически сохраняет всю информацию, получаемую от датчиков в электронной базе данных, что создает основу для применения любых программных аналитических инструментов, инструментов математического моделирования. Это также является существенным преимуществом по сравнению со многими ИВД, используемыми на сегодняшний день в науке и производстве.

Рассматриваемый ИВД предоставляет достаточные возможности для проведения испытаний ИДА и решения обозначенных задач, а также может быть использован для решения других задач, связанных с разработкой и применением ИДА.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИВД

Приведем основные области практического применения имитатора дыхания.

1. Для исследователей и разработчиков ИДА: исследование и проверка идей и решений при разработке и модернизации ИДА, их рабочих частей и элементов; создание предельных (экстремальных) условий эксплуатации ИДА; проведение ресурсных испытаний; проверка различных требований заказчиков при проведении НИР и ОКР.

2. Для производителей ИДА: проведение всех видов испытаний на всех стадиях жизненного цикла ИДА в соот-



Рис. 2. Пример интерфейса «ОКСИ-РОБОТ» при проведении испытания ИДА

Fig. 2. Example of the Oxy-Robot interface during the RPE test



Рис. 3. Макет головы человека с системой автоматической терморегуляции выдоха

Fig. 3. Dummy human head with automatic exhalation thermoregulation system

ветствии со стандартами и нормативными документами; исследование изделий конкурентов.

3. Для потребителей ИДА: входной и промежуточный контроль ИДА, мониторинг качества ИДА на протяжении всего срока их эксплуатации; обеспечение возможности продления срока хранения и эксплуатации ИДА по результатам собственных испытаний; проверка параметров и подбор типа ИДА, подходящих для решения конкретных задач или заданных динамических нагрузок (имитация параметров дыхания, снятых с конкретного человека, выполняющего реальную работу); проверка работы ИДА в различных режимах и внешних условиях (формирование ТЗ для разработчиков и производителей).

4. Для сертификационных лабораторий и центров: проведение сертификационных испытаний; мониторинг качества ИДА; проведение объективных испытаний для сравнения характеристик аналогичных ИДА.

5. Для контролирующих органов и структур, отвечающих за промышленную безопасность: проведение периодических проверок партий ИДА, находящихся в эксплуатации на местах; выборочная проверка партий ИДА по фактам нарушения работоспособности ИДА или по проверке жалоб потребителей; разрешение некоторых вопросов при недобросовестной конкуренции.

Возможность проведения периодических проверок партий ИДА, находящихся в эксплуатации требует поясне-

ния. В мире присутствует тенденция внедрения практики периодической проверки состояния ИДА в местах эксплуатации с применением имитаторов дыхания человека [10, 11], в частности, в ЮАР такой проверке подвергаются до 2% всех шахтных самоспасателей в год. Очевидно, что при этом из-за массы испытаний и необходимости сохранения объективности использовать испытателя невозможно. В США и других странах существует практика выборочных проверок, и иногда это приводит к выявлению существенных нарушений. Известен пример [10], когда после выборочной проверки производителю было возвращено несколько десятков тысяч изделий.

Приведем наиболее интересный и сложный пример использования ИВД при оценке и проектировании маршрутов эвакуации, который имеет важное прикладное значение.

Рассмотрим маршрут эвакуации из шахты. В табл. 1 представлены фактические данные маршрута, а в табл. 2 – параметры, которые рассчитывались по данным, полученным при реальных тренировках выхода горнорабочих из аварийного участка шахты при движении вверх.

Простейшей интерполяцией были получены зависимости параметров дыхания от времени (рис. 4) и введены в программу управления «ОКСИ-РОБОТ». Для проверки маршрута был выбран испытуемый образец – шахтный самоспасатель ШСС-Т, изготовленный в октябре 2013 г., партия 18, № 0002 (рис. 5).

Результаты проведенного испытания – имитация выхода по маршруту шахты в самоспасателе ШСС-Т – приведены на рис. 6, 7, 8, 9. Их интерпретация позволяет сделать следующие выводы:

- самоспасатель полностью обеспечил человека при движении по заданному маршруту, более того, сохранился запас времени защитного действия самоспасателя больше номинального (более 20%);
- нагрузка на человека на маршруте была умеренной и не приводила к избыточному потреблению ресурсов самоспасателя;
- выбранный тип самоспасателя с временем защитного действия 60 минут обеспечивает необходимый уровень защищенности горнорабочего при эвакуации на данном маршруте;

Таблица 1

Данные маршрута эвакуации из шахты

| № участка (выработки) | Длина, м    | Уклон на участке, градус | Скорость движения |      | Время движения по участку, мин. | Время движения от начала, мин. |
|-----------------------|-------------|--------------------------|-------------------|------|---------------------------------|--------------------------------|
|                       |             |                          | м/мин.            | км/ч |                                 |                                |
| 392                   | 77,3        | 4,8                      | 44,15             | 2,65 | 1,75                            | 1,75                           |
| 3753                  | 486,6       | 5,1                      | 43,77             | 2,63 | 11,12                           | 12,87                          |
| 1062                  | 108,4       | 3,3                      | 45,97             | 2,76 | 2,36                            | 15,23                          |
| 4094                  | 284,1       | 4,3                      | 44,78             | 2,69 | 6,34                            | 21,57                          |
| 4089                  | 205,4       | 2,0                      | 47,38             | 2,84 | 4,34                            | 25,91                          |
| 4175                  | 300,8       | 3,9                      | 45,27             | 2,72 | 6,64                            | 32,55                          |
| 1141                  | 43,7        | 4,8                      | 44,15             | 2,65 | 0,99                            | 33,54                          |
| 3806                  | 125,8       | 7,1                      | 41,05             | 2,46 | 3,06                            | 36,60                          |
| 972                   | 57,9        | 0,0                      | 49,21             | 2,95 | 1,18                            | 37,78                          |
| 3884                  | 154,2       | 1,4                      | 47,98             | 2,88 | 3,21                            | 40,99                          |
| 3981                  | 35,7        | 4,4                      | 44,66             | 2,68 | 0,80                            | 41,79                          |
| 1188                  | 57,1        | 1,0                      | 48,35             | 2,90 | 1,18                            | 42,98                          |
| <b>ИТОГО</b>          | <b>1937</b> |                          |                   |      | <b>42,98</b>                    |                                |

Таблица 2

Параметры, полученные при реальных тренировках выхода горнорабочих из аварийного участка шахты при движении вверх

| № участка (выработки) | Частота дыхания, мин. <sup>-1</sup> | Глубина дыхания, дм <sup>3</sup> | Легочная вентиляция, дм <sup>3</sup> /мин. | Объем легочной вентиляции на участке, дм <sup>3</sup> | Объем легочной вентиляции от начала, дм <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| 392                   | 19                                  | 1,37                             | 26,03                                      | 45,57   | 45,57  |
| 3753                  | 19                                  | 1,39                             | 26,41                                      | 293,61  | 339,18   |
| 1062                  | 20                                  | 1,22                             | 24,40                                      | 57,54   | 396,72   |
| 4094                  | 18                                  | 1,42                             | 25,56                                      | 162,16  | 558,88   |
| 4089                  | 19                                  | 1,23                             | 23,37                                      | 101,31  | 660,19   |
| 4175                  | 18                                  | 1,39                             | 25,02                                      | 166,25  | 826,44   |
| 1141                  | 19                                  | 1,37                             | 26,03                                      | 25,76   | 852,20   |
| 3806                  | 20                                  | 1,45                             | 29,00                                      | 88,87   | 941,08   |
| 972                   | 19                                  | 1,16                             | 22,04                                      | 25,93   | 967,01   |
| 3884                  | 19                                  | 1,21                             | 22,99                                      | 73,89   | 1040,89  |
| 3981                  | 18                                  | 1,42                             | 25,56                                      | 20,43   | 1061,33  |
| 1188                  | 19                                  | 1,19                             | 22,61                                      | 26,70   | 1088,03  |

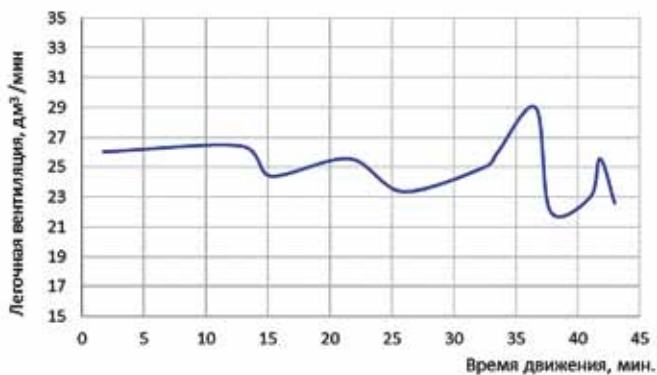


Рис. 4. Интерполяционная кривая легочной вентиляции при моделировании движения человека по маршруту шахты  
 Fig. 4. Interpolation curve of lung ventilation when simulating human movement along a mine route



Рис. 5. Испытание ШСС-Т на имитаторе внешнего дыхания «ОКСИ-РОБОТ» при моделировании движения человека по маршруту шахты  
 Fig. 5. Test of the ShSS-T on the Oxy-Robot external respiration simulator when simulating human movement along a mine route

– маршрут не требует изменений, а движение по маршруту не требует организации дополнительных мер для защиты органов дыхания человека.

Данный пример демонстрирует, насколько просто можно оценить маршрут эвакуации, имея в наличии ИВД «ОКСИ РОБОТ» и основные данные о маршруте. Принимая во внимание, что параметры дыхания у людей разные, то оценку маршрута желательно проводить по дыханию человека с наибольшим потреблением кислорода (с наибольшей частотой и глубиной дыхания и наибольшим пульсом), который будет проходить этот маршрут. А для получения таких данных необходимо индивидуализировать данные дыхания человека, что может быть выполнено при использовании специальных устройств, позволяющих регистрировать дыхание конкретного человека при разных нагрузках и составлять его индивидуальный «Паспорт дыхания», но эта тема уже другой работы.

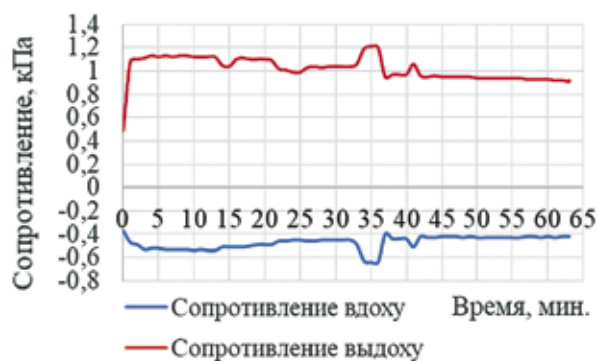


Рис. 6. Сопротивление дыханию  
 Fig. 6. Breathing resistance

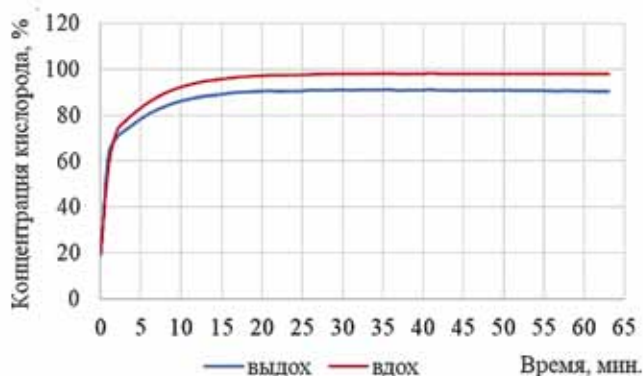


Рис. 7. Концентрация кислорода  
 Fig. 7. Oxygen concentration

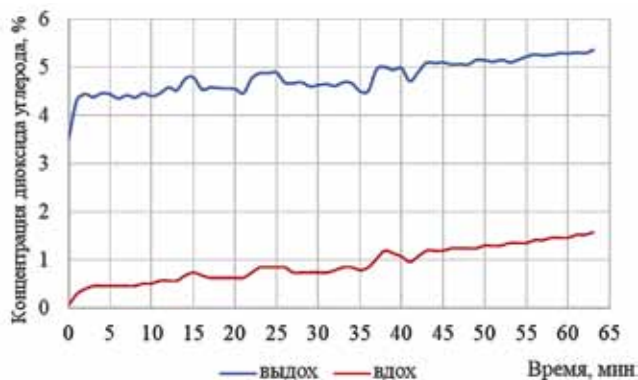


Рис. 8. Концентрация CO<sub>2</sub>  
 Fig. 8. CO<sub>2</sub> concentration

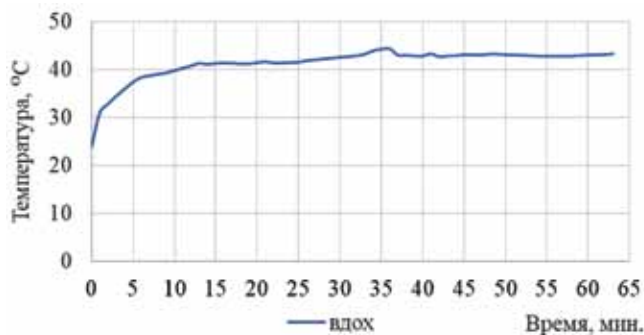


Рис. 9. Температура на входе из самоспасателя  
 Fig. 9. Inhalation temperature from the self-rescue device

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие технологий, методов и технических средств, обеспечивающих безопасность человека, требует проведения обширных исследований и проведения большого количества экспериментов. Представленный новый имитатор внешнего дыхания человека «ОКСИ-РОБОТ» создан с учетом всех достоинств и недостатков существующих аналогов и методов испытания, с учетом потребностей различных потребителей, принимая во внимание все требования существующей нормативной документации. Самое большое достижение в его функционале – это возможность динамического изменения параметров дыхания без нарушения тепло-влажностного режима, что позволяет имитировать (повторять) дыхание конкретного человека при различных нагрузках.

Использование ИВД «ОКСИ-РОБОТ» в различных сферах приведет к более эффективному решению задач обеспечения безопасности человека, а также к ускорению развития технологий и конструкций ИДА. Соответственно, и нормативная база, определяющая технические, эксплуатационные и эргономические требования к ИДА будет ускоренно эволюционировать.

## Список литературы

1. Изолирующие дыхательные аппараты и основы их проектирования: учебное пособие / С.В. Гудков, С.И. Дворецкий, С.Б. Путин, В.П. Таров. М.: Машиностроение, 2008. 188 с.
2. Talaška Z. The construction of a breathing simulator for research of the diving breathing apparatus in compliance with the pn-en 250:2014 standard // Scientific journal of polish naval academy. 2016. Vol. 3. P. 121-130. DOI: 10.5604/0860889X.1224754.
3. Breathing simulator of workers for respirator performance test / Hisashi Yuasa, Mikio Kumita, Takeshi Honda, Kazushi Kimura, Kosuke Nozaki, Hitoshi Emi // Industrial Health. 2015. Vol. 53. P. 124–131.

4. Paštěka R., Forjan M. Actively Breathing Mechanical Lung Simulator Development and Preliminary Measurements // IFMBE Proceedings. 2018. Vol. 65. P. 750-752. DOI: 10.1007/978-981-10-5122-7\_188.

5. Heili-Frades S., Peces-Barba G., Rodriguez-Nieto M.J. Design of a lung simulator for teaching lung mechanics in mechanical ventilation // Arch Bronconeumol. 2007. Vol. 43(12). P. 674-679. DOI: 10.1157/13112966.

6. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ. М.: Недра, 1990. 160 с.

7. Paštěka R., Forjan M., Drauschke A. Comparison mathematical and controlled mechanical lung simulation in active breathing and ventilated state // IFAC Papers OnLine. 2018. Vol. 51-6. P. 42–47.

8. Calay R.K., Kurujareon J., Holdo A.E. Numerical simulation of respiratory flow patterns within human lung // Respiratory Physiology & Neuro-biology. 2002. Vol. 130(2). P. 201–221. DOI: 10.1016/S0034-5687(01)00337-1.

9. Heand Z., Zhao Y. Modeling in respiratory movement using LabVIEW and Simulink, modeling, programming and simulations using LabVIEW Software / InTech. 2011.

10. Heinz Ahlers. Loss of Start-Up Oxygen in CSE SR-100 Self-Contained Self-Rescuers, NIOSH Respirator User Notice. 26 April 2012. [Electronic resource]. URL: [www.cdc.gov/niosh/npptl/usernotices/notices/notice04262012.html](http://www.cdc.gov/niosh/npptl/usernotices/notices/notice04262012.html) (дата обращения: 15.10.2020).

11. Christopher Coffey, David Murray, Frank Palya. Personal Protective Equipment Conformity Assessment Studies and Evaluations Point-of-Use Assessment for Self-Contained Self-Rescuers Randomly Sampled from Mining Districts: First Phase Sample Period: May 2009 to July 2010 / National Institute for Occupational Safety and Health National Personal Protective Technology Laboratory. [Electronic resource]. URL: [www.cdc.gov/niosh/npptl/pdfs/PPEC-SCSR-Mining-FirstPhase-508.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/npptl/pdfs/PPEC-SCSR-Mining-FirstPhase-508.pdf) (дата обращения: 15.10.2020).

Original Paper

UDC 622.867.324:620.1.05:331.46 © V.S. Babkov, V.N. Kosterenko, S.B. Putin, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 29-35  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-29-35>

## Title

APPLICATION OF THE LATEST HUMAN EXTERNAL RESPIRATION SIMULATOR TO INCREASE THE SAFETY OF INDUSTRIAL PERSONNEL

## Authors

Babkov V.S.<sup>1</sup>, Kosterenko V.N.<sup>2</sup>, Putin S.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>"Second Breath" LLC, Tambov, 392030, Russian Federation

<sup>2</sup>SUEK" JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

## Authors' Information

**Babkov V.S.**, Senior expert, e-mail: [babkov@zavkomepc.com](mailto:babkov@zavkomepc.com)

**Kosterenko V.N.**, PhD (Physico-mathematical), Head of the Emergency management department, e-mail: [KosterenkoVN@suek.ru](mailto:KosterenkoVN@suek.ru)

**Putin S.B.**, Doctor of Economic Sciences, PhD (Engineering), Director on developmen, e-mail: [putins@mail.ru](mailto:putins@mail.ru)

## Abstract

Human safety in potentially hazardous areas directly depends on personal protective equipment and how it is used.

This paper discusses the use of the newest human external respiration simulator (breathing machine) "OXY-ROBOT" to solve the problems of increasing

the industrial personnel safety when using personal respiratory protection equipment (self-contained breathing apparatus and self-rescuers). The features and differences of "OXY-ROBOT" from analogs are presented, as well as areas of its possible use are determined, an example of checking the sufficiency of the resource of a self-rescuer when passing the projected evacuation route is given.

## Keywords

External respiration simulator, Artificial lungs, Lung ventilation, Depth of breathing, Respiration rate, Evacuation route, Self-contained breathing apparatus, Self-rescuer, Breathing machine.

SAFETY

## References

1. 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, 188 p. (In Russ.).
2. Talaška Z. The construction of a breathing simulator for research of the diving breathing apparatus in compliance with the pn-en 250:2014 standard. *Scientific journal of polish naval academy*, 2016, Vol. 3, pp. 121-130. DOI: 10.5604/0860889X.1224754.
3. Hisashi Yuasa, Mikio Kunita, Takeshi Honda, Kazushi Kimura, Kosuke Nozaki & Hitoshi Emi. Breathing simulator of workers for respirator performance test. *Industrial Health*, 2015, Vol. 53, pp. 124-131.
4. Paštéka R. & Forjan M. Actively Breathing Mechanical Lung Simulator Development and Preliminary Measurements. *IFMBE Proceedings*, 2018, Vol. 65, pp. 750-752. DOI: 10.1007/978-981-10-5122-7\_188.
5. Heili-Frades S., Peces-Barba G. & Rodriguez-Nieto M.J. Design of a lung simulator for teaching lung mechanics in mechanical ventilation. *Arch Bronconeumol*, 2007, Vol. 43(12), pp. 674-679. DOI: 10.1157/13112966.
6. Didenko N.S. Regenerative respirators for mine rescue work. Moscow, Nedra Publ., 1990, 160 p. (In Russ.).
7. Paštéka R., Forjan M. & Drauschke A. Comparison mathematical and controlled mechanical lung simulation in active breathing and ventilated state. *IFAC Papers OnLine*, 2018, Vol. 51-6, pp. 42-47.
8. Calay R.K., Kurujareon J. & Holdo A.E. Numerical simulation of respiratory flow patterns within human lung. *Respiratory Physiology & Neuro-biology*, 2002, Vol. 130(2), pp. 201-221. DOI: 10.1016/S0034-5687(01)00337-1.

9. Heand Z. & Zhao Y. Modeling in respiratory movement using LabVIEW and Simulink, modeling, programming and simulations using LabVIEW Software. InTech, 2011.
10. Heinz Ahlers. Loss of Start-Up Oxygen in CSE SR-100 Self-Contained Self-Rescuers, NIOSH Respirator User Notice. 26 April 2012. [Electronic resource]. Available at: [www.cdc.gov/niosh/npptl/usernotices/notices/notice04262012.html](http://www.cdc.gov/niosh/npptl/usernotices/notices/notice04262012.html) (accessed 15.10.2020).
11. Christopher Coffey, David Murray & Frank Palya. Personal Protective Equipment Conformity Assessment Studies and Evaluations Point-of-Use Assessment for Self-Contained Self-Rescuers Randomly Sampled from Mining Districts: First Phase Sample Period: May 2009 to July 2010 / National Institute for Occupational Safety and Health National Personal Protective Technology Laboratory. [Electronic resource]. Available at: [www.cdc.gov/niosh/npptl/pdfs/PPEC-SCSR-Mining-FirstPhase-508.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/npptl/pdfs/PPEC-SCSR-Mining-FirstPhase-508.pdf) (accessed 15.10.2020).

## For citation

Babkov V.S., Kosterenko V.N. & Putin S.B. Application of the latest human external respiration simulator to increase the safety of industrial personnel. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 29-35. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-29-35.

## Paper info

Received August 10, 2020

Reviewed September 22, 2020

Accepted October 9, 2020

## В музее г. Назарово Красноярского края готовится к открытию постоянно действующая экспозиция СУЭК



При поддержке Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК, основной акционер – Андрей Мельниченко) в музейно-выставочном центре г. Назарово будет создана новая тематическая экспозиция. Она посвящена истории одного из градообразующих предприятий – Назаровского разреза.

Инициатива создания экспозиции принадлежит участнику Великой Отечественной войны, Почетному гражданину города, одному из бывших руководителей разреза Дмитрию Даниловичу Абрамову. В свои 95 лет он лично руководит процессом.

Для музейно-выставочного центра новая экспозиция – значимое событие. «В наших фондах хранятся десятки и даже сотни документов, фотографий и личных вещей горняков, которые заслужили право быть представленными общественности. Но из-за нехватки площадей они годами лежат в безызвестности. Сегодня мы задействовали все ресурсы, чтобы сделать экспозицию максимально познавательной», – отмечает директор МВЦ г. Назарово Татьяна Мельникова.

Среди энтузиастов, которые помогают в создании выставки, – Герой Социалистического Труда Виктор Гуськов – сын первого директора разреза Александра Гуськова. Гуськов-младший проработал в угольной промышленности более 40 лет, начав свою карьеру горным мастером на Назаровском разрезе. Он 14 лет возглавлял объединение «Красноярскуголь» и в 1996 г. был переведен в центральный аппарат управления угольной отрасли. Несмотря на то, что Виктор Гуськов проживает в Москве, он постоянно держит связь с земляками: «За эти годы сменилось три поколения назаровских горняков. Проходят годы, и уходят люди. И наша обязанность – сохранить память о них, их достижениях в виде этой выставки и передать нашим внукам и правнукам».

На сегодняшний день подготовлено помещение, где разместятся стенды с экспонатами – выполнен ремонт, подведено освещение, ведется изготовление стеллажей будущей экспозиции, монтаж и установка которых начнутся в ноябре. Выставку планируют открыть в начале следующего года, когда Назаровский разрез будет отмечать 70-летие. Для города 2021 год также важный – Назарово исполнится 60 лет. «Шахтерская семья – это не только сотрудники СУЭК, это еще и жители наших шахтерских городов и поселков. Новая экспозиция в музее г. Назарово станет всем нам достойным подарком к этим знаменательным событиям», – уверена заместитель генерального директора АО «СУЭК-Красноярск» Марина Смирнова, которая координирует данную работу.

# Синтез высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-36-42>



## БЕЛЯЕВ В.В.

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



## АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор  
кафедры «Геотехнологии освоения недр»  
Горного института НИТУ «МИСИС»,  
119049, г. Москва, Россия,  
e-mail: [mstm-prpt@yandex.ru](mailto:mstm-prpt@yandex.ru)

*Рассмотрена процедура синтеза высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт на базе интеграции методологических эвристических подходов в постановке выбора оптимальной пространственно-планировочной сети горных выработок, оптимальных параметров основных технологических подсистем (очистные и подготовительные работы, транспорт-подъем, вентиляция, технологический комплекс поверхности и другое) и оптимального горнодобывающего оборудования.*

**Ключевые слова:** угольная шахта, функциональная структура, технологическая система, эвристический подход, обобщенный граф угледобычи, матрица смежности, компакт вектор.

**Для цитирования:** Беляев В.В., Агафонов В.В. Синтез высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт // Уголь. 2020. № 11. С. 36-42. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-36-42.

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития угольной промышленности для обеспечения должной конкурентоспособности угольных предприятий в России и мировой практике принята концепция перехода к интенсивным и инновационным технологиям угледобычи (технологиче-

ские структуры «шахта-лава», многоштрековая подготовка и отработка запасов выемочных участков, совместная (открыто-подземная) отработка запасов месторождений и другое). Данное обстоятельство диктуется, в основном, перманентной нестабильностью топливно-энергетического рынка, последствиями мирового экономического кризиса и напрямую определяется продуктивностью и рентабельностью угледобывающих предприятий в современной рыночной среде.

В общем случае, главным преимуществом инновационных технологий является постоянное и неуклонное повышение производительности труда, которое в передовых угледобывающих странах увеличивается ежегодно на 10-15%, причем это обеспечивается за счет роста энерговооруженности угледобывающего оборудования, его производительности и надежности, и, как следствие, безотказности, которая у большинства машин составляет 80-95%. Анализ прикладных и теоретических исследований в сфере горной науки показал, что немалая роль в этой области отводится и аспекту создания высокоэффективных и прогрессивных технологических систем угольных шахт, адаптированных к функционированию в рыночных условиях с учетом сложившихся тенденций и закономерностей [1]. Естественно, что превалирующая роль при этом должна отводиться последним достижениям угледобывающей техники и технологиям угледобычи, социально-экономическим требованиям к труду, обеспечению должной промышленно-экологической безопасности на современном уровне развития научно-технического прогресса.

При этом при формировании технологических систем угольных шахт в обязательном порядке, необходимо учитывать основные аспекты концепции эмерджентных свойств системы (несовместимость, отказы и другое) и принципы иерархии и соподчиненности элементов подсистем, адаптации, устойчивости и т.д.

Таким образом, в условиях динамично развивающейся конкурентной среды на рынке угля вопрос синтеза высокопроизводительных и прогрессивных технологических систем угольных шахт с комплексной оптимизацией их функциональных структур является актуальной задачей, причем приоритет формирования устойчивой конкурентной позиции должен достигаться за счет эффективного системного взаимодействия всех элементов технологической системы. Эффективность ее функционирования во многом определяется оптимальны-

ми количественными и качественными параметрами, способностью быстро адаптироваться к изменяющимся горно-геологическим и горнотехническим условиям, трансферу зарубежных технологий угледобычи и горнодобывающей техники с обязательным выделением стратегической базовой подсистемы, в качестве которой выступает выемочный участок. В силу того, что в обязательном порядке существует некая неопределенность в процессе развития техники и технологии угледобычи, существует и определенная степень адаптивности технологических систем угольных шахт с учетом прогнозной карты изменений этих представлений.

Взаимодействие основных факторов горного производства и стоимостных параметров, существующего налогового и макроэкономического окружения при этом позволяет создавать множество комбинаций при конструировании и формировании функциональных структур технологических систем угольных шахт даже с учетом высокой степени стохастичности.

### **ПРОЦЕДУРА ОБОСНОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ И ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Технология добычи угля подземным способом представляет собой сложную, динамическую, развивающуюся систему с иерархической функциональной структурой, которая должна гибко и адаптивно приспосабливаться к изменяющимся в сторону негативного воздействия горно-геологическим условиям эксплуатации (рост глубины разработки, газообильности, температуры вмещающих пород и т.д.). В связи с этим высокие требования должны предъявляться к качеству процедуры формирования облика будущей высокоэффективной и прогрессивной шахты, что в прогностическом аспекте подразумевает анализ любого множества вариантов функциональной структуры и выбор оптимального варианта с помощью определенных оптимизационных процедур. В данной работе задача комплексной оптимизации функциональной структуры технологической системы угольной шахты, основных параметров и горнодобывающего оборудования подземной угледобычи, включая систему основных пространственно-планировочных решений и взаимоувязанных элементов основных технологических подсистем, решалась на базе эвристического подхода [2, 3, 4, 5].

При этом подразумевается, что комплексная оптимизация технологических систем угольных шахт – это совместное решение задач выбора оптимальной пространственно-планировочной топологии сети горных выработок, оптимальных параметров работы основных подсистем (очистные и подготовительные работы, вентиляция, транспорт-подъем, технологический комплекс поверхности и другое) и оптимального горнодобывающего оборудования.

Сущность используемого метода оптимизации состоит в решении следующих задач:

- определение перечня исходных данных для синтеза проектных решений прогрессивных технологических систем угольных шахт;

- обоснование и выбор оптимальной пространственно-планировочной топологии сети горных выработок;
- обоснование основных количественных и качественных параметров технологических систем угольных шахт;
- выбор оптимального горнодобывающего оборудования.

Схематизация процесса синтеза технологических систем угольных шахт и взаимодействие основных ее подсистем, то есть схема предлагаемой общей стратегии решения задач проектирования технологических систем с учетом адаптации к угольным шахтам приведена на *рис. 1*.

Проведенный анализ внутренней структуры логико-информационной модели выявил, что обеспечивающая часть проектирующей системы должна в обязательном порядке включать методологическое, методическое, технологическое, техническое, лингвистическое, информационное и программное обеспечение. Связано это и с тем, что для угледобывающих предприятий число альтернативных технологических схем при добыче угля подземным способом может достигать нескольких тысяч, те же тенденции присущи и процедуре выбора оптимального горнодобывающего оборудования одного вида (размах вариации 3-30). Анализ выполненных работ в данной области показал, что наиболее целесообразным и эффективным в этой ситуации является использование методов экспертного анализа, позволяющих оценивать степень влияния отдельных проектных решений на уровень критерия оптимальности (целевую функцию), ранжировать их в строгом соответствии по этому признаку и определять наиболее предпочтительные для последующей оптимизации, что однозначно снижает размерность поставленной задачи и объем необходимых вычислений.

Процесс проектирования в данной постановке предлагается начинать с синтеза пространственно-планировочной топологии сети горных выработок технологических систем угольных шахт. Данный аспект реализуется на основе гипотетической обобщенной технологической схемы и с помощью эвристического алгоритма синтеза топологии (ЭАСТ) [6]. Этот алгоритм соответствует интегрально-эвристической оптимизации топологии, параметров и элементов. Он включает следующие составляющие:

- иерархическое построение баз знаний и данных в виде информативного дерева;
- разработку объектно-ориентированной структуры, стратегии и процедуры определения оптимальных решений по синтезу альтернативных вариантов технологических систем угольных шахт;
- логическое структурирование проблемы создания эффективных технологических систем угольных шахт с иерархическими уровнями;
- типизацию проектных решений на базе унификации объемно-планировочных, технологических и технических решений;
- выделение элементов-таксонов вариантов технологических подсистем угольных шахт;
- разработку модульных структур технологических систем угольных шахт;
- выделение конструктивных элементов технологических систем угольных шахт;

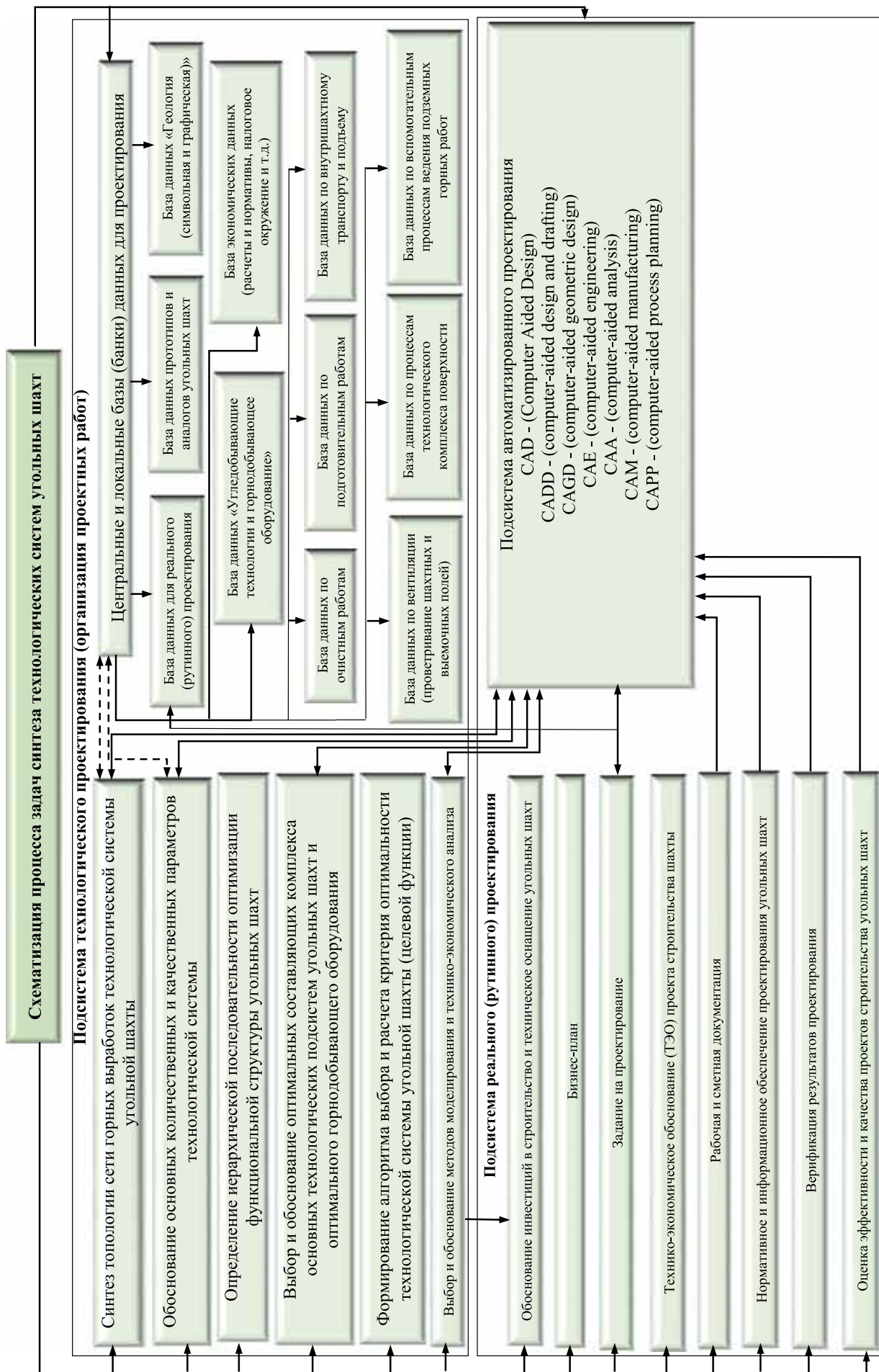


Рис. 1. Логико-информационная модель проектирования технологических систем угольных шахт



– выделение условий оптимального сочетания элементов технологической системы (обеспечение сопоставимости и адаптивности);

– выбор целевой функции критерия оптимальности;

– синтез интегрированных решений оптимального сочетания структур элементов;

– проверку варибельности синтезированных проектных решений технологических систем угольных шахт.

Для синтеза технологической системы угольной шахты вводятся понятия «поточковая матрица смежности обобщенной схемы» и «алгоритмы вариации элементами и связями», что предполагает проведение технико-экономического анализа при текущих топологии системы, параметрах и наборе элементов.

Далее идет варьирование переменными, и процедуры повторяются до тех пор, пока для данной топологии технологической системы будут найдены оптимальные параметры и оборудование.

Сложная пространственная система горных выработок, увязанная с основными технологическими подсистемами угольных шахт, является наиболее консервативной частью технологической системы, поэтому одной из самых сложных проблем является синтез топологии технологической системы на основе обобщенной. Данная гипотетическая обобщенная технологическая схема добычи угля включает в себя предельно возможное количество технологических элементов и связей потоков. Она формируется на основе анализа существующих современных способов и схем добычи угля и включает в себя практически все самые современные научно-технические решения, элементы и узлы.

Для решения задачи синтеза различных топологий наиболее удобными являются построение и анализ характеристического потокового графа гипотетической обобщенной схемы с использованием его «структурных возможностей» [7, 8]. Вершины характеристического потокового графа соответствуют элементам обобщенной схемы, которые изменяют конкретную характеристику потоков. Дуги характеристического графа отвечают потокам данной конкретной характеристики. В целях минимизации объема обрабатываемой информации рациональнее использовать потоковую матрицу смежности [9, 10].

Пространственно-планировочная топология сети горных выработок описывается в общем виде графом, определяющим топологию сети горных выработок в начальный момент моделирования, наборами предикатов, определяющих логику увеличения либо уменьшения топологической сети горных выработок и финальным графом, определяющим топологию сети горных выработок по окончании моделирования.

Взаимодействие между блоком моделирования трансформации исходных данных, ограничивающих условий и блоком имитации трансформации технологических систем угольных шахт осуществляется с помощью контура обратной связи. Основные базовые составляющие описанной процедуры представлены ниже.

**Остов графа** – это подграф данного графа, содержащий все его вершины и являющийся деревом.

**Матрица смежности графа** – это квадратная матрица (по числу вершин графа), где каждый элемент матри-

цы (на пересечении  $i$ -столбца и  $j$ -ряда) есть состояния связи между вершинами  $i$  и  $j$ . Элемент матрицы равен 1, если  $i$ -вершина графа соединена с  $j$ -вершиной графа. Во всех других случаях, в том числе когда  $i = j$ , значение элемента матрицы равно 0.

Пусть  $D = (V, X)$  – **орграф**,

где  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ .

**Определение. Матрицей смежности орграфа  $D$  называется квадратная матрица  $A(D) = [a_{ij}]$  порядка  $n$ , у которой:**

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } (v_i, v_j) \in X; \\ 0, & \text{если } (v_i, v_j) \notin X. \end{cases}$$

**Определение. Матрицей инцидентности орграфа  $D$  называется (птм) – матрица  $B(D) = [b_{ij}]$ , у которой:**

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } v_i \text{ является концом дуги } x_j; \\ -1, & \text{если вершина } v_i \text{ является началом дуги } x_j; \\ 0, & \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна дуге } x_j. \end{cases}$$

Введем также матрицы смежности и инцидентности для неориентированных графов. Пусть  $G = (V, X)$  – граф, где  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ .

**Определение. Матрицей смежности графа  $G$  называется квадратная матрица  $A(G) = [a_{ij}]$  порядка  $n$ , у которой:**

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } (v_i, v_j) \in X; \\ 0, & \text{если } (v_i, v_j) \notin X. \end{cases}$$

**Определение. Матрицей инцидентности графа  $G$  называется (птм) – матрица  $B(G) = [b_{ij}]$ , у которой:**

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } x_j; \\ 0, & \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна ребру } x_j. \end{cases}$$

Используя матрицу смежности, легко определить локальные степени вершин графа: сумма элементов матрицы по строке равна локальной степени соответствующей вершины. Для орграфов по строке определяются полустепени исхода, по столбцам – полустепени захода.

### Перестроение матрицы смежности в компакт-вектор

Если построчно пронумеровать все ячейки матрицы смежности, то получим массив ( $M$ ). Элементы этого массива, соответствующие нулевым значениям матрицы смежности, заменим нулями. В результате получим адресную матрицу смежности ( $S_a$ ).

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 \\ 17 & 18 & 19 & 20 & 21 & 22 & 23 & 24 \\ 25 & 26 & 27 & 28 & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 33 & 34 & 35 & 36 & 37 & 38 & 39 & 40 \\ 41 & 42 & 43 & 44 & 45 & 46 & 47 & 48 \\ 49 & 50 & 54 & 55 & 56 & 57 & 58 & 59 \\ 57 & 58 & 59 & 60 & 61 & 62 & 63 & 64 \end{pmatrix}$$

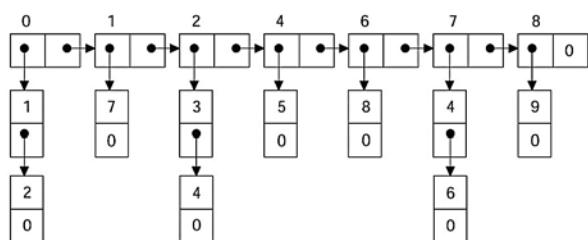
$$S_a = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 0 & 11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 29 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 34 & 0 & 0 & 0 & 38 & 0 & 0 \\ 41 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 47 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 53 & 0 & 0 & 56 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 62 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Если выписать все нулевые элементы этой матрицы в строку через пробел, то получим компакт-вектор  $s$ :  
 $s = 2\ 3\ 9\ 11\ 20\ 29\ 34\ 38\ 41\ 47\ 53\ 56\ 62$ .

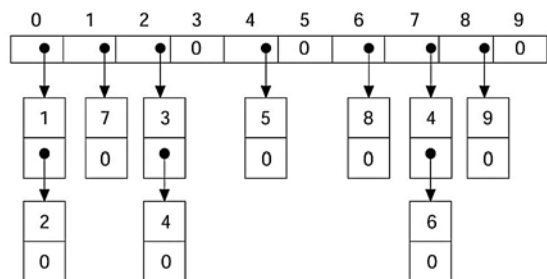
**Списки смежности**

Как и в других задачах, использующих списки, представление графа в виде списков дуг позволяет работать с динамически изменяющейся информацией.

Граф представляется в виде списка элементов, соответствующих вершинам графа, из которых выходят какие-либо дуги. Каждый элемент есть указатель на список вершин, смежных с соответствующей вершиной.



Если точно известно, что множество вершин не будет изменяться, то граф можно представлять одномерным массивом с числом элементов, равным числу вершин, где  $i$ -й элемент есть указатель на список вершин, смежных с данной вершиной. Для рассматриваемого графа соответствующий **массив списков смежности** будет выглядеть следующим образом:



Все эти представления графа изоморфны. Можно из одного представления легко получить другое. Для одной и той же задачи можно использовать разные представления. Например, задать граф списком дуг, перевести его в матрицу смежности и решать задачу, используя матричное представление.

С учетом вышеизложенного укрупненный эвристический алгоритм процедуры синтеза технологических систем угольных шахт представлен на рис. 2.

Как указывалось выше, в каждом альтернативном варианте технологической системы угольной шахты возможно

использование различных наборов горношахтного оборудования.

Исходя из этого, на выходе блока формирования вариантов технологических систем являются индексно-числовые множества, определяющие возможно реализуемые технологические системы и параметры отработки запасов участка месторождения:

$$B_j = \{J; \Gamma(J); Q(J)/J \in J(j); \Gamma(J) \in \Gamma; Q(J) \in Q\},$$

где  $B_j$  – индекс варианта технологической системы угольной шахты,  $J$  – индекс типа технологической системы;  $J(j)$  – множество индексов технологических систем, совместимых с горно-геологическими и горнотехническими условиями разработки  $j$ -го участка месторождения;  $\Gamma(J)$  – технологические и технические параметры технологической системы;  $\Gamma_j$  – множество действительных чисел, определяющих диапазон варьирования технологических и технических параметров технологической системы;  $Q(J)$  – вариант набора горнодобывающего оборудования;  $Q_j$  – индексное множество наборов горнодобывающего оборудования, которое можно использовать при реализации  $j$ -й технологической системы.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В результате обзора и анализа научных исследований, практических разработок в области проектирования горнодобывающих предприятий, формирования и синтеза их технологических систем с комплексной оптимизацией параметров установлено, что результативность их реализации должна быть увязана с учетом последних достижений научно-технического прогресса в области угледобычи, а стратегия развития проектирования – с системным подходом и современными информационными технологиями.

2. Показано, что теоретической основой методологического и научно-методического обеспечения концепции формирования и обоснования функциональных структур угольных шахт при сложившихся тенденциях и закономерностях в угольной отрасли должен составлять эвристический подход к задаче комплексной оптимизации структуры технологической системы подземной угледобычи, включая систему основных пространственно-планировочных решений и взаимоувязанных элементов основных технологических подсистем.

3. На базе проведенных исследований установлено, что общий алгоритм синтеза функциональных структур угольных шахт эффективно реализуется на базе интеграции методологических эвристических подходов, иерархической структуры декомпозиции (классификационной структуры технологической системы) с учетом принципов совместности элементов.

**Выводы**

Разработанные методические положения для принятия, обоснования и синтеза проектных решений технологических систем угольных шахт позволяют количественно оценивать технологическую, экономическую и совокупную эффективность проектных решений.

При синтезе технологических систем угольных шахт вариabельность исходных данных статистически неустойчи-

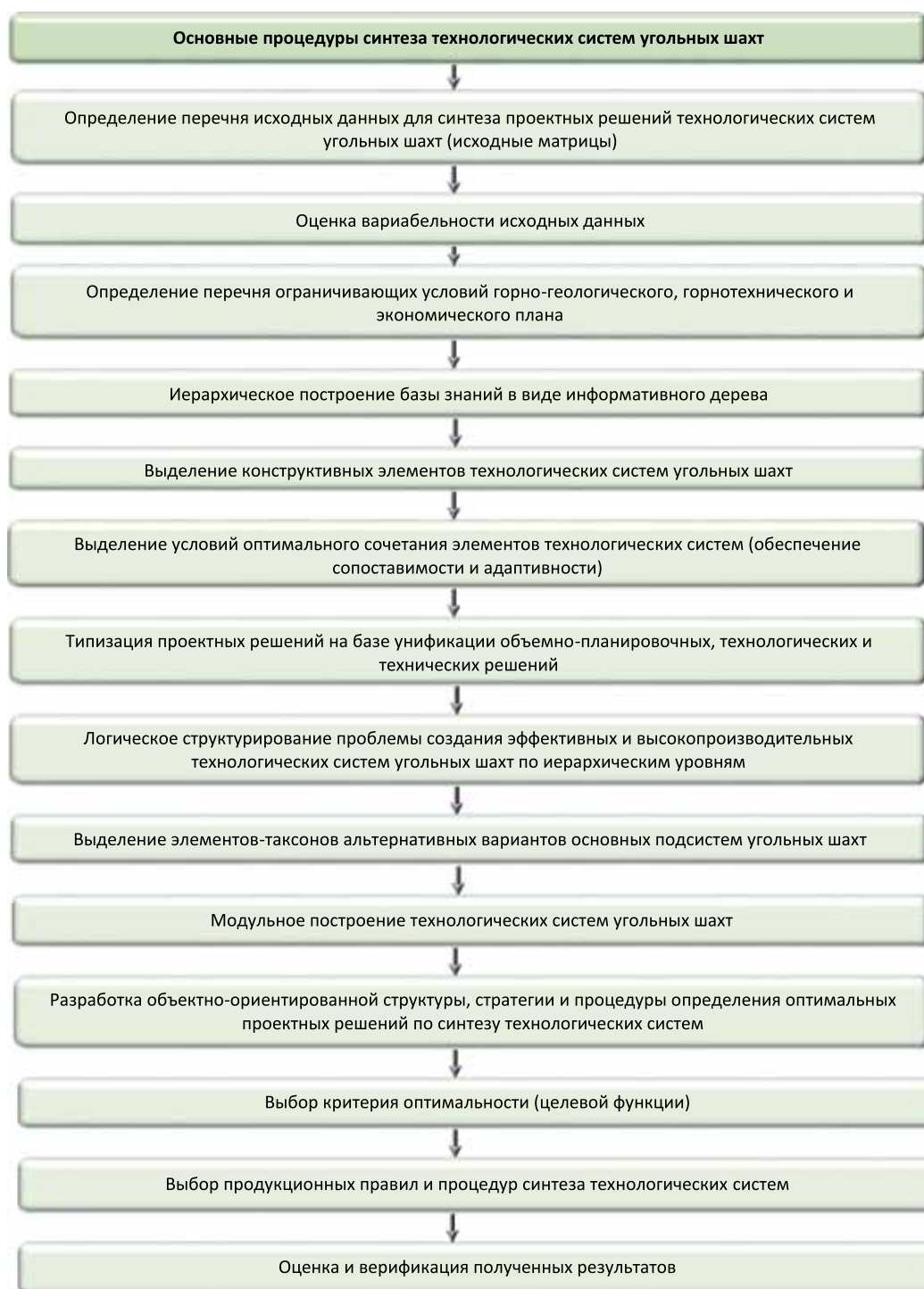


Рис. 2. Укрупненный эвристический алгоритм процедуры синтеза технологических систем угольных шахт

ва, идеология эвристического подхода предполагает ориентирование проектных организаций на поэтапное осуществление оптимизации проектных решений, что предполагает гармонизацию целей элементов синтезированной технологической системы и расчетного синергетического эффекта.

#### Список литературы

1. Агафонов В.В., Антонов М.А., Оганесян А.С. Адаптация методов оптимизации многофакторных задач и специальных методов оптимизации сложных систем к технологи-

ческим схемам угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 11. С. 367-371.

2. Назаренко Р.Н. Сравнение некоторых эволюционных методов оптимизации сложных систем. Харьков, Сб. трудов ХНУРЕ, 2000.

3. Организационно-технологическое и научно-методическое обеспечение проектирования угледобывающих предприятий: монография / В.В. Мельник, В.В. Агафонов, С.С. Гребенкин и др. Донецк: «ВИК», 2015. 380 с.

4. Мельник В.В., Агафонов В.В. Развитие методологии проектирования и обоснования функциональных структур предприятий подземной угледобычи. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. Отдельный выпуск № 1. С. 363.

5. Швецов А.Н. Агентно-ориентированные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. 101 с.

6. Romanov A., Amerikanov A., Leghnev E. Analysis of Approaches for Synthesis of Networks-on-chip by Using Circulant Topologies // *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. Vol. 1050. N 1. P. 1-12.

7. Agrawal Rakesh, O'Reilly Tim, Stonebraker Michael. The Claremont Report on Database Research // *Sigmod Record*. 2008. Vol. 37. N 3. P. 9–19.

8. Eric Friedman, Peter Pawlowski, John Cieslewicz. SQL / MapReduce: A practical approach to self-describing, polymorphic, and parallelizable userdefined functions // *Proceedings of the 35th VLDB Conference, Lyon, France*. 2009. Vol. 2. N 2. P. 1402–1413.

9. Thomas M. Connolly, Carolyn E. Begg. Database Systems: A practical approach to design, implementation and management. Addison Wesley, 2009. 112 p.

10. Contingency Planning Guide for Federal Information Systems / Marianne Swanson, Pauline Bowen, Amy Wohl Phillips et al. National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-34. USA, May 2010. 59 p.

## UNDERGROUND MINING

## Original Paper

UDC 622.013.3:622.33.012.2 © V.V. Belyaev, V.V. Agafonov, 2020

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 36-42

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-36-42>

## Title

## SYNTHESIS OF HIGH-PERFORMANCE AND ADVANCED TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR COAL MINES

## Authors

Belyaev V.V.<sup>1</sup>, Agafonov V.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“Sibniuglebogashchenie” LLC, Moscow, 115054, Russian Federation

<sup>2</sup>National 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](mailto: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](mailto:msmu-prpm@yandex.ru)

## Abstract

The paper reviews a procedure for synthesizing high-performance and advanced technological systems for coal mines based on integration of methodological heuristic methods in defining the optimal spatial and planning network of mine workings, optimal parameters of the main technological subsystems (production and development work, haulage and hoisting, ventilation, surface facilities, etc.) and the most appropriate mining equipment.

## Keywords

Coal mine, Functional structure, Technological system, Heuristic approach, Generalized coal production graph, Incidence matrix, Compact vector.

## References

1. Agafonov V.V., Antonov M.A. & Oganessian A.S. Adaptation of methods for optimization of multifactor tasks and special methods for optimization of complex systems to technological schemes of coal mines. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, 2014, No. 11, pp. 367-371. (In Russ.).
2. Nazarenko R.N. Comparison of some evolutionary methods for optimising complex systems. Kharkov, Collected Works of Kharkiv National University of Radio Electronics (NURE), 2000. (In Russ.).
3. Melnik V.V., Agafonov V.V., Grebenkin S.S. et al. Organizational-technological and scientific-methodological support of designing of coal-mining operations: monograph. Donetsk, VIK Publ., 2015, 380 p. (In Russ.).

4. Melnik V.V. & Agafonov V.V. Development of design methodology and justification of functional structures of underground coal mining operations. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, 2015, Special Issue 1, pp. 363. (In Russ.).

5. Shvetsov A.N. Agent-focused systems: from formal models to industrial applications. All-Russian competitive selection of review and analytical articles in the priority direction “Information and telecommunication systems”, 2008, 101 p. (In Russ.).

6. Romanov A., Amerikanov A. & Leghnev E. Analysis of Approaches for Synthesis of Networks-on-chip by Using Circulant Topologies. *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, Vol. 1050, No. 1, pp. 1-12.

7. Agrawal Rakesh, O'Reilly Tim & Stonebraker Michael. The Claremont Report on Database Research. *Sigmod Record*, 2008, Vol. 37, No. 3, pp. 9–19.

8. Eric Friedman, Peter Pawlowski & John Cieslewicz. SQL / MapReduce: A practical approach to self-describing, polymorphic, and parallelizable userdefined functions. *Proceedings of the 35th VLDB Conference, Lyon, France*, 2009, Vol. 2, No. 2, pp. 1402–1413.

9. Thomas M. Connolly & Carolyn E. Begg. Database Systems: A practical approach to design, implementation and management. Addison Wesley, 2009, 112 p.

10. Marianne Swanson, Pauline Bowen, Amy Wohl Phillips, Dean Gallup & David Lyles. Contingency Planning Guide for Federal Information Systems. National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-34, USA, May 2010, 59 p.

## For citation

Belyaev V.V. & Agafonov V.V. Synthesis of high-performance and advanced technological systems for coal mines. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 36-42. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-11-36-42](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-36-42).

## Paper info

Received July 14, 2020

Reviewed August 10, 2020

Accepted October 9, 2020

# Использование золы легкой фракции в производстве кислотоупорной плитки\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-43-47>

## 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

## 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

## АБДРАХИМОВ В.З.

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

Из проведенных исследований установлено, что для производства кислотоупорных плиток при температуре обжига 1200°C содержание золы легкой фракции, используемой в качестве интенсификатора спекания, может быть от 20 до 50%, а при содержании золы больше или меньше этого значения полученные плитки не соответствуют требованиям ГОСТа. С увеличением в составах керамических масс золы легкой фракции до 40% технические показатели кислотоупорных плиток улучшаются, дальнейшее увеличение золы легкой фракции приводит к ухудшению показателей. Установлено, что оптимальное содержание в составах керамических масс золы легкой фракции для получения кислотоупорных плиток при температуре обжига 1200°C составляет 40%. Использование в составах керамических масс золы легкой фракции способствует получению керамических кислотоупорных плиток, снижению температуры их обжига, утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды и расширению сырьевой базы для керамических материалов.

**Ключевые слова:** зола легкой фракции, кислотоупорная плитка, огнеупорная глина, технические показатели, интенсификатор.

**Для цитирования:** Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование золы легкой фракции в производстве кислотоупорной плитки // Уголь. 2020. № 11. С. 43–47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-43-47.

## ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) для экономики Казахстана имеет важное значение и является наиболее влиятельным фактором не только в поддержании социально-экономического развития, но и в интеграции страны в глобальную экономику, так как на долю ТЭК приходится 40% промышленного производства [1, 2, 3]. Основными загрязнителями (техногенными отходами) ТЭС и ГРЭС являются золошлаковые материалы, выход которых зависит от вида топлива и составляет: для бурых углей – 10–15%, каменных – 30–40% [1, 2, 3, 4, 5]. В Республике Казахстан ежегодный выход золы-уноса и золошлаковых материалов при сжигании углей составляет около 19 млн т, а в золоотвалах уже накоплено более 300 млн т отходов.

Ежегодный выход золошлаковых материалов в Казахстане достигает – 70 млн т, в Китае – 350 млн т, в США и Индии более чем по 120 млн т [6, 7, 8]. Согласно прогнозным исследованиям как отечественных, так и зарубежных специалистов – в мировой энергетике определяющая роль органического топлива сохранится, как минимум, до 2060 г.

Согласно европейскому законодательству (Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2008/98/ЕС), существует приоритетность методов управления отходами, в котором наиболее приемлемым вариантом утилизации отходов с сопутствующим повышением энергоэффективности композитного производства является их переработка с целью повторного использования полученных при этом продуктов [8, 9, 10, 11].

\* 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.

Производство керамических 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 [12, 13, 14, 15].

**Цель работы:** использование золы легкой фракции в качестве отощителя и интенсификатора спекания для снижения температуры обжига в производстве кислотоупорных плиток.

### СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для производства кислотоупорных плиток в качестве связующего использовалась каолиновая глина месторождения «Союзное» Актюбинской области. Огнеупорность глины – 1700-1750°C (огнеупорная), число пластичности – 15-18 (среднепластичная), содержание тонкодисперсных фракций размером < 1 – менее 20% (грубодисперсное). Химический состав огнеупорной глины представлен в *табл. 1*, поэлементный – в *табл.2*, а фракционный – в *табл. 3*.

Таким образом, использование огнеупорной (1700-1750°C) каолиновой глины в производстве кислотоупорных материалов без интенсификатора спекания (используются для снижения температуры обжига) неэкономично и нецелесообразно, так как обжиг кислотоупоров обычно проводят в интервале температур 1200-1300°C.

В настоящей работе в качестве интенсификатора спекания использовалась зола легкой фракции, которая образуется на периферии золоотвала и достаточно хоро-

шо описана в работах [16, 17, 18, 19]. Химический состав золы легкой фракции представлен в *табл. 1*, поэлементный – в *табл.2*, а фракционный – в *табл. 3*.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Кислотоупорными керамическими изделиями называют изделия, которые характеризуются плотной спекшейся структурой с высоким пределом прочности при сжатии, разрыве, стойкости к истиранию, газопроницаемостью и химической стойкостью по отношению к действию кислот и газов [20, 21].

Установлено, что в керамической промышленности замена кислотоупорного кирпича кислотоупорной плиткой позволит снизить расход сырья в 2,5 раза, а массу футеровки – почти в 3 раза [20, 21]. Кроме того, кислотоупорные плитки более качественно подвергаются термической обработке, при этом сокращаются сроки сушки и обжига. Поэтому исследования проводились на кислотоупорных плитках. Для получения керамических плиток размером 100x100x10 мм были исследованы составы, представленные в *табл. 4*.

Получение керамических кислотоупорных плиток осуществлялось по следующей технологии: сырьевые материалы подсушивались до влажности не более 5%, затем измельчались до прохождения сквозь сита 0,63 мм (размер ячейки). Измельченные материалы тщательно перемешивались, затем полученная шихта увлажнялась до влажности (18-22%) в зависимости от содержания глинистого компонента в составах керамических масс. Из увлажненной шихты методом пластического формования изготавли-

Таблица 1

#### Оксидный химический состав сырьевых материалов

| Компоненты                               | Содержание оксидов, мас. % |                                |                                |         |          |                  |         |
|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|----------|------------------|---------|
|  | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO     | MgO      | R <sub>2</sub> O | П.п.п.  |
| Каолиновая глина месторождения «Союзное» | 60-70                      | 25-30                          | 0,5-0,8                        | 0,2-0,5 | 0,15-0,2 | 0,4-0,8          | 7-8     |
| Зола легкой фракции (ЗЛФ)                | 58-59                      | 21-22                          | 5-5,5                          | 3-4     | 1-1,5    | 8-9              | 0,5-0,8 |

Таблица 2

#### Поэлементный химический состав сырьевых материалов

| Компоненты                               | Элементы |       |      |      |       |       |      |     |     |
|--|----------|-------|------|------|-------|-------|------|-----|-----|
|  | C        | O     | Na   | Mg   | Al+Ti | Si    | K    | Ca  | Fe  |
| Каолиновая глина месторождения «Союзное» | 3,2      | 44,34 | 0,11 | 0,09 | 18,5  | 32,4  | 0,5  | 0,4 | 0,7 |
| Зола легкой фракции (ЗЛФ)                | 0,14     | 50,30 | 3,82 | 0,82 | 13,77 | 23,78 | 3,87 | 1,2 | 2,3 |

Таблица 3

#### Фракционный состав сырьевых материалов

| Компонент                                | Содержание фракций в %, размер частиц, мм |            |            |             |         |
|--|---|------------|------------|-------------|---------|
|  | > 0,063                                   | 0,063-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,0001 |
| Каолиновая глина месторождения «Союзное» | 5,90                                      | 21,8       | 28,9       | 23,9        | 19,5    |
| Зола легкой фракции (ЗЛФ)                | 18,4                                      | 35,3       | 30,4       | 12,4        | 3,5     |

Таблица 4

#### Составы керамических масс

| Компоненты                               | Содержание компонентов, мас. % |    |    |    |    |    |    |
|--|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|
|  | 1                              | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| Каолиновая глина месторождения «Союзное» | 90                             | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| Зола легкой фракции                      | 10                             | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |

Технические показатели кислотоупорных плиток

| Показатели                             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | Требования ГОСТа 961-89, марка ТКШ |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------------|
| Кислотостойкость, %                    | 97,8 | 98,1 | 98,5 | 98,8 | 98,7 | 98,4 | 97,5 | Не менее 98                        |
| Водопоглощение, %                      | 5,8  | 4,7  | 4,1  | 3,8  | 3,2  | 4,1  | 5,2  | Менее 5                            |
| Механическая прочность при изгибе, МПа | 27,8 | 38,7 | 44,8 | 54,3 | 53,2 | 48,4 | 35,2 | Более 20                           |
| Термостойкость, теплосмены             | 8    | 11   | 13   | 14   | 15   | 12   | 8    | Не менее 10                        |
| Морозостойкость, циклы                 | 35   | 41   | 58   | 71   | 69   | 54   | 32   | Более 20                           |

лась плитка. Сформованная плитка высушивалась до остаточной влажности не более 5% [22, 23], затем обжигалась при температуре обжига 1200°C, изотермическая выдержка – 30 мин.

В табл. 5 представлены технические показатели кислотоупорных плиток

Как следует из табл. 5 все составы, за исключением составов № 1 и № 7, пригодны для производства кислотоупорных плиток. С увеличением в составах керамических масс золы легкой фракции до 40% технические показатели кислотоупорных плиток улучшаются, дальнейшее увеличение золы легкой фракции приводит к ухудшению показателей. Учитывая, что в золе легкой фракции повышенное количество стеклофазы – до 90% [16, 18, 19], применять ее более 40% нецелесообразно, так как это приводит к частичному вспучиванию и снижению технических показателей. Исследования показали, что оптимальное содержание в составах керамических масс золы легкой фракции – 40%.

Использование в составах керамических масс золы легкой фракции способствует получению керамических кислотоупорных плиток, снижению температуры их обжига, утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды и расширению сырьевой базы для керамических материалов.

## ВЫВОДЫ

1. Благодаря исследованиям установлено, что для производства кислотоупорных плиток при температуре обжига 1200°C содержание золы легкой фракции, используемой в качестве интенсификатора спекания, может быть от 20 до 50%, при содержании золы менее или более этой величины полученные плитки не соответствуют требованиям ГОСТа.

2. С увеличением в составах керамических масс золы легкой фракции до 40% технические показатели кислотоупорных плиток улучшаются, дальнейшее увеличение золы легкой фракции приводит к ухудшению показателей. Учитывая, что в золе легкой фракции повышенное количество стеклофазы – до 90%, применять ее более 40% нецелесообразно, так как это приводит к частичному вспучиванию и снижению технических показателей.

3. Проведенные исследования показали, что оптимальное содержание в составах керамических масс золы легкой фракции для получения кислотоупорных плиток при температуре обжига 1200°C составляет 40%.

4. Использование в составах керамических масс золы легкой фракции способствует получению керамических кислотоупорных плиток, снижению температуры их об-

жига, утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды и расширению сырьевой базы для керамических материалов.

## 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

2. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022017.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

3. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

4. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

5. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

6. 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.

7. 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. N 1-2. P. 55-59.

8. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Инновационные направления по экологическому образованию с учетом «зеленой» экономики. Актобе: Учреждение Актюбинского университета им. С. Баишева, 2018. 212 с.

9. Абдрахимов В.З. Использование флотационного углеобогащения в производстве пористого заполнителя на основе жидкого стекла // Экология промышленного производства. 2014. № 4. С. 25-29.

10. Абдрахимов В.З. Влияние отходов производства минеральной ваты – диабазовой шихты на физико-механические показатели и фазовый состав керамического кирпича // Известия вузов. Строительство. 2019. № 8. С. 37-44.

11. Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов энергетики и цветной металлургии в производстве керамического кирпича способствует энергетической безопасности биосферы // Биологическая совместимость: человек, регион, технологии. 2019. № 3. С. 71-80.

12. Абдрахимов В.З. Использование отхода обогащения угля и бейделлитовой глины в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольных композиций // Известия вузов. Строительство. 2019. № 7. С. 25-34.

13. Абдрахимов В.З. Использование нефтяного шлама в производстве пористого заполнителя способствует развитию «Зеленой» экономики и транспортно-логистической инфраструктуры // Бурение и нефть. 2019. № 11. С. 54-59.

14. Абдрахимов В.З. Использование обожженного солевого шлама для получения высокопрочного сейсмологического кирпича // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2019. № 5. С. 45-50.

15. Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Экономические, экологические и практические аспекты использования горелых пород и бурового шлама в производстве пористого заполнителя // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 11. С. 26-31.

16. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112019.pdf> (дата обращения 15.10.2020).

17. 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. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062019.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

18. Абдрахимов В.З. Образование золы легкой фракции и перспектива ее использования в производстве керамических плиток // Комплексное использование минерального сырья. 1988. № 6. С. 75-78.

19. Влияние золы легкой фракции на формирование пористой структуры керамического материала из глинистой части «хвостов» гравитации // Комплексное использование минерального сырья. 1989. № 3. С. 67-69.

20. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Физико-химические процессы при обжиге кислотоупоров. СПб.: Недра, 2003. 288 с.

21. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Кислотоупорные изделия с использованием отходов цветной металлургии и нетрадиционного сырья Восточного Казахстана. Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 2000. 103 с.

22. 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.

23. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Исследование тепломассообменных 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 URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092019.pdf> (дата обращения 15.10.2020).

Original Paper

UDC 691.574.66.013.429.3 © A.K. Kairakbaev, E.S. Abdrakhimova, V.Z. Abdrakhimov, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 43-47  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-43-47>

## Title USE OF LIGHT ASH IN THE PRODUCTION OF ACID-RESISTANT TILES

### Authors

Kairakbaev A.K.<sup>1</sup>, Abdrakhimova E.S.<sup>2</sup>, Abdrakhimov V.Z.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Baishiev University, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> Samara University, Samara, 443086, Russian Federation

<sup>3</sup> Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation

### Authors' Information

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

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

**Abdrakhimov V.Z.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: [3375892@mail.ru](mailto:3375892@mail.ru)

### Abstract

Studies have shown that for the production of acid-resistant tiles at a firing temperature of 1200°C, the ash content of the light fraction used as a sintering intensifier can be from 20 to 50%, and when the content is less or more, the resulting tiles do not meet the requirements of GOST. With an increase in the composition of ceramic masses of light ash fraction up to 40%, the technical characteristics of acid-resistant tiles are improved, further

MINERALS RESOURCES



increase in light ash fraction leads to a deterioration in performance. It was found that the optimal content of light ash in the compositions of ceramic masses for producing acid-resistant tiles at a firing temperature of 1200°C is about 40%. The use of light ash in the compositions of ceramic masses contributes to the production of ceramic acid-resistant tiles, reducing their firing temperature, recycling industrial waste, protecting the environment and expanding the raw material base for ceramic materials.

### Keywords

Light fraction ash, Acid-resistant tile, Fire-resistant clay, Technical indicators, Intensifier.

### References

1. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Ispol'zovanie zoloshlakovogo materiala Vostochnogo Kazakhstana 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/012019.pdf> (accessed 15.10.2020).
2. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Ispol'zovanie othodov ugleobogashcheniya v proizvodstve keramicheskikh materialov – sovremennye 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/022017.pdf> (accessed 15.10.2020).
3. 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112019.pdf> (accessed 15.10.2020).
4. Safronov Ye.G., Sunteev A.N., Korobkova Yu.Yu. & Abdrakhimov V.Z. Ekologicheskie, ekonomicheskie i prakticheskie 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: 10.18796/0041-5790-2019-4-40-49. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042019.pdf> (accessed 15.10.2020).
5. Abdrakhimov V.Z. Snizhenie ekologicheskogo ushcherba ekosistemam za schet ispol'zovaniya mezhslancevoy gliny i zoloshlakovogo materiala v proizvodstve kirpicha i poristogo zapolnitelya [Environmental system damage mitigation due to interschistic clay and bottom-ash material application in lightweight brick and porous aggregate production]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 10, pp. 77-83. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-77-83. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102018.pdf> (accessed 15.10.2020).
6. 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.
7. 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.
8. Abdrakhimov V.Z., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimova E.S. Innovative directions in environmental education taking into account the "Green" economy. *Aktobe, Baishev University Publ.*, 2018, 212 p. (In Russ.).
9. Abdrakhimov V.Z. The use of flotation carbon enrichment in the production of a porous filler based on liquid glass. *Ecology of industrial production*, 2014, No. 4, pp. 25-29. (In Russ.).
10. Abdrakhimov V. Z. Influence of waste products of mineral wool and diabase charge on physical and mechanical parameters and phase composition of ceramic bricks. *Izvestiya vuzov. Construction*, 2019, No. 8, pp. 37-44. (In Russ.).

11. Abdrakhimov V.Z. Recycling of energy and non-ferrous metallurgy waste in the production of ceramic bricks contributes to the energy security of the biosphere. *Biological compatibility: people, region, technologies*, 2019, No. 3, pp. 71-80. (In Russ.).
12. Abdrakhimov V.Z. The use of waste from coal and beidellite clay enrichment in the production of a porous aggregate based on liquid-glass compositions. *Izvestiya vuzov. Construction*, 2019, No. 7, pp. 25-34. (In Russ.).
13. Abdrakhimov V.Z. The use of oil sludge in the production of porous aggregate contributes to the development of a "Green" economy and transport and logistics infrastructure. *Drilling and oil*, 2019, No. 11, pp. 54-59. (In Russ.).
14. Abdrakhimov V.Z. The use of burnt salt slag to produce high-strength seismological bricks. *Earthquake-Resistant construction. Safety of structures*, 2019, No. 5, pp. 45-50. (In Russ.).
15. Kairakbaev A.K., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Economic, environmental and practical aspects of using burnt rocks and drilling mud in the production of porous aggregate. *Ecology and industry of Russia*, 2019, Vol. 23, No. 11, pp. 26-31. (In Russ.).
16. 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112019.pdf> (accessed 15.10.2020).
17. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Poluchenie plitok dlya polov na osnove zoly legkoy frakcii i glinistykh chasti "hvosstov" 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062019.pdf> (accessed 15.10.2020).
18. Abdrakhimov V.Z. Obrazovanie zoly legkoy frakcii i perspektiva ee ispol'zovaniya v proizvodstve keramicheskikh plitok [Formation of ash of light fraction and prospect of its use in production of ceramic tiles]. *Kompleksnoe ispol'zovanie mineralnogo syr'ya – Complex use of mineral raw materials*, 1988, No. 6, pp. 75-78. (In Russ.).
19. Influence of light fraction ash on the formation of a porous structure of ceramic material from the clay part of gravity "tails". *Kompleksnoe ispol'zovanie mineralnogo syr'ya – Complex use of mineral raw materials*, 1989, No. 3, pp. 67-69. (In Russ.).
20. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Physical and chemical processes in the firing of acid-resistant materials. *Saint-Petersburg, Nedra Publ.*, 2003, 288 p. (In Russ.).
21. Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimov V.Z. Acid-Resistant products using non-ferrous metallurgy waste and non-traditional raw materials of East Kazakhstan. *Novosibirsk, Novosibirsk State University of architecture and civil engineering Publ.*, 103 p. (In Russ.).
22. 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.
23. 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. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092019.pdf> (accessed 15.10.2020).

### 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., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Use of light ash in the production of acid-resistant tiles. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 43-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-43-47.

### Paper info

Received June 10, 2020

Reviewed July 13, 2020

Accepted October 9, 2020

Карьерный самосвал  
БЕЛАЗ-75585-05 на испытаниях



УДК 622.271:656.13 © А.М. Насковец, 2020

## Новый лидер класса!

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-48-49>

### НАСКОВЕЦ А.М.

Начальник бюро общей компоновки  
ОАО «БЕЛАЗ»,  
222161, г. Жодино, Республика Беларусь

Сегодня основным самосвалом перспективного модельного ряда 90-тонных машин серии БЕЛАЗ-7558 становится модернизированный карьерный самосвал серии БЕЛАЗ-75585-05. Процесс создания машины потребовал плотного сотрудничества специалистов ОАО «БЕЛАЗ» с горнодобывающими предприятиями. Вместе с ними детально проработаны вопросы, выявленные в процессе эксплуатации самосвалов этого класса, приняты соответствующие технические решения, разработана конструкция. И вот новая модель собрана в металле и успешно прошла комплекс заводских испытаний.

Внешне машина практически ничем не отличается от своих собратьев

по серии. Такие же, как и у самосвала БЕЛАЗ-75581, размеры: длина – 10340 мм; ширина – 5750 мм; высота – 5340 мм. Удобно расположенные лестницы доступа на палубу. Возле кабины расположен шкаф управления приводом переменного тока производства компании «Русэлпром».

Зато внутренняя начинка машины стала более привлекательной.

Увеличение производительности и надежности самосвала были, пожалуй, основными требованиями, которые хотели видеть потребители в 90-тонном самосвале БЕЛАЗ. Поэтому, прежде всего, при разработке нового самосвала специалисты предприятия уделили внимание этим аспектам.

В составе самосвала появился новый дизель QST 30-С компании Cummins мощностью, увеличенной до 1200 л.с. Бесперебойная работа дизеля обеспечивается его электронными системами. Двигатель оптимально согласован с электромеханической трансмис-

сией переменного тока. И как показала практика, самосвалы с приводом этого типа полностью отвечают запросам самых требовательных клиентов. В обслуживании они гораздо дешевле, чем, например, карьерные машины с гидромеханической передачей (из-за меньшего количества механических узлов), а производительность самосвала и тягово-динамические показатели выше, особенно в процессе преодоления затяжных подъемов.

Система управления приводом позволяет взаимодействовать с дизелем машины и формировать тяговые характеристики электромеханической трансмиссии, оптимально сочетаемые с характеристиками двигателя. Это в свою очередь позволяет снизить расход топлива.

Еще одно техническое нововведение, примененное в конструкции, коснулось гидравлической системы – внедрен новый двухступенчатый цилиндр опрокидывающего механизма. Благодаря этому время подъема

платформы уменьшилось на 32% и составляет 12,5 с (было 18,5 с). Уменьшилась масса цилиндра на 21%. Помимо этого, двухступенчатый ЦОМ имеет более надежную и простую конструкцию. При этом исключается такой неприятный эффект, как запрокидывание платформы при разгрузке.

Очевидно, что машина, работающая почти 24 ч в сутки 7 дней в неделю, в тяжелых условиях карьера постоянно проходит тест на прочность. Для улучшения надежности основных несущих элементов самосвала использованы новые высокопрочные стали классом прочности 390 МПа, а в наиболее напряженных местах используются литые элементы.

При таком техническом потенциале самосвал должен прийтись по вкусу горнякам. В настоящее время пять самосвалов БЕЛАЗ-75585-05 работают в Кемеровской области и в Красноярском крае в компаниях «РУСАЛ», «Стройсервис» и «Мечел».

И первые положительные результаты работы самосвала уже есть. Ориентируемся на основной показатель качества работы – коэффициент технической готовности, который в среднем составляет 0,94.

Все возникающие вопросы по обслуживанию самосвалов быстро и оперативно решает представительство ОАО «БЕЛАЗ» в регионе эксплуатации как в гарантийный, так и в

послегарантийный срок обслуживания техники.

В перспективе наработки, внедренные на самосвале БЕЛАЗ-75585-05, будут применены и на остальных самосвалах серии. А базовое шасси послужит основой для создания инновационной продукции с двигателями, соответствующими высоким экологическим стандартам, – карьерных самосвалов на аккумуляторных батареях, газовых машин, роботизированного транспорта.

Учитывая востребованность самосвалов, в 2019 г. модельный ряд 90-тонников предприятия расширился за счет карьерного самосвала БЕЛАЗ-7558С с вентильно-индукторным приводом. Увеличилось количество производителей трансмиссии для серии БЕЛАЗ-7558, в результате введены в эксплуатацию два новых самосвала с трансмиссией компании «Сибэлектропривод» – БЕЛАЗ-7558D и «General Electric» – БЕЛАЗ-7558F.

Разработан шкаф управления тяговым электроприводом переменного тока, прошедший испытания на новой модели 90-тонного самосвала БЕЛАЗ-7558В.

Проделана большая работа по адаптации дизелей компании Weichai (Китай) к работе в составе карьерной техники БЕЛАЗ, в результате изготовлен самосвал БЕЛАЗ-75589. Ведется подготовка к изготовлению самосвала БЕЛАЗ-75584 с двигателем от еще одного мирового производителя – компании MTU.

Для успешной конкуренции на рынке горнодобывающей промышленности научно-техническим центром ОАО «БЕЛАЗ» разрабатываются перспективные направления развития карьерной техники, нацеленные на совершенствование существующей продукции и создание нового поколения машин, которые соответствуют основным ожиданиям потребителей.

**По вопросам приобретения карьерных самосвалов и другой продукции ОАО «БЕЛАЗ» обращайтесь к официальному представителю – ООО «Промтехснаб».**



**ООО «ПРОМТЕХСНАБ»**  
214030, г. Смоленск,  
Краснинское шоссе, д.21, пом.303  
+7 (4812) 70-21-17  
[www.ptsbelaz.ru](http://www.ptsbelaz.ru)

## Горняки АО «Разреза Харанорский» получили в подарок к 50-летию предприятия комплекс тренажеров от БЕЛАЗа и компании «Промтехснаб»

АО «Разрез Харанорский», входящий в состав АО «СУЭК», в честь юбилея получило поздравления и подарок от партнеров предприятия – Белорусского автомобильного завода (БЕЛАЗ), который занимается производством карьерной техники, и от поставщика «Промтехснаб». Они подарили угольщикам комплекс спортивных тренажеров.

Комплекс снарядов предназначен для занятий спортом на улице. Его горняки установили на площадке в парке «Шахтер» п. Шерловая Гора. Оборудование включает шесть снарядов, каждый из которых рассчитан на определенную группу мышц. Также в комплекс входит тренажер для кардионагрузок. Заниматься может каждый жела-



ющий. Тренажеры сертифицированы, выполнены из высококачественных материалов и абсолютно безопасны.

В знак благодарности партнерам горняки установили таблички с указанием авторов подарка.

*«Это нужный и полезный подарок, причем не только для нашего коллектива, но и для всех жителей поселка. Спасибо руководству компаний «БЕЛАЗ» и «Промтехснаб». Отмечу, что нас связывает плодотворное сотрудничество на протяжении многих лет. Поэтому я могу с уверенностью сказать, что это не просто надежные партнеры, но и наши друзья», – отметил генеральный директор АО «Разрез Харанорский» Георгий Циношкин.*



УДК 621.892:622.271:621.86  
© А.С. Городилов, 2020

# Сократить расходы

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-50-51>

## ГОРОДИЛОВ А.С.

Индустриальный менеджер  
ООО «ТОТАЛ ВОСТОК»,  
125196, г. Москва, Россия,  
e-mail: [info@total-russia.ru](mailto:info@total-russia.ru)

*Специалисты, работающие в области горнодобывающей промышленности постоянно ищут пути, чтобы помочь покупателям снизить их затраты. В этой статье вы найдете шесть практических советов о том, как оптимизировать расход смазочных материалов при добыче полезных ископаемых. Эти простые рекомендации были разработаны специально для наших клиентов в добывающей промышленности и проверены на опыте. Надеемся, что они кажутся полезными и вам!*

**Ключевые слова:** масла, затраты, оптимизация, аудит, анализ, горнодобывающая техника.

**Для цитирования:** Городилов А.С. Сократить расходы // Уголь. 2020. № 11. С. 51-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-50-51.

### 1/ РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ

При эксплуатации крупных смешанных парков техники важной задачей является рационализация номенклатуры смазочных материалов, необходимых для сервисного обслуживания. Команда специалистов Total выяснила, что такой подход может привести к снижению общих расходов более чем на 17%! Происходит это за счет экономии на материальных затратах, связанных с хранением, обработкой, порчей и окончанием срока годности продукции.

Часто владельцы парков используют два-три аналога масел, имеющих схожую область применения, но с немного отличающимися характеристиками либо типом упаковки.

Один из способов, который предлагает Total, – пересмотреть свой ассортимент масел и выбрать тот продукт, который применим в как можно больших областях. Например, в линейке TOTAL есть универсальное масло STAR MAX FE 10W-30, которое подходит как для двигателей, так и для гидравлических систем и агрегатов трансмиссии. Таким образом, вместо трех разных масел можно использовать одно, отвечающее всем требуемым спецификациям OEM.

### 2/ СТАНДАРТИЗАЦИЯ УПАКОВКИ

Еще один способ – стандартизировать упаковку масла везде, где это возможно. Задумайтесь, действительно ли вам нужны одинаковые продукты в тубах, канистрах, ведрах, бочках, еврокубах (IBC) и крупной таре? Хранение одних и тех же масел в слишком большом количестве типов упаковок может привести к росту затрат на хранение продукции. Тщательный анализ того, где и как используется упаковка каждого формата позволит вам освободить дополнительное место для хранения и сократить объем оборотных средств, направленных на поддержание ассортимента продукции.

### 3/ ИЗБЕГАТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Контроль за загрязнениями часто упускается из виду при анализе причин преждевременных поломок техники или сокращения срока службы масла. Две опасности для техники – это попадание грязи (пыль из окружающей среды) и влаги в масло. Если масло загрязнено, его срок службы сокращается, что может привести к необходимости преждевременных замен и, соответственно, к увеличению эксплуатационных расходов.

Поддержание чистоты масла – это ключевая инвестиционная инициатива для горнодобывающих компаний.

Total предлагает использовать следующие техники контроля: осушители, размещаемые в контейнерах для перевозки масла, а также системы фильтрации при переливке масел. Также может быть внедрена система фильтрации при распределении жидкости по контейнерам и бочкам.

Использование такой надежной системы контроля загрязнения смазочных материалов позволит продлить срок службы оборудования и снизить общие затраты на его техническое обслуживание.

### 4/ ПРОВОДИТЬ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАННОГО МАСЛА

Цель проведения анализа – получение «мгновенного снимка» о состоянии как смазочного материала, так и самого оборудования. Анализ использованного в течение определенного периода времени масла позволяет более оптимально проводить профилактическое обслуживание и планировать дальнейший график

замен. Также это позволит избежать дорогостоящего аварийного ремонта и, соответственно, продлить срок службы оборудования.

Например, в лаборатории Total ANAC ежегодно проводится более 200 000 анализов масла для горнодобывающих компаний и других автомобильных и промышленных клиентов. Все, что требуется, — это регулярно забирать пробу масла с помощью специального набора ANAC (без остановки оборудования) и отправлять ее в лабораторию анализа масла Total, находящуюся в России. Система TOTAL ANAC направляет по электронной почте полный отчет по анализу пробы на электронную почту в течение 1-2 дней после получения анализа.

#### **5/ ВНЕДРИТЬ ПРИНЦИП FIFO ПРИ ХРАНЕНИИ**

Когда заканчивается срок годности в бочках или кубках (IBC), использование масла может пагубно сказаться на вашем оборудовании. От такого продукта стоит избавляться, поскольку риск возникновения дополнительных затрат довольно высок.

Total предлагает повсеместное внедрение принципа FIFO (First-In-First-Out) для хранения масел на горнодобывающих предприятиях. Улучшение системы управления складом, а также использование принципа FIFO

при хранении продуктов помогут снизить затраты.

Аудит производственного объекта, проведенный Total, поможет выявить области, требующие улучшения.

#### **6/ ПРОВЕСТИ АУДИТ**

Специалисты Total помогают своим клиентам провести аудит системы работы со смазочными материалами на

всех этапах и сократить затраты на обслуживание техники.

Правильный подбор может способствовать сокращению многих видов затрат, таких как:

- затраты на закупку;
- затраты на техническое обслуживание;
- затраты на топливо;
- затраты на утилизацию масла.

***Свяжитесь с командой Total в России (ООО «ТОТАЛ ВОСТОК»), чтобы узнать больше о продуктах и сервисах компании.***



#### **ООО «ТОТАЛ ВОСТОК»**

Тел. горячей линии для всех регионов:  
8-800-505-36-45  
(ежедневно с 9-00 до 19-00)  
[www.total-lub.ru](http://www.total-lub.ru)  
e-mail: [info@total-russia.ru](mailto:info@total-russia.ru)



# Как повысить эффективность предприятия?

## ЛОХОВ Д.С.

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



**Ключевые слова:** TAPP Group, Flip-Flop, AURY, грохот.

**Устали бороться с залипанием сит? Низкая эффективность грохочения при расसेве материалов с высокой вязкостью и влажностью? Хотите получать больше продуктов классификации?**

Представляем вам инновационную запатентованную разработку AURY, грохот flip-flop. Это идеальное оборудование для рассева материалов, склонных к налипанию.

**Рассмотрим его устройство и принцип работы.**

Высокая эффективность рассева трудных материалов достигается за счет особенностей конструкции грохота. Грохот оснащен подвижными поперечными балками, которые крепятся к специальной раме при помощи амортизирующих элементов. Такая конструкция позволяет колебательным движениям рамы, относительно короба, возбуждаться силой инерции, возникающей за счет основных колебаний грохота.

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

кейсах. Посмотрите видео на нашем YouTube-канале TAPP Group.

**Чего же позволяет добиться такая конструкция.**

За счет движения поперечных балок вдоль направления движения материала элементы просеивающей поверхности подвергаются периодическому сжатию и растяжению, что способствует возбуждению в ней собственных колебаний, частота которых близка к частоте вынуждающей силы. Соответственно, их амплитуда значительно превышает амплитуду колебаний грохота.

Измерения показывают, что ускорение движения динамически активного сита достигает 50G. Благодаря таким характеристикам эффективность грохочения материалов, склонных к налипанию, составляет не менее 95%. Кроме того, характер движения просеивающей поверхности исключает вероятность залипания ячеек.



Отдельного внимания заслуживает еще одна особенность. Благодаря простоте конструкции грохота flip-flop становится возможным изготавливать его с одной, двумя и тремя деками! Мы можем комбинировать подвижные и жесткие деки, а также можем сделать 50% деки Flip-Flop, остальные 50% той же деки - шпальт или штампованное сито. Что это дает? Вы сможете получать до 5 продуктов классификации на одном оборудовании!

**Нужно больше выгоды? Пожалуйста!**

Грохота flip-flop обладают самой низкой стоимостью в пересчете на тонну переработанного материала при лучшем качестве конечного продукта. Срок службы составляет не менее 12 лет. Это достигается благодаря тщательной проработки конструктивных особенностей грохота и строжайшему контролю качества.

Мы используем только передовые технологии производства и лучшие материалы для запасных частей, благодаря этому срок их службы очень большой, что позволит вам сэкономить время на простоях на ППР. Например, на Тугнуйской ОФ за год эксплуатации (7400 ч работы в год) и при нагрузках от 1200 до 2300 т/ч было заменено всего 10 сит (6 на верхней деке и 4 на нижней) из 95!

Повысить эффективность обогатительных предприятий можно уже сейчас, нужно только связаться с нами! Свяжитесь с нами любым удобным способом, чтобы узнать подробнее о работе оборудования, используемых запчастях и реализованных кейсах.

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/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA](https://www.youtube.com/channel/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA)



# Прогноз природной метаноносности при разработке угольных пластов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-53-57>

Созданию безопасных условий труда при ведении горных работ на шахтах Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» уделяется большое внимание, особенно в свете увеличения глубины разработки и повышения газоносности угольных пластов [1]. Несмотря на огромный опыт по дегазации, не всегда удается в значительной мере снизить природную метаноносность углей. На эффективность проведения комплекса работ по дегазации угольных пластов влияют различные геологические факторы, основным из которых является природная газоносность угольного пласта наряду с газопроницаемостью, геологическими неоднородностями углей (текстура, структура, кливаж), условиями залегания, геологическими нарушениями [2, 3].

**Ключевые слова:** угольный пласт, природная метаноносность, дегазация, скорость газоотдачи, выбросоопасность, глубина залегания.

**Для цитирования:** Прогноз природной метаноносности при разработке угольных пластов / В.С. Портнов, С.Б. Иманбаева, Л.Ф. Муллағалиева и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 53-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-53-57.

## ВВЕДЕНИЕ

Карагандинский угольный бассейн до глубины 1800 м содержит 41,4 млрд т угля. Его газоносность в зоне газового выветривания (60-250 м ниже дневной поверхности) колеблется от 0 до 3 м<sup>3</sup>/т, а ниже ее – до 15-20 м<sup>3</sup>/т при дальнейшем росте до 27-30 м<sup>3</sup>/т. Средняя плотность ресурсов метана на кубический километр угля колеблется от 400 до 700 млн м<sup>3</sup>.

При разработке мощных пологих пластов метанообильность выемочных участков при нагрузке 3,5-4 тыс. т в сутки достигает 120-150 м<sup>3</sup>/мин. Поэтому научно обоснованная нагрузка на очистной забой, прогноз ее колебаний по мере отработки выемочного столба, является актуальной задачей, решение которой обеспечит ритмичную работу добычного участка за счет устранения или снижения негативных реакций углепородного массива [4].

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На шахте «Казахстанская» отработка западного блока пласта Д<sub>6</sub> производилась добычными участками 312Д<sub>6</sub>-1з, 322Д<sub>6</sub>-1з. Ситуация осложнялась высокой метанообильностью очистных выработок при отработке верхнего слоя, обусловленной миграцией метана из надроботанного уголь-

### ПОРТНОВ В.С.

Доктор техн. наук,  
профессор кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»  
НАО «КарТУ»,  
иностранный член АГН (Россия),  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: vs\_portnov@mail.ru

### ИМАНБАЕВА С.Б.

PhD докторант специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»  
НАО «КарТУ»,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: svetakaz77@mail.ru

### МУЛЛАГАЛИЕВА Л.Ф.

PhD докторант специальности «Горное дело»  
НАО «КарТУ»,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: m\_liliya88@mail.ru

### БАЛНИЯЗОВА Г.М.

PhD докторант специальности «Горное дело»  
НАО «КарТУ»,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: Balniyazova1983@mail.ru

### ШАЯХМЕТОВ Р.Т.

Начальник УСШМД  
УД АО «АрселорМиттал Темиртау»,  
101407, г. Темиртау, Республика Казахстан,  
e-mail: eugf@mail.ru

ного массива нижнего слоя. Основными источниками выделения метана являлись разрабатываемый пласт и выработанное пространство с долевым участием 0,15-0,20 и 0,80-0,85 соответственно. В зонах геологических нарушений доля газовыделения из разрабатываемого пласта возрастала, и соотношение устанавливалось как 0,25-0,30 к 0,70-0,75.

На основе опыта отработки пласта  $D_6$  лавой 322  $D_6$ -1з можно произвести оценку возможной нагрузки на очистной забой по мере отработки выемочного столба.

В части шахтного поля, ниже гор. 00 м, для подготовки его к безопасной и эффективной разработке осуществлена заблаговременная дегазация пласта  $D_6$  в интервале глубин от 468 до 527 м через 15 скважин ГРП, пробуренных с поверхности.

В табл. 1 показан средний каптаж метана скважинами ГРП, отнесенный к запасам выемочных столбов добычных участков. Мощность угольных пачек и плотность угля добычных участков: 312 $D_6$ -1з – 4,94 м и 1,48 т/м<sup>3</sup>; 322 $D_6$ -1з – 5,11 м и 1,48 т/м<sup>3</sup> при средних значениях извлечения метана 2,64 и 2,75 м<sup>3</sup>/т соответственно.

Предварительная дегазация выемочных столбов осуществлялась нисходящими и восстающими скважинами, пробуренными с вентиляционных и конвейерных штреков. На участке 312 $D_6$ -1з пластовыми скважинами было извлечено 1,34 м<sup>3</sup>/т, на участке 322 $D_6$ -1з – 0,09 м<sup>3</sup>/т, что объясняется разными сроками предварительной дегазации.

На рис. 1 представлены графики изменения абсолютной метанообильности добычных участков 312 $D_6$ -1з и 322 $D_6$ -1з, из которых следует, что оба участка достигали средней метанообильности в 100 м<sup>3</sup>/мин через 150 м и 175 м продвижения очистного забоя.

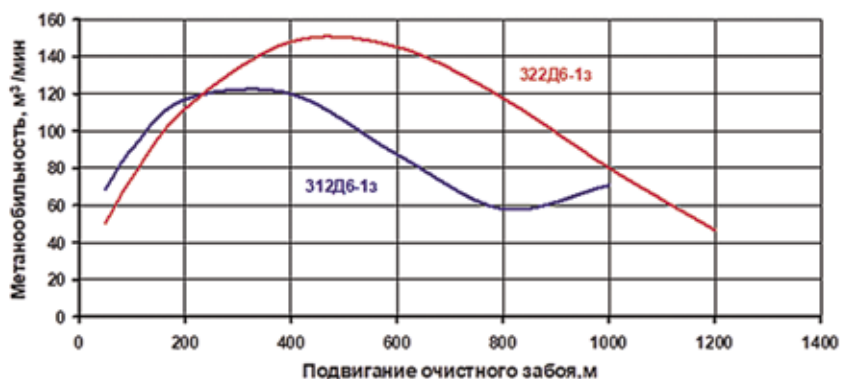


Рис. 1. Изменение средней метанообильности добычных участков от продвижения забоя

Fig. 1. Changes in the average methane content of the mining blocks caused by face advance

При этом добычной участок 312 $D_6$ -1з имел метанообильность 100 м<sup>3</sup>/мин и выше на протяжении 100-200 м, а добычной участок 322 $D_6$ -1з в диапазоне 220 – 980 м. В этих же диапазонах продвижения очистных забоев средневзвешенная метанообильность участков достигала 127 м<sup>3</sup>/мин и 140 м<sup>3</sup>/мин соответственно. Повышение метанообильности на обусловленном слабой дегазационной подготовкой добычном участке 322 $D_6$ -1з на 11% по сравнению с участком 312 $D_6$ -1з снизило среднесуточную добычу на 26% и составило 2686 т/сут. против 3639 т/сут.

На начало работ показатели дегазационной подготовки добычного участка 312 $D_6$ -1з гораздо выше (58-86%), чем добычного участка 322 $D_6$ -1з (5-35%), что обусловлено недостаточным временем осуществления дегазационных работ. Средний съём метана с выемочных столбов при заблаговременной дегазационной подготовке практически одинаков и составляет 2,64 м<sup>3</sup>/т и 2,75 м<sup>3</sup>/т соответственно.

Незначительный срок дегазационной подготовки (90 сут.) на добычном участке 322 $D_6$ -1з предопределил меньший объём выделения метана из пласта  $D_6$  в полевую выработку с обнаженных поверхностей пластовых выработок, из газодренажных скважин, который в сумме составил 2117 тыс. м<sup>3</sup> против 4547 тыс. м<sup>3</sup> при дегазационной подготовке добычного участка 312 $D_6$ -1з.

Средний суммарный каптаж метана из пласта  $D_6$  при дегазационной подготовке лавы № 312 $D_6$ -1з в зонах комплексной дегазации (заблаговременная + предварительная) в 1,9 раза больше, чем в аналогичных зонах лавы № 322 $D_6$ -1з и составляет 7,20 м<sup>3</sup>/т против 3,75 м<sup>3</sup>/т. Вне зон ГРП это соотношение еще больше: 4,09 м<sup>3</sup>/т против 1,63 м<sup>3</sup>/т.

Учитывая, что дегазация пласта  $D_6$  пластовыми, газодренажными скважинами, полевыми выработками приходится на краевые части выемочных столбов, можно констатировать, что основной вклад в снижение метаноносности угольного пласта обусловлен применением ГРП.

**МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ**

Для объективной оценки ожидаемой метанообильности пласта  $D_6$  добычных участков западного крыла шахты «Казахстанская» необходимо знать природную метаноносность разрабатываемого пласта. Для решения этой задачи выемочные столбы были разбиты на зоны, которые условно считались зонами влия-

Таблица 1

**Суммарный средний каптаж метана по участкам**

| Добычной участок | Объём извлеченного метана, тыс. м <sup>3</sup> |                       |                    | Дегазируемые запасы, тыс. т | Средний съём метана в зонах, м <sup>3</sup> /т |
|------------------|--|-----------------------|--------------------|-----------------------------|--|
|                  | ГРП  | Пластовыми скважинами | Прочими способами* |                             |  |
| 312 $D_6$ -1з    | 3 771,5  | 2 772                 | 3 725              | 1 426                       | 7,20   |
| 322 $D_6$ -1з    | 5 689  | 1 813                 | 1 886              | 2 070                       | 3,75   |

\* – Газ, выделившийся в полевую выработку из пласта  $D_6$ : с обнаженной поверхности пластовых выработок; каптированный газодренажными скважинами, пробуренными из полевых выработок.



Таблица 2

Предварительный и заблаговременный каптаж метана по зонам

| Участок               | Зона         | Съем метана, ΔX, м³/т | Участок               | Зона               | Съем метана, ΔX, м³/т |
|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| 312Д <sub>6</sub> -1з | ГРП-24,37,31 | 11,4                  | 322Д <sub>6</sub> -1з | ГРП-26, 46, 51     | 4,5                   |
|                       | ГРП-24       | 10,4                  |                       | ГРП-26, 27, 31, 46 | 3,1                   |
|                       | ГРП-23       | 9,5                   |                       | ГРП-25, 34         | 3,1                   |
|                       | Вне зоны ГРП | 4,1                   |                       | Зона сравнения     | 2,2                   |
|                       | ГРП -28      | 4,7                   |                       | ГРП -28, 30, 32    | 3,8                   |
|                       | ГРП -29      | 8,0                   |                       | ГРП -29            | 3,6                   |

ния группы скважин ГРП, и зоны, где влияние ГРП не было или было весьма незначительно. В табл. 2 приведены данные по извлечению метана в этих зонах до пуска лав.

На рис. 2 представлен график изменения газоносности пласта D<sub>6</sub> на момент отработки, оцененный по пробам угля, отобранным из пластовых скважин на глубине 20-35 м от стенки конвейерного штрека 312Д<sub>6</sub>-1з. Разделка проб угля осуществлялась в газоаналитической лаборатории Управления «Спецшахтмонтаждегазация» (УСШМД) по методике ДМТ (Германия).

Прогнозное значение метаноносности пласта D<sub>6</sub> в пределах добычного участка 312Д<sub>6</sub>-1з составляет 28-30 м³/т, а на добычном участке 322Д<sub>6</sub>-1з – 30-33 м³/т (по классификатору – 16 м³/т). Расчеты по величине природной газоносности показали, что прогнозная метанообильность участка 312Д<sub>6</sub>-1з при ежесуточной добыче 5000 т/сут. составит 69,7 м³/мин; участка 322Д<sub>6</sub>-1з при добыче 4000 т/сут. – 112,9 м³/мин. В последнем случае расчет сделан по лаве – аналогу 312Д<sub>6</sub>-1з. В обоих случаях расчетная газообильность участков меньше фактической, хотя превышения в добыче не наблюдались.

**ПРИРОДНАЯ МЕТАНОНОСНОСТЬ**

Расчет природной метаноносности пласта D<sub>6</sub> по длине выемочного столба лавы 312Д<sub>6</sub>-1з (рис. 3) выполнен с учетом заблаговременного и предварительного извлечения метана скважинами ГРП и пластовыми скважинами.

Из рис. 3 следует, что характер распределения метаноносности пласта D<sub>6</sub> для добычных участков 312Д<sub>6</sub>-1з и 322Д<sub>6</sub>-1з практически одинаков, что дает основание сделать следующие выводы:

- ниже горизонта ±00 м кривая зависимости  $X = f(H)$  выполаживается, что свидетельствует о том, что ожидаемая метаноносность пласта D<sub>6</sub> на поле добычного участка 332Д<sub>6</sub>-1з будет аналогичной 312Д<sub>6</sub>-1з и 322Д<sub>6</sub>-1з;

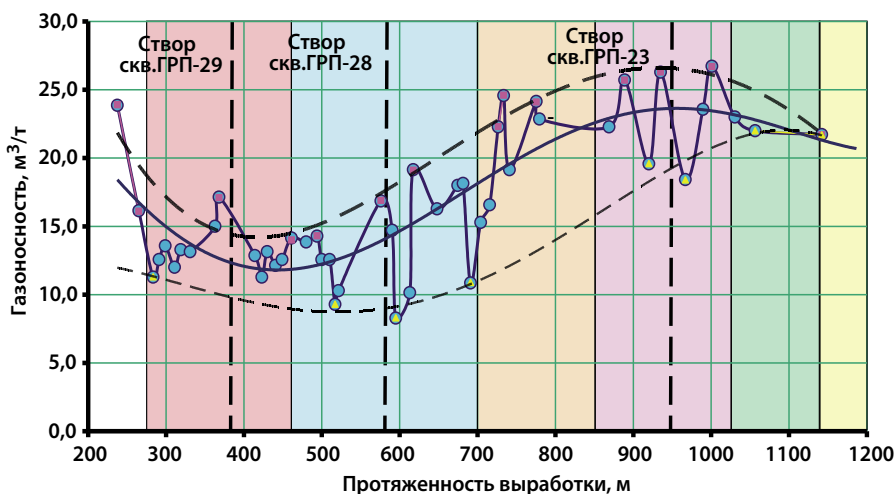


Рис. 2. Газоносность пласта D<sub>6</sub> на глубине 20-35 м от стенки конвейерного штрека 312Д<sub>6</sub>-1з

Fig. 2. Gas content in seam D<sub>6</sub> at the depth of 20-35 m from the belt heading wall 312Д<sub>6</sub>-1з

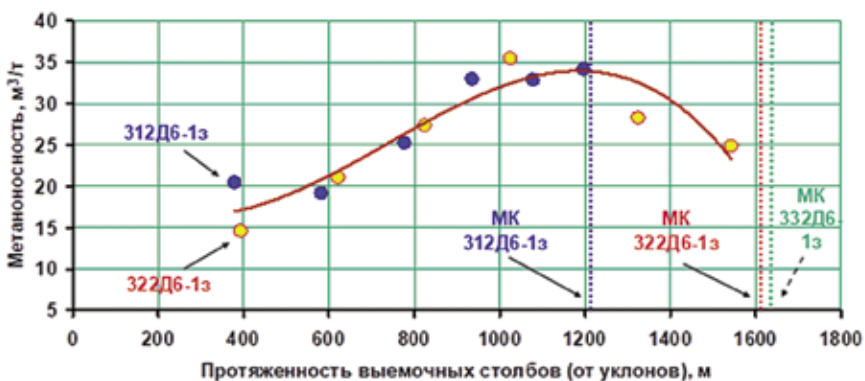


Рис. 3. Природная метаноносность пласта D<sub>6</sub> на западном крыле шахты «Казахстанская» ниже гор. 00.

Fig. 3. Natural methane content in seam D<sub>6</sub> at the western flank of Kazakhstanskaya mine below level 00.

– характер изменения метаноносности пласта D<sub>6</sub> на западном крыле шахты имеет параболический вид с явно выраженным максимумом в диапазоне 1000-1200 м от уклонов. К монтажной камере 332Д<sub>6</sub>-1з величина метаноносности будет уменьшаться, приближаясь к метаноносности пласта D<sub>6</sub> на шахте им. Ленина (лава 401Д<sub>6</sub>-1в), в сторону востока (уклонов) – к метаноносности добычного участка 334Д<sub>6</sub>-1з.

Отвод метана из выработанного пространства добычных участков 312Д<sub>6</sub>-1з и 322Д<sub>6</sub>-1з осуществлялся верти-

кальными скважинами, пробуренными с поверхности, изолированным отводом метана из-за перемычек за счет общешахтной депрессии и дегазации. Суммарная эффективность дегазации выработанного пространства находилась в пределах 0,76-0,88.

Известно, что при эффективном отводе метана из выработанного пространства, максимально возможная нагрузка на добычный участок зависит от газообильности призабойного пространства, предельное значение которой должно быть не выше допустимой по газовому фактору нагрузки на очистной забой [1]. Газовыделение из разрабатываемого пласта зависит от его метаноносности и интенсивности отработки (суточной добычи).

Имея данные по извлечению метана скважинами ГРП (см. табл. 1), возможно выполнить прогноз среднесуточной добычи при отработке выемочного участка 332Д<sub>6</sub>-1з при условии обеспечения среднего извлечения метана средствами заблаговременной и предварительной дегазации в 3,0-3,5 м<sup>3</sup>/т, эффективного отвода метана из выработанного пространства и предельно допустимой его концентрации на исходящей струе очистного забоя  $C_{исх} = 1,3\%$ , а  $C_o = 0\%$  (рис. 4).

На рис. 5 приведен график среднесуточной добычи по «газовому фактору» на выемочном участке 332Д<sub>6</sub>-1з.

Из рис. 5 следует, что среднесуточная добыча, по газовому фактору будет неравномерной и находится в пределах 3000-5000 т/сут. Благоприятные условия складываются в начале и в конце отработки выемочного столба, когда можно достичь нагрузки в 4000-5000 т/сут. Суммарная длина этого участка – 500-550 м. На среднем участке протяженностью 500-505 м производительность лавы не будет превышать 2000-2500 т/сут. В переходной зоне между

двумя вышеуказанными – 3000-3500 т/сут. В среднем по выемочному столбу – 3400 т/сут. Для увеличения добычи по участку необходимо провести на интервале 900-1430 м дополнительное бурение пластовых скважин или осуществить поинтервальный гидроразрыв через готовые дегазационные скважины.

Разный уровень дегазационной подготовки отражается на газовой обстановке добычных участков при их отработке. Оба участка достигают метанообильности в 100 м<sup>3</sup>/мин через 100 м и 200 м подвигания очистного забоя. При этом добычный участок 312Д<sub>6</sub>-1з – имеет метанообильность 100 м<sup>3</sup>/мин и выше на протяжении 100-490 м, а добычный участок 322Д<sub>6</sub>-1з в диапазоне 200-900 м. В этих же диапазонах подвигания очистных забоев средневзвешенная метанообильность участков – 127 м<sup>3</sup>/мин и 140 м<sup>3</sup>/мин соответственно. Повышение метанообильности добычного участка 322Д<sub>6</sub>-1з на 11% по сравнению с 312Д<sub>6</sub>-1з снизило среднесуточную добычу, которая упала на 26% и составила 2686 т/сут. против 3639 т/сут.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Установлены зависимости извлечения метана скважинами предварительной дегазации лавы от показателей дегазационной подготовки и их связь с выделением метана из пласта в полевую выработку при относительном равенстве извлечения метана с выемочных столбов при заблаговременной дегазационной подготовке 2,64 м<sup>3</sup>/т и 2,75 м<sup>3</sup>/т для лав 312Д<sub>6</sub>-1з и 322Д<sub>6</sub>-1з соответственно.

Установлены закономерность изменения природной метаноносности пласта Д<sub>6</sub> на западном крыле шахты и характер распределения по простиранию пласта на гор. -20 – -60 м. Изменение метаноносности имеет па-

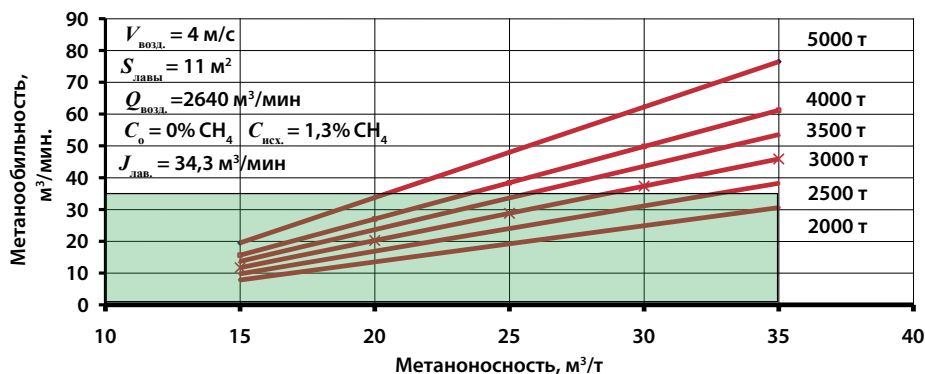


Рис. 4. Зависимость абсолютной метанообильности очистных забоев западного крыла шахты «Казakhstanская» от суточной добычи и метаноносности пласта Д<sub>6</sub>  
Fig. 4. Dependence of absolute methane content in the working faces at the western flank of “Kazakhstanskaya” mine on the daily production and methane content of the D<sub>6</sub> seam

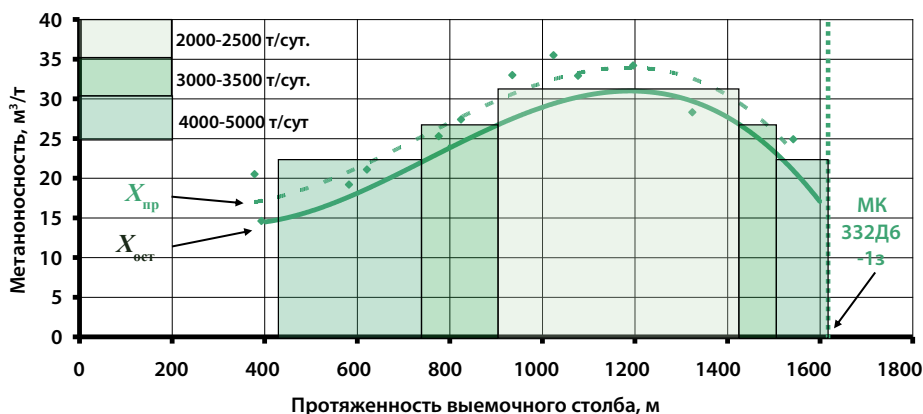


Рис. 5. Прогнозная метаноносность пласта Д<sub>6</sub> и среднесуточная добыча на выемочном участке 332Д<sub>6</sub>-1з  
Fig. 5. Estimated methane content in the working faces at 332Д<sub>6</sub>-1z mining site

рабочий вид с явно выраженным максимумом в диапазоне 1000-1200 м от уклонов ( $X = 35-36 \text{ м}^3/\text{т}$ ), к монтажной камере 332Д<sub>6</sub>-1з величина метаноносности будет уменьшаться, приближаясь к метаноносности пласта Д<sub>6</sub> на шахте им. Ленина (лава 401Д<sub>6</sub>-1в  $X = 20-25 \text{ м}^3/\text{т}$ ), а в сторону востока (уклонов) – к метаноносности добычного участка 334Д<sub>6</sub>-1з ( $X = 15-20 \text{ м}^3/\text{т}$ ). Метаноносность пласта с глубиной меняется по S-образной кривой, это дает возможность предположить, что верхняя выполаживающаяся ветвь кривой  $X = f(H)$  начинается с гор. ±00 м.

При условии обеспечения среднего извлечения метана средствами заблаговременной и предварительной дегазации в 3,0-3,5 м<sup>3</sup>/т, эффективного отвода метана из выработанного пространства и предельно допустимой концентрации метана на исходящей очистного забоя  $C_{\text{п}} = 1,3\%$ , а  $C_0 = 0\%$  установлена зависимость среднесуточной добычи по газовому фактору участка 332Д<sub>6</sub>-1з, которая может колебаться в пределах 3000-5000 т/сут., при этом благоприятные условия складываются в начале и в конце отработки выемочного столба, когда можно достичь нагрузки в 4000-5000 т/сут. при длине этого участка 500-550 м; на среднем участке протяженностью 500-505 м производительность лавы не будет превышать

2000-2500 т/сут., в переходной зоне между двумя вышеуказанными – 3000-3500 т/сут., в среднем по выемочному столбу – 3400 т/сут.

### Список литературы

1. Исследование методов интенсификации газоотдачи из неразгруженных угольных пластов Карагандинского бассейна / Н.А. Дрижд, В.С. Портнов, Д.Р. Ахматнуров и др. Караганда: Издательство КарГТУ, 2020. 153 с.
2. Технологический регламент по проектированию вентиляции угольных шахт. Караганда: АО «АрселорМиттал Темиртау», 2011. 281 с.
3. Управление геомеханическими процессами для повышения устойчивости углепородного массива / В.Ф. Демин, Н.А. Немова, Т.В. Демина и др. // Научный вестник НГУ. 2016. № 2. С. 5-10.
4. Demin V., Tomilov A., Sultanova B. Automation of the Design of the Anchorage System Taking into Account the Geomechanical State of the Massif and Mining Development Schemes / VIII International Scientific and Practical Conference «Information and Measuring Equipment and Technologies» (IME&T 2017). 2018. Vol. 155. DOI: 10.1051/mateconf/201815501023.

### Original Paper

UDC 622.411.33:622.817.47 © V.S. Portnov, S.B. Imanbaeva, L.F. Mullagalieva, G.M. Balniyazova, R.T. Shayakhmetov, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 53-57  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-53-57>

### Title

#### FORECAST OF NATURAL METHANE CONTENT DURING COAL SEAM MINING

### Authors

Portnov V.S.<sup>1</sup>, Imanbaeva S.B.<sup>1</sup>, Mullagalieva L.F.<sup>1</sup>, Balniyazova G.M.<sup>1</sup>, Shayakhmetov R.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> "ArcelorMittal Temirtau" JSC, Temirtau, 101407, Republic of Kazakhstan

### Authors' Information

**Portnov V.S.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Geology and exploration of mineral deposits department, e-mail: [vs\\_portnov@mail.ru](mailto:vs_portnov@mail.ru)

**Imanbaeva S.B.**, PhD doctoral student of specialty "Geology and exploration of mineral deposits", e-mail: [svetakaz77@mail.ru](mailto:svetakaz77@mail.ru)

**Mullagalieva L.F.**, PhD doctoral student in Mining, e-mail: [m\\_liliya88@mail.ru](mailto:m_liliya88@mail.ru)

**Balniyazova G.M.**, PhD doctoral student in Mining, e-mail: [Balniyazova1983@mail.ru](mailto:Balniyazova1983@mail.ru)

**Shayakhmetov R.T.**, Head of SpetsShkhtoMontazhDegazatsiya Office of the Coal Department, e-mail: [eugf@mail.ru](mailto:eugf@mail.ru)

### Abstract

A great deal of attention is paid to creation of safe working conditions during mining operations at mines of the Coal Department of ArcelorMittal Temirtau JSC, especially considering the increased depth of mining and higher gas content in coal seams [1]. Despite extensive experience in degassing, it is not always possible to significantly reduce the natural methane content in coal seams. The efficiency of coal seam degassing is affected by various geological factors, the main of which is the natural gas content of the coal seam along with the gas permeability, geological heterogeneity of coals (texture, structure, cleavage), mode of occurrence, geological disturbances [2, 3].

### Keywords

Coal seam, Natural methane content, Degassing, Gas emission rate, Outburst hazard, Occurrence depth.

### References

1. Drizhd N.A., Portnov V.S., Akhmatnurov D.R. et al. Investigation of methods to intensify gas emission from unloaded coal seams in the Karaganda basin. Karaganda, KarGTU Publ., 2020, 153 p. (In Russ.).
2. Technological regulations for designing coal mine ventilation. Karaganda, ArcelorMittal Temirtau JSC, 2011, 281 p. (In Russ.).
3. Demin V.F., Nemova N.A., Demina T.V. et al. Management of geomechanical processes to increase stability of coal massif. *Nauchnyy Vestnik NGU – Novosibirsk State University Bulletin*, 2016, No. 2, pp. 5-10. (In Russ.).
4. Demin V., Tomilov A. & Sultanova B. Automation of the Design of the Anchorage System Taking into Account the Geomechanical State of the Massif and Mining Development Schemes. VIII International Scientific and Practical Conference "Information and Measuring Equipment and Technologies" (IME&T 2017), 2018, Vol. 155. DOI: 10.1051/mateconf/201815501023.

### For citation

Portnov V.S., Imanbaeva S.B., Mullagalieva L.F., Balniyazova G.M. & Shayakhmetov R.T. Forecast of natural methane content during coal seam mining. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 53-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-53-57.

### Paper info

Received June 9, 2020

Reviewed July 11, 2020

Accepted October 9, 2020

### GEOLOGY

# Направления совершенствования экологического законодательства Российской Федерации в угольной отрасли на основе анализа опыта ведущих угледобывающих стран

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-58-63>

## СААКЯН Ю.З.

Канд. физ.-мат. наук,  
генеральный директор ИПЕМ,  
125009, г. Москва, Россия,  
e-mail: ipet@ipet.ru

## ГРИГОРЬЕВ А.В.

Канд. экон. наук,  
заместитель генерального  
директора ИПЕМ,  
125009, г. Москва, Россия,  
e-mail: ag@ipet.ru

## ВАСЕНЬКИНА Е.Ю.

Канд. географ. наук,  
эксперт-аналитик Департамента  
исследований ТЭК ИПЕМ,  
125009, г. Москва, Россия,  
e-mail: veu@ipet.ru

## КРАВЕЦ Е.А.

Канд. техн. наук,  
доцент ФГБОУ ВО «МИИГАиК»,  
105064, г. Москва, Россия,  
e-mail: elekravets@yandex.ru

## ФАДДЕЕВ А.М.

Канд. географ. наук,  
эксперт-аналитик Департамента  
исследований ТЭК ИПЕМ,  
125009, г. Москва, Россия,  
e-mail: faddeev@ipet.ru

В статье представлены результаты анализа отечественного природоохранного законодательства применительно к угольной отрасли. Рассмотрены вопросы рекультивации земель, нарушенных угледобычей; накопления отходов вскрышных и вмещающих пород; охраны водных объектов. Выявлены основные проблемы правоприменения на различных стадиях жизненного цикла угледобывающих предприятий, как-то: отсутствие эффективного механизма стимуляции рекультивации земель, проблемы обращения с отходами угледобывающих и углеобогачительных производств и др. Предложены пути совершенствования нормативно-правового регулирования в природоохранной сфере для угольной отрасли России с учетом наилучших практик ведущих угледобывающих стран.

**Ключевые слова:** угольная промышленность, экологическое законодательство, санитарно-защитные зоны, рекультивация, отходы, шахтный метан.

**Для цитирования:** Направления совершенствования экологического законодательства Российской Федерации в угольной отрасли на основе анализа опыта ведущих угледобывающих стран / Ю.З. Саакян, А.В. Григорьев, Е.Ю. Васенькина и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 58-63. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-58-63.

## ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность относится к сложным с точки зрения обеспечения экологической безопасности отраслям в связи со значительными масштабами негативного воздействия, оказываемого на окружающую среду, а также необходимостью обеспечения баланса частных и публичных интересов в сфере природопользования.

Наиболее существенные проблемы связаны с обеспечением рекультивации нарушенных угледобычей земель, накоплением отходов добычи и обогащения угля, использованием и охраной водных ресурсов. По оценкам, приведенным в Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году», в рассматриваемый период доля сточных вод, сбрасываемых без очистки или недостаточно очищенными, со-

ставила порядка 70% от их общего объема; использовано только около 51% отходов угледобывающих предприятий и 56% отходов обогатительных компаний; рекультивировано 5,5% от годового нарушения земель [1, С. 292]. В предшествующие 2012–2016 гг. доля рекультивируемых земель составляла до 1/3 от общей площади нарушаемых за год земель [2, с. 78].

Низкие темпы рекультивации в совокупности с неудовлетворительным в ряде случаев качеством таких работ способствуют значительному росту площади нарушенных земель. Неиспользованные вскрышные и вмещающие породы складированы преимущественно во внешних отвалах, которые занимают значительные территории и являются источниками негативного воздействия на окружающую среду, связанными с эмиссиями загрязняющих веществ в окружающую среду, развитием эрозии и самовозгораниями.

Приведенные выше данные показывают, что действующий регуляторный механизм не позволяет эффективно решать рассмотренные проблемы, в связи с этим актуальным является изучение инструментов правового экологического регулирования, принятых в других угледобывающих странах мира, возможностей их применения в России, а также выявление и анализ возможных направлений совершенствования законодательства с учетом сложившихся тенденций и лучших зарубежных практик.

## ИССЛЕДОВАНИЯ

Мониторинг действующего законодательства ведущих угледобывающих стран (Китая, Индии, США, Австралии, Индонезии, ЮАР, Канады, Германии и других стран ЕС) позволил выделить инструменты зарубежного правового регулирования по вопросам экологической безопасности угольной отрасли, имеющие высокую актуальность для применения в России (см. таблицу). Они разделены на две группы: инструменты общего характера, охватывающие одновременно несколько видов негативного воздействия на окружающую среду, и ин-

струменты узкого характера, предназначенные для решения отдельных проблем.

Ниже рассмотрены выделенные инструменты в контексте решения обозначенных экологических проблем угольной отрасли с учетом проведенного в рамках исследования анализа действующей правовой базы российского законодательства и правоприменительной практики.

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Основной объем требований действующего законодательства, регулирующих механизм восстановления нарушенных добычей угля земель, сконцентрирован в системе национальных стандартов. Это, с одной стороны, позволяет разрабатывать проекты и проводить восстановительные работы, максимально соответствующие как индивидуальным природно-климатическим, так и производственным условиям. С другой стороны, создана чрезвычайно обширная, громоздкая и сложно действующая система нормативно-правовых требований, предъявляемых к данному виду работ. Действует фактически только один нормативно-правовой акт федерального уровня, определяющий общие правила проведения восстановительных и рекультивационных работ – постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель». Данный документ является унифицированным, т. е. предназначенным для обозначения общего порядка таких работ для всех видов производств и не отражает специфики условий проведения рекультивационных работ в отраслях, связанных с добычей полезных ископаемых, в том числе с добычей угля.

К числу значимых проблем регулирования в сфере рекультивации земель можно также отнести:

– отсутствие нормативных актов по формированию специального гарантированного источника финансового обеспечения предстоящих рекультивационных и ликвидационных работ на месторождениях;

### Возможность применения в России инструментов зарубежного правового регулирования в сфере экологической безопасности угольной отрасли

| Название инструмента  | Государства, в которых применяется инструмент                | Возможность применения инструмента в России |
|---|--|---|
| <b>Инструменты общего характера</b>   |  |   |
| Установка технологических нормативов эмиссий по небольшому числу маркерных показателей                      | Германия   | Высокая                                     |
| Целевое использование природоохранных отчислений  | США, Польша, Индия   | Ограниченная                                |
| Дифференциация условий природоохрannого регулирования для новых и существующих предприятий                  | Евросоюз, США, Индия   | Высокая                                     |
| <b>Инструменты узкого характера</b>   |  |   |
| Механизмы передачи очищенных шахтных/карьерных вод третьим лицам  | Австралия  | Ограниченная                                |
| Упрощенный регуляторный режим для вскрышных, вмещающих пород, отходов обогащения и золошлаковых отходов ТЭС | Евросоюз, США, Канада, Австралия, Китай                      | Высокая                                     |
| Механизмы перевода отходов в статус вторичного сырья, ввод понятия побочного продукта                       | Евросоюз, Австралия  | Ограниченная                                |
| Гарантии обеспечения рекультивации  | Польша, Индонезия, США, Канада, Австралия, ЮАР, Китай, Индия | Ограниченная                                |

– отсутствие законодательного механизма контроля за выполнением работ по рекультивации земель, заложенных в проектной документации, в период эксплуатации угольных предприятий;

– не урегулированы взаимная последовательность шагов по разработке и согласованию проектов ликвидации предприятий и проектов рекультивации нарушенных земель, а также преемственность прописанных в них мер по осуществлению рекультивации.

Наиболее распространенной в рассмотренных странах и востребованной для российских условий практикой в регулировании угольной и других нарушающих земельные ресурсы отраслей является создание в той или иной форме системы резервирования средств (или системы финансовых гарантий) для проведения будущей рекультивации. Такая система реализуется в различных формах, в том числе за счет:

– прямых платежей (применяются во многих странах и регионах) или предоставления финансовых гарантий (банковская гарантия, траст и т. д.) (применяются в Индонезии [3, с. 78], ЮАР [4, с. 168], китайской провинции Шаньдун [5]);

– возврата прямых платежей или гарантий горнодобывающему предприятию в случае успешного выполнения рекультивационных мероприятий;

– применения льготных ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) для предприятий, выполняющих условия по внесению гарантийных платежей (канадская провинция Британская Колумбия [6, ст. 7; 7, ст. 3]);

– механизмов целевого использования природоохранных отчислений в США, где природоохранные сборы с единицы добытого угля направляются в Фонд нарушенных земель, 80% средств которого используется для субсидирования региональных программ рекультивации, а оставшиеся 20% – для оплаты мероприятий катастрофического характера (оползни, пожары и т. д.) [8].

### ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Вопросы обращения с отходами угледобывающей промышленности, в первую очередь, вскрышными и вмещающими породами (которые в настоящее время относятся к отходам V класса опасности), неразрывно связаны с применяемыми технологиями отработки месторождений и рекультивации нарушенных земель.

Одной из существенных проблем является возрастающая нехватка свободных площадей, предназначенных для размещения внешних (расположенных за пределами горного отвода) отвалов вскрышных пород при открытой разработке угольных месторождений. К формированию таких отвалов предъявляется ряд требований согласно ГОСТ 17.5.3.04-83. Согласно ГОСТ, в числе прочего необходимо располагать эти сооружения преимущественно на неудобных землях (в отработанных карьерах, провалах, оврагах, балках и т.п.) с соблюдением соответствующих санитарных норм и правил, с учетом рельефа местности и господствующих направлений ветров, течения рек и водотоков, расположения населенных пунктов и предприятий, с соблюдением установленных для этих объектов санитарно-защитных зон. Ситуацию усугубляют концентрация участков открытой угледобычи в отдельных регио-

нах, а также растущий объем открытого способа разработки месторождений, что увеличивает потребность в землях, необходимых для формирования внешних отвалов.

Одновременно для угольной отрасли характерна недостаточность объема образующихся вскрышных пород для заполнения внутреннего пространства карьерных выработок, поскольку необходимо учитывать и пространство, остающееся в результате добычи непосредственно угля. К числу методов, предлагаемых сегодня и позволяющих одновременно решать обе проблемы, относится, например, складирование вскрышных пород в отработанных выемках соседних участков [9]. Однако регуляторный механизм применения подобной технологии не отражен в действующих нормативно-правовых документах и системе национальных стандартов по рекультивации земель. Теоретическая возможность передачи права пользования недрами зафиксирована в ст. 17.1 Закона РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (ред. от 27.12.2019). Но при переходе права пользования участком недр лицензия на пользование участком недр подлежит переоформлению, что влечет за собой переоформление также всей проектной и разрешительной документации.

Другим возможным вариантом заполнения выработанного пространства является использование для этой цели отходов V класса опасности, образовавшихся от обогащения угля. Фактически ст. 6 п. 3 и ст. 11 Закона РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (ред. от 27.12.2019) допускают использование недр и выдачу лицензии на пользование недрами в целях строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых. Возможность реализации подобного механизма введена, в частности, для проектов ликвидации горных выработок с использованием отходов производства черных металлов IV и V классов опасности – в соответствии с п. 7.4 ст. 11 Федерального закона от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (ред. от 27.12.2019) такие проекты являются объектами государственной экологической экспертизы федерального уровня. Аналогичные нормы для угольной отрасли, правовой механизм, правоприменительная практика и опыт согласования захоронения таких отходов в отработанных горных выработках отсутствуют.

В зарубежной практике, в странах, где также имеются подобные проблемы, для более эффективного управления **применяется упрощенный регуляторный режим для вскрышных, вмещающих пород, отходов обогащения и золошлаковых отходов ТЭС** (Евросоюз, США, Канада, Австралия, Китай). В частности, в Евросоюзе существует понятие «инертные отходы» [10], т.е. неопасные отходы, которые пригодны для рекультивации. В США в составе опасных отходов выделяются шесть особых категорий [11], которые формируются в значительных объемах, но обладают относительно низкой опасностью для здоровья человека и окружающей среды (включая золошлаковые отходы ТЭС).

Кроме того, применяются механизмы перевода отходов в статус вторичного сырья, для чего введено понятие побочного продукта (Евросоюз и Австралия). Такого рода инструменты позволяют собственнику перевести отход в статус ресурса, допустимого для его передачи третьим

компаниям для дальнейшего использования в качестве сырья в производстве, что существенно облегчает процесс обращения с этими видами отходов и увеличивает возможности их утилизации.

### РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Проблема регулирования водопользования и охраны водных объектов при угледобыче проявляется в двух аспектах. Первый связан с большим объемом шахтных и карьерных вод, разнообразных по составу и содержанию загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду недостаточно очищенными или без очистки в силу неудовлетворительного технического состояния очистных сооружений предприятий либо их отсутствия.

Среди практических мер, принятых в других странах для решения проблемы объема образующихся шахтных и карьерных вод, заслуживает внимания пример формирования законодательных механизмов по передаче очищенных вод третьим лицам с введением требований к составу таких вод для использования их в различных целях. Согласно законодательству штата Квинсленд (Австралия), шахтные воды могут использоваться для обогащения угля, пылеподавления, рыбохозяйственных, строительных, рекультивационных и других целей после специальной регистрации таких вод в качестве ресурса [12].

Второй аспект обусловлен несовершенством действующей системы нормирования допустимых сбросов в водные объекты, которая предъявляет к природопользователям избыточные, а в ряде случаев невыполнимые, требования. Во многом это является следствием несогласованности действующей Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (утв. приказом Минприроды России от 17.12.2007 № 333 (ред. от 31.07.2018)) с общей системой водоохранного законодательства Российской Федерации. Например, п. 9 данной методики требует соблюдения нормативных требований (предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения) применительно к самим сточным или дренажным водам, «если фоновая загрязненность водного объекта по каким-либо показателям не позволяет обеспечить нормативное качество воды в контрольном пункте (створе)». Такой уровень очистки сточных вод на данный момент недостижим для большинства водопользователей с технической и экономической точек зрения. Другой важной проблемой рассматриваемой методики является принятие в качестве норматива допустимого сброса (НДС) фактического сброса, в случае, если он ниже расчетного НДС (п. 12), что ужесточает условия нормирования и не учитывает изменения объемов промышленного производства и состава сырья.

В зарубежной практике применяются два основных подхода к определению целевых уровней негативного воздействия на окружающую среду. Первый основан на качестве окружающей среды и предполагает установление таких допустимых уровней негативного воздействия, не превышение которых не приводит к неблагоприятным нарушениям в природных объектах с учетом разбавления загрязняющих веществ в природных средах. Второй подход осно-

ван на наилучших доступных технологиях (НДТ) и формирует разрешенные уровни на основании технологий с наименьшим уровнем негативного воздействия среди тех, что доступны для массового использования на основе небольшого числа маркерных показателей. Так, в Германии согласно «Положению о требованиях по сбросу сточных вод в водные объекты» (Abwasserordnung) установлены предельные концентрации загрязняющих веществ в сточных водах для различных видов экономической деятельности: для производства угольных брикетов установлено пять таких веществ, для обогащения угля – два вещества. В России одновременно сосуществуют оба подхода. При этом, в отличие от Германии, технологические нормативы НДТ для угольной и ряда других отраслей рассчитываются на тонну производимой продукции, что затрудняет соотнесение их с общей концепцией нормирования и сохранения качества воды водных объектов, принятой в российском природоохранном законодательстве.

Интересным инструментом, позволяющим смягчить экономические эффекты от ужесточения природоохранного регулирования, является дифференциация условий для новых и существующих предприятий. В отношении нормирования сбросов данный инструмент применяется в Евросоюзе и США. Так, в Евросоюзе согласно директиве 2010/75/EU «О промышленных эмиссиях» ввод в силу ее положений может быть отложен на национальном уровне для существующих предприятий. Кроме того, допустимые уровни негативного воздействия, указанные напрямую в этой директиве для новых и старых предприятий, в некоторых случаях различаются. В США технологические нормативы эмиссий загрязняющих веществ в водные объекты четко разделены для новых и действующих предприятий.

### ВЫВОДЫ

На основе анализа методов природоохранного регулирования угольной отрасли, принятых в российском правовом поле, и лучших практик в этой сфере, распространенных в ведущих угледобывающих странах мира, можно обозначить следующие рекомендуемые направления совершенствования экологического законодательства:

- создание отдельного нормативно-правового акта (например, в форме технического регламента), регулирующего вопросы рекультивации земель в угледобывающей промышленности с учетом особенностей технологического процесса разработки месторождений, формирования внешних отвалов грунта, требований к производственному контролю процесса рекультивации в период эксплуатации и ликвидации угольных предприятий и приемке рекультивированных земель и др.;

- создание системы резервирования средств (и/или системы финансовых гарантий) для проведения будущей рекультивации путем: создания правовой базы, определяющей источники, способы и порядок отчислений (накопленных) в фонды накопления (федеральные или региональные) для обеспечения работ по рекультивации (при этом суммарная величина отчислений денежных средств каждым предприятием в фонд рекультивации должна быть достаточной для покрытия сметных затрат на работы по рекультивации земель, нарушенных этим предприятием); включения процедуры согласования величины проек-

ного фонда (сметы на рекультивационные мероприятия) в существующий процесс утверждения проектной документации;

– создание механизмов использования отходов обогащения угля V класса опасности при ликвидации горных выработок, порядка и условия захоронения таких отходов;

– исключение вскрышных и вмещающих пород из понятия отходов либо введение в законодательство категории «инертные отходы», существование которых не оказывает негативного воздействия на людей и окружающую среду (согласно определению, приведенному в ГОСТ 30772-2001), разработка порядка отнесения отходов к данной категории, а также процедуры обращения с ними;

– разработка и включение в федеральное законодательство порядка и содержания механизмов перевода отходов в статус вторичного сырья;

– согласование механизмов нормирования допустимых сбросов по НДТ с действующей системой нормирования и/или разработка регуляторных механизмов на переходный период;

– разработка дифференцированных условий регулирования для новых и существующих предприятий;

– оптимизация регуляторного механизма с акцентом на непревышение фонового качества воды в водных объектах (и/или непревышение нормативов качества воды в слабозагрязненных водных объектах) в местах сброса сточных, в том числе дренажных, вод;

– разработка мер поддержки и стимулирования предприятий угольной отрасли: использующих технологии разработки месторождений со снижением землеемкости горных работ и селективного отвалообразования; осуществляющих внедрение современных технологий очистки сточных вод; реализующих меры по увеличению использования очищенных карьерных и шахтных вод в целях производственного водоснабжения.

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России, НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

2. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения / А.А. Харионовский, А.Н. Калусhev, В.Н. Васева и др. // Вестник Научного центра. 2018. № 2. С. 70-81.

3. Mining in Indonesia. Investment and Taxation Guide / pwc. May 2018. 10th Edition. 169 p. URL: <https://www.pwc.com/id/en/publications/assets/eumpublications/mining/Mining-Guide-2018.pdf> (дата обращения: 15.08.2020).

4. The International Comparative Legal Guide to: Mining Law 2019. 6th edition. A practical cross-border insight into mining law / Ed. by Eldridge T. London: Global Legal Group Ltd. 2019. 206 p.

5. Cheng L., Skousen J.G. Comparison of international mine reclamation bonding systems with recommendations for China // International Journal of Coal Science & Technology. 2017. Vol. 4. Issue 2. P. 67-79.

6. Permit and approval fees and charges regulation. B.C. Reg. 299/92 (amended October 28, 2019 by B.C. Reg. 216/2019). URL: <https://www.ecolex.org/details/legislation/permit-fees-regulation-bc-reg-29992-lex-faoc133712/> (дата обращения: 15.08.2020).

7. Waste discharge regulation. B.C. Reg. 320/2004 (amended September 15, 2019 by B.C. Reg. 154/2019). URL: [http://www.bclaws.ca/civix/document/id/complete/statreg/320\\_2004](http://www.bclaws.ca/civix/document/id/complete/statreg/320_2004). (дата обращения: 15.08.2020).

8. Dwiki S. Development of Environmental Policy in Indonesia regarding Mining Industry in Comparison with the United States and Australia: The Lesson That Can Be Learned // Evergreen. 2018. N 5 (2). P. 50-57.

9. Курехин Е.В. Технологические схемы отвалообразования вскрышных пород в карьерной выемке смежного участка. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 238. № 5. С. 67-82.

10. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/31/oj>. (дата обращения: 15.08.2020).

11. Special Wastes / US EPA. URL: <https://www.epa.gov/hw/special-wastes>. (дата обращения: 15.08.2020).

12. Coal seam gas water / Queensland Government. URL: <https://environment.des.qld.gov.au/management/activities/non-mining/water/csg-water>. (дата обращения: 15.08.2020).

Original Paper

UDC 504.062.2:622.85 © Yu.Z. Saakyan, A.V. Grigoryev, E.Yu. Vasenkina, E.A. Kravets, A.V. Faddeev, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 58-63  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-58-63>

Title

**DIRECTIONS FOR IMPROVING OF ENVIRONMENTAL LEGISLATION IN THE COAL MINING INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Authors

Saakyan Yu.Z.<sup>1</sup>, Grigoryev A.V.<sup>1</sup>, Vasenkina E.Yu.<sup>1</sup>, Kravets E.A.<sup>2</sup>, Faddeev A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>“Natural Monopolies Research Institute” (NMRI) ANO, Moscow, 125009, Russian Federation

<sup>2</sup>“Moscow State University of Geodesy and Cartography” FSEI HE, Moscow, 105064, Russian Federation

Authors' Information

**Saakyan Yur.Z.**, PhD (Physics and Mathematics), General Director, e-mail: [ipem@ipem.ru](mailto:ipem@ipem.ru)

**Grigoryev A.V.**, PhD (Economics), Deputy General Director, e-mail: [ag@ipem.ru](mailto:ag@ipem.ru)

**Vasenkina E.Yu.**, PhD (Geography), Analyst, Energy Sector Research, e-mail: [veu@ipem.ru](mailto:veu@ipem.ru)

**Kravets E.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor, e-mail: [elekravets@yandex.ru](mailto:elekravets@yandex.ru)

**Faddeev A.V.**, PhD (Geography), Analyst, Energy Sector Research, e-mail: [faddeev@ipem.ru](mailto:faddeev@ipem.ru)

ECOLOGY



**Abstract**

The paper presents the results of the analysis of environmental legislation in relation to the Russian coal mining industry. It considers issues of land reclamation disturbed by coal mining; accumulation of overburden and host rock waste; protection of water. The main problems of law enforcement at various stages of the life cycle of coal mining facilities are identified. These are problems such as the lack of an effective mechanism for stimulating land reclamation, problems with waste management of coal mining and coal-processing industries, etc. Ways of improving regulatory environment in the environmental sector for the Russian coal industry are proposed, taking into account the best practices of leading coal-mining countries.

**Keywords**

Coal mining, Environmental legislation, Sanitary protection zones, Reclamation, Waste, Mine methane.

**References**

1. State report "On current state and protection of environment of the Russian Federation in 2018". Moscow, Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, Scientific-Production enterprise "Cadastre", 2019, 844 p. (In Russ.).
2. Kharionovsky A.A., Kalushev A.N., Vaseva V.N. et al. Ecology of coal industry: Current state, challenges, solutions. *Vestnik Nauchnogo centra – Bulletin of Research Center*, 2018, No. 2, pp. 70-81. (In Russ.).
3. Mining in Indonesia. Investment and Taxation Guide. Pwc, May 2018, 10th Edition, 169 p. Available at: <https://www.pwc.com/id/en/publications/assets/eumpublications/mining/Mining-Guide-2018.pdf> (accessed 15.08.2020).
4. The International Comparative Legal Guide to: Mining Law 2019. 6th edition. A practical cross-border insight into mining law. Ed. by Eldridge T., London, Global Legal Group Ltd, 2019, 206 p.
5. Cheng L. & Skousen J.G. Comparison of international mine reclamation bonding systems with recommendations for China. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2017, Vol. 4, Issue 2, pp. 67-79.

6. Permit and approval fees and charges regulation. B.C. Reg. 299/92 (amended October 28, 2019 by B.C. Reg. 216/2019). Available at: <https://www.ecolex.org/details/legislation/permit-fees-regulation-bc-reg-29992-lex-faoc133712/> (accessed 15.08.2020).
7. Waste discharge regulation. B.C. Reg. 320/2004 (amended September 15, 2019 by B.C. Reg. 154/2019). Available at: [http://www.bclaws.ca/civix/document/id/complete/statreg/320\\_2004](http://www.bclaws.ca/civix/document/id/complete/statreg/320_2004). (accessed 15.08.2020).
8. Dwiki S. Development of Environmental Policy in Indonesia regarding Mining Industry in Comparison with the United States and Australia: The Lesson That Can Be Learned. *Evergreen*, 2018, No. 5 (2), pp. 50-57.
9. Kurekhin E.V. Technological charts of overburden dump formation in open cut excavation of an adjacent block. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Georesources engineering*, 2017, Vol. 238, No. 5, pp. 67-82. (In Russ.).
10. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/31/oj>. (accessed 15.08.2020).
11. Special Wastes. US EPA. Available at: <https://www.epa.gov/hw/special-wastes>. (accessed 15.08.2020).
12. Coal seam gas water. Queensland Government. Available at: <https://environment.des.qld.gov.au/management/activities/non-mining/water/csg-water>. (accessed 15.08.2020).

**For citation**

Saakyan Yu.Z., Grigoryev A.V., Vasenkina E.Yu., Kravets E.A. & Faddeev A.V. Directions for improving of environmental legislation in the coal mining industry of the Russian Federation. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 58-63. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-58-63.

**Paper info**

Received February 19, 2020

Reviewed July 14, 2020

Accepted August 12, 2020

## Более 1 000 ветеранов Красноярского края получат бесплатный уголь от СУЭК

**Более 1 000 ветеранов-угольщиков Красноярского края получат бесплатное топливо от СУЭК (АО «Сибирская угольная энергетическая компания», основной акционер – Андрей Мельниченко). Общий объем «теплой» помощи пожилым людям превысит 10 000 т угля.**



«Бесплатный уголь бывшие работники нашего разреза получают ежегодно, – рассказывает председатель Совета ветеранов Березовского разреза Анатолий Мартюшев. – Не забывает СУЭК и о вдовах сотрудников». На Березовский разрез Анатолий Сергеевич с семьей приехал из Хакасии в 1975 г., прошел путь от электромеханика до начальника группы электросетей. Супруга Нина Ивановна много лет трудилась на строительном участке штукатуром-маляром. Накануне отопительного сезона их семья также получила 11 т угля. «Хорошо, что есть такие льготы, – уверен Анатолий Мартюшев, – это очень хорошее подспорье в сезон холодов. Привезут, выгрузят прямо у дома. Да и уголек хороший – сортовой!»

С благодарностью встречают «теплую» помощь от СУЭК и на предприятиях компании в Назарово и Бородино. «Это благодать – пошел, выписал, привезли, – говорит ветеран Бородинского разреза Евгений Даншин. Евгений Егорович до выхода на пенсию работал в самом горячем цехе ремонтно-механического завода – литейном. – Уголь хо-

роший всегда взят – сортовой, отборный. Приятно очень».

Снабжение бесплатным углем тех, кто много лет посвятил работе на предприятиях СУЭК – одна из наиболее востребованных льгот в социальной программе компании. Для тех, кто проживает в благоустроенных квартирах, предусмотрена компенсация услуг ЖКХ. «В текущем году на реализацию этих льгот предусмотрено свыше 20 млн руб., – комментирует генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» Андрей Федоров. – Компания с большим почтением относится к ветеранам. Помогать стараемся и делом, и словом, ведь после завершения активной трудовой деятельности людям часто не хватает простого общения. Активно в социальную работу включились и молодые сотрудники – наши волонтеры. Они не оставляют ветеранов в их заботах, и особенно активно помогают им сейчас, в период пандемии коронавируса – в рамках всероссийской акции #МыВместе они развозят ветеранам продуктовые наборы, защитные маски, помогают в быту».

Благодаря социальной программе СУЭК ветераны также пользуются корпоративной медициной, получают дополнительные выплаты и подарки к памятным датам, материальную помощь в трудных жизненных ситуациях и ряд других льгот.

# Вовлечение отходов тепловых электростанций в эколого-ориентированное развитие экономики

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-64-66>

## КИСЕЛЕВА С.П.

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

## ВИШНЯКОВ Я.Д.

Доктор техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
109543, г. Москва, Россия,  
e-mail: vishnyakov1@yandex.ru

## ПУХОВ С.А.

магистрант  
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
109543, г. Москва, Россия,  
e-mail: puhov98@list.ru

## РАЗОВСКИЙ Ю.В.

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

## МАКОЛОВА Л.В.

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

Рассмотрены сферы применения отходов от тепловых электростанций. Обращено внимание на необходимость и проблемы более активного вовлечения отходов от тепловых электростанций в хозяйственный оборот в интересах эколого-ориентированного развития экономики. Для проведения комплексного анализа мероприятий по обращению с отходами тепловых электростанций предложено использовать комплекс показателей, отражающих различные социо-эколого-экономические интересы развития.

**Ключевые слова:** анализ, мероприятия, экологическая безопасность, топливно-энергетический комплекс, тепловые электростанции, отходы, вторичные ресурсы, хозяйственный оборот, эколого-ориентированное развитие, экономика.

**Для цитирования:** Вовлечение отходов тепловых электростанций в эколого-ориентированное развитие экономики / С.П. Киселева, Я.Д. Вишняков, С.А. Пухов и др. // Уголь. 2020. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-64-66.

## ВВЕДЕНИЕ

К основным аспектам негативного влияния ТЭС на окружающую среду следует отнести образование отходов, выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнение водоемов. В процессе работы ТЭС образуются различные виды отходов, основными из которых являются золошлаковые отходы (ЗШО). Золошлакоотвалы занимают большие территории и должным образом не утилизируются. Химический состав ЗШО неоднороден и зависит от качества угля, используемого при сжигании. При этом ЗШО могут содержать в своем составе цветные металлы, другие полезные ископаемые, которые могут быть использованы как вторичные ресурсы.

Основными угрозами в сфере оборота отходов ТЭС является рост золошлаковых отходов и снижение энергетической безопасности страны, которое может наступить в результате снижения надежности энергообеспечения различных территорий и секторов экономики. В интересах эколого-ориентированного развития экономики требуется принятие мер по сокращению негативного влияния на окружающую среду от ТЭС и вовлечению в хозяйственный оборот накопленных и вновь образующихся ЗШО [1, 2].

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В настоящее время можно выделить несколько сфер применения отходов от ТЭС [1, 2]: производство цемента с минеральными добавками; производство гипсовых вяжущих материалов; производство бетона; производство строительной керамики; производство легковесного кирпича; производство керамзита; получение минерального порошка; получение добавки в состав цементобетона; адсорбирование тяжелых металлов (свинца, меди, кадмия, цинка и хрома); использование для синтеза цеолитов, обладающих высокими адсорбционными характеристиками; для получения мезопористых кварцевых материалов; использование для синтеза геополимерных материалов различного технического назначения с использованием летучей золы; для извлечения алюминия, титана, железа, золота, алюмосиликатных микросфер, магнитной и тяжелой фракции, инертной массы алюмосиликатного состава и угольного концентрата; получение криолита; использование в качестве мелиорантов и удобрений в сельском и лесном хозяйстве и др.

Из анализа механизмов и методов обеспечения экологической безопасности и экономической эффективности вовлечения отходов от ТЭС в хозяйственный оборот в РФ установлено, что в настоящее время в стране внедряются различные технологии переработки ЗШО, которые носят скорее не системный, а разрозненный характер. К проблемам в этой сфере следует отнести чрезвычайный консерватизм и замкнутость стройиндустрии, высокую капиталоемкость проектов переработки ЗШО, отсутствие стимулов и гарантированных рынков сбыта ЗШО; межведомственную неразбериху и несовершенство нормативно-правовой базы; низкую конкурентоспособ-

ность ЗШО относительно природных материалов. Необходимо решать проблемы в этой области и активизировать деятельность по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот [1, 2].

Для планирования комплекса мероприятий в сфере оборота отходов ТЭС важно учитывать различные социально-эколого-экономические интересы участников этой сферы. Для проведения комплексного анализа мероприятий по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот на территории РФ предлагается использовать следующий комплекс показателей (см. таблицу).

Очевидным приоритетом развития является кадровое обеспечение мероприятий по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот. Важно развивать подготовку кадров в области обеспечения экологической безопасности топливно-энергетического комплекса с учетом естественно-научных и экономико-управленческих аспектов рассматриваемой сферы. В Государственном университете управления открыта образовательная программа бакалавриата «Экологическая безопасность» (профиль подготовки: Экологическая безопасность в топливно-энергетическом комплексе), учитывающая современные кадровые потребности соответствующей отрасли.

По мнению горного инженера Ю.В. Разовского, при реализации этой программы следует обратить внимание студентов на то, что наличие золы в отходах является следствием несовершенства технологий первичной глубокой переработки и обогащения угля [3]. Например, даже бурый уголь возможно перерабатывать в жидкое топливо для дизельных двигателей, или непосредственно в шахте производить дегазацию угольных пластов и утилизировать газ подобно тому, как это делают нефтяники с по-

**Комплекс показателей для анализа мероприятий по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот**

| <b>Показатели, отражающие коммерческие интересы:</b>  | <b>Показатели, отражающие экологические интересы:</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– рентабельность обращения с отходами ТЭС;</li> <li>– сроки окупаемости проектов обращения с отходами ТЭС;</li> <li>– объем привлеченных инвестиций в сферу обращения с отходами ТЭС;</li> <li>– величина затрат ТЭС на услуги сторонних организаций, принимающих отходы;</li> <li>– объем отходов ТЭС заданного качества;</li> <li>– объем потребительского спроса на золошлаковый материал (ЗШМ);</li> <li>– объем рынка использования отходов ТЭС;</li> <li>– объем дохода от реализации ЗШМ;</li> <li>– объем вовлечения заложенных в отходах энергетических и материальных ресурсов в хозяйственный оборот</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходов, содержащих золу твердого топлива, диоксид серы, оксид азота;</li> <li>– сброс загрязненных сточных вод в водные объекты;</li> <li>– объем ежегодного прироста золошлаков;</li> <li>– валовый выброс CO<sub>2</sub>, парниковых газов N<sub>2</sub>O и CH<sub>4</sub>;</li> <li>– объем сельскохозяйственных земель, используемых под отвалы ЗШО;</li> <li>– количество образующихся отходов ТЭС за счет управления процессами, приводящими к их появлению;</li> <li>– инновационность экологически безопасных современных технологий обращения с отходами.</li> </ul> |
| <b>Показатели, отражающие социально-экономические интересы:</b>   | <b>Показатели, отражающие правовые интересы:</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценка имиджа предприятия (ТЭС) в регионе благодаря социально ответственному поведению предприятия в области обращения с отходами;</li> <li>– создание новых рабочих мест и снижение безработицы за счет использования ЗШМ;</li> <li>– развитие промышленности, малого и среднего бизнеса за счет использования ЗШМ;</li> <li>– улучшение здоровья людей за счет использования ЗШМ;</li> <li>– повышение качества жизни населения за счет использования ЗШМ.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– соответствие нормам правового регулирования государственной политики в сфере обращения с отходами как с вторичными материальными ресурсами;</li> <li>– соответствие государственным стандартам и нормативно-технической документации по использованию ЗШО в различных сферах экономики;</li> <li>– оценка государственной экологической экспертизы проектов, направленных на переработку и использование ЗШО.</li> </ul>   |

путным газом. В книге Ю.В. Разовского «Природная рента: управление сверхприбылью» изложена теория природной и экологической ренты [4].

### ВЫВОДЫ

1. Для проведения комплексного анализа эффективности мероприятий по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот рекомендуется использовать предложенный авторами комплекс показателей, отражающих различные социо-эколого-экономические интересы развития.

2. Особого внимания требует кадровое обеспечение мероприятий по вовлечению отходов ТЭС в хозяйственный оборот, что обуславливает необходимость опережающей подготовки специалистов с учетом естественно-научных и экономико-управленческих аспектов регулирования рисков и обеспечения экологической безопасности в ТЭК.

### Список литературы

1. Киселева С.П., Маколова Л.В. Эколого-ориентированный подход к использованию вторичных ресурсов в АПК в усло-

виях технологического развития // Интернет-журнал «Наукоедение». 2016. Т. 8. № 3. С. 34. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/76EVN316.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

2. Макаров П.В., Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Эколого-ориентированное обращение с твердыми коммунальными отходами в условиях технологического развития // Интернет-журнал «Наукоедение». 2015. Т. 7. № 6. С. 61. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/81EVN615.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).

3. Razovskiy Yu., Suhina O. Estimation of cost of «work» of the assimilative potential of ecosystems in methodology of determination of the amount of the ecological rent / Science and education: trends and prospects: Collection of scientific articles (International scientifically-practical conference), February 23, 2018. Taunton. United States of America (USA). New York: Ascona Publishing, 2018. P. 190–195.

4. Разовский Ю.В. Природная рента: управление сверхприбылью. Учебное пособие для вузов. М: Издательство ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2015. 305 с. URL: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylyu/chitat-onlayn/> (дата обращения: 15.10.2020).

Original Paper

UDC 622.85 © S.P. Kiseleva, Ya.D. Vishnyakov, S.A. Pukhov, Yu.V. Razovskiy, L.V. Makolova, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 64-66  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-64-66>

### Title

**INTEGRATION OF THERMAL POWER PLANT WASTES INTO ENVIRONMENTALLY-ORIENTED ECONOMIC DEVELOPMENT**

### Authors

Kiseleva S.P.<sup>1</sup>, Vishnyakov Ya.D.<sup>1</sup>, Pukhov S.A.<sup>1</sup>, Razovskiy Yu.V.<sup>2</sup>, Makolova L.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> State University of Management, Moscow, 109543, Russian Federation

<sup>2</sup> Gzhel State University, village Elektroizolyator, Moscow region, 140155, Russian Federation

<sup>3</sup> Rostov State University of railway engineering, Rostov-on-Don, 344038, Russian Federation

### Authors' Information

**Kiseleva S.P.**, Doctor of Economic Sciences, Professor,

e-mail: [svetkiseleva@yandex.ru](mailto:svetkiseleva@yandex.ru)

**Vishnyakov Ya.D.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,

e-mail: [vishnyakov1@yandex.ru](mailto:vishnyakov1@yandex.ru)

**Pukhov S.A.**, Master's student, e-mail: [pukhov98@list.ru](mailto:pukhov98@list.ru)

**Razovskiy Yu.V.**, Doctor of Economic Sciences, Professor,

e-mail: [renta11@yandex.ru](mailto:renta11@yandex.ru)

**Makolova L.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,

e-mail: [makolova76@mail.ru](mailto:makolova76@mail.ru)

### Abstract

Areas of application of waste from thermal power plants are considered. Attention is drawn to the need and problems of more active involvement of waste from thermal power plants in economic turnover in the interests of eco-oriented economic development. To conduct a comprehensive analysis of measures for waste management of thermal power plants, it is proposed to use a set of indicators that reflect various socio-ecological and economic interests of development.

### Keywords

Analysis, Measures, Environmental safety, Fuel and energy complex, Thermal power plants, Waste, Secondary resources, Economic turnover, Environmental-oriented development, economy.

### References

1. Kiseleva S.P. & Makolova L.V. Environmentally-oriented approach to using secondary resources in agriculture in conditions of technological development. *Naukovedenie - Science Studies Online Journal*, 2016, Vol. 8, No. 3,

p. 34. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/76EVN316.pdf> (accessed 15.10.2020). (In Russ.).

2. Makarov P.V., Vishnyakov Ya.D. & Kiseleva S.P. Environmentally-oriented management of municipal solid waste in conditions of technological development. *Naukovedenie - Science Studies Online Journal*, 2015. Vol. 7, No. 6, p. 61. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/81EVN615.pdf> (accessed 15.10.2020). (In Russ.).

3. Razovskiy Yu. & Suhina O. Estimation of cost of “work” of the assimilative potential of ecosystems in methodology of determination of the amount of the ecological rent. Science and education: trends and prospects: Collection of scientific articles (International scientifically-practical conference), February 23, 2018, Taunton, United States of America (USA). New York, Ascona Publishing, 2018, pp. 190–195.

4. Razovskiy Yu.V. Natural resource royalty: excess profits management. Textbook for higher education institutions. Moscow, Publishing House of CHOUVO “Vitte University”, 2015, 305 p. Available at: <https://www.litres.ru/uriy-razovskiy/prirodnaya-renta-upravlenie-sverhpribylyu/chitat-onlayn/> (accessed 15.10.2020). (In Russ.).

### For citation

Kiseleva S.P., Vishnyakov Ya.D., Pukhov S.A., Razovskiy Yu.V. & Makolova L.V. Integration of thermal power plant wastes into environmentally-oriented economic development. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-64-66.

### Paper info

Received June 17, 2020

Reviewed July 23, 2020

Accepted October 9, 2020

ECOLOGY

# Добыча и потребление угля в мире: перспективы для российских экспортеров

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-67-70>

Актуальность статьи обусловлена изменением структуры потребления угля в мире. В последние годы страны Северной Америки и Европы значительно сократили использование угля. При этом на сегодняшний день уголь остается одним из основных источников первичной энергии в мире. В связи с этим данная статья направлена на выявление перспектив для российских экспортеров. Ведущим подходом к исследованию данной проблемы является анализ текущих индикаторов мирового рынка угля, позволяющий комплексно рассмотреть современные тенденции на рынке и перспективы его развития. В статье представлены доли энергоресурсов в структуре мирового баланса, динамика мирового производства угля, раскрыта структура мировой добычи угля по регионам мира, выявлены объем и структура мирового потребления угля, подготовлены прогнозы потребления угля в мире и экспорта угля из России. Материалы статьи представляют практическую ценность для предприятий, работающих в угольном секторе, для государственных и частных инвесторов.

**Ключевые слова:** уголь, потребление угля, добыча угля, экспорт угля, угольная генерация, поставка угля.

**Для цитирования:** Панков Д.А., Афанасьев В.Я. Добыча и потребление угля в мире: перспективы для российских экспортеров // Уголь. 2020. № 11. С. 67-70. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-67-70.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день уголь - один из главных энергоресурсов, являющийся одним из основных источников первичной энергии в мире и играющий огромную роль в мировом энергобалансе. Динамика объемов спроса на уголь у стран-потребителей в последние годы показывала разнонаправленные тенденции. Отдельные страны значительно сокращали потребление угля, другие, наоборот, увеличивали, поэтому российским экспортерам необходимо перераспределять экспортные потоки. В этой связи были сформулированы задачи исследования, предусматривающие ретроспективный анализ объемов производства и потребления угля различными странами мира, а также были подготовлены прогнозы потребления угля в мире и экспорта российских углей.

## ПАНКОВ Д.А.

Канд. экон. наук,  
исполнительный директор  
ООО «Независимое аналитическое агентство  
нефтегазового комплекса» (НААНС-МЕДИА),  
121096, г. Москва, Россия,  
e-mail: [pankovda@naans-media.ru](mailto:pankovda@naans-media.ru)

## АФАНАСЬЕВ В.Я.

Доктор экон. наук, профессор,  
заведующий кафедрой экономики и управления  
в топливно-энергетическом комплексе  
Государственного университета управления,  
109542, г. Москва, Россия,  
e-mail: [vy\\_afanasyev@guu.ru](mailto:vy_afanasyev@guu.ru)

## ДОБЫЧА И ПОТРЕБЛЕНИЕ УГЛЯ В МИРЕ

Наиболее крупными запасами угля обладают: США – 237 млрд т, Россия – 157 млрд т, Китай – 114,5 млрд т, Австралия – 76,4 млрд т и Индия – 60,6 млрд т [1], (табл. 1).

Китай является абсолютным лидером в мировой добыче и потреблении угля, поэтому тенденции рынка угля Китая оказывают сильное влияние на весь мировой рынок угля. В 2019 г. был отмечен рост мировой добычи угля. Основной прирост снова был обеспечен Китаем (+4% к 2018 г.), также добычу нарастили Индонезия, Австралия [2]. В то же время США, которые еще несколько лет назад занимали второе место в мире по угледобыче с объемом более 900 млн т, продолжили сокращать добычу.

Доля угля в мировом энергобалансе за прошедшие пять лет сократилась с 29% в 2014 г. до 27% в 2019 г. в первую очередь за счет роста доли возобновляемой энергети-

Объем добычи угля ведущими мировыми производителями в 2012-2019 гг., млн т

| Страна        | 2012 г.     | 2013 г.     | 2014 г.     | 2015 г.     | 2016 г.     | 2017 г.     | 2018 г.     | 2019 г.     | Доля, %    |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Китай         | 3945        | 3974        | 3874        | 3747        | 3411        | 3523        | 3680        | 3846        | 47,3       |
| Индия         | 606         | 609         | 646         | 674         | 693         | 716         | 780         | 756         | 9,3        |
| США           | 922         | 893         | 907         | 814         | 661         | 702         | 684         | 640         | 7,9        |
| Австралия     | 448         | 473         | 505         | 505         | 504         | 481         | 506         | 507         | 6,2        |
| Индонезия     | 446         | 475         | 458         | 462         | 456         | 461         | 558         | 610         | 7,5        |
| <b>Россия</b> | <b>354</b>  | <b>352</b>  | <b>358</b>  | <b>374</b>  | <b>387</b>  | <b>409</b>  | <b>439</b>  | <b>440</b>  | <b>5,4</b> |
| Южная Африка  | 259         | 256         | 262         | 252         | 251         | 252         | 252         | 254         | 3,1        |
| Германия      | 196         | 191         | 186         | 184         | 176         | 175         | 166         | 134         | 1,6        |
| Польша        | 144         | 143         | 137         | 136         | 131         | 127         | 122         | 112         | 1,4        |
| Казахстан     | 121         | 120         | 114         | 107         | 103         | 111         | 117         | 115         | 1,4        |
| <b>Всего</b>  | <b>8203</b> | <b>8271</b> | <b>8196</b> | <b>7954</b> | <b>7492</b> | <b>7727</b> | <b>7980</b> | <b>8129</b> | <b>100</b> |

Источник: данные BP Statistical Review of World Energy 2020.

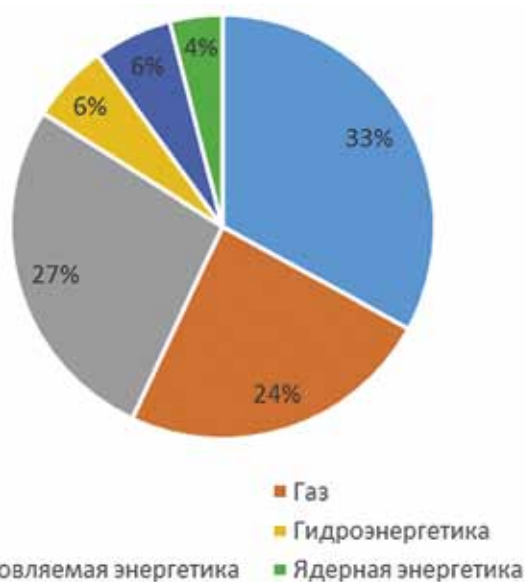
Таблица 2

Крупнейшие мировые потребители угля в 2012-2019 гг., млн т н.э.\*

| Страна               | 2012 г.       | 2013 г.       | 2014 г.       | 2015 г.       | 2016 г.       | 2017 г.       | 2018 г.       | 2019 г.       |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Китай                | 1927,8        | 1969,1        | 1954,5        | 1914,0        | 1889,1        | 1892,6        | 1912          | 1950,7        |
| Индия                | 330,0         | 352,8         | 387,5         | 395,3         | 405,6         | 424,0         | 450           | 444,7         |
| США                  | 416,0         | 431,8         | 430,9         | 372,2         | 340,6         | 332,1         | 318,4         | 270,9         |
| Европа, в том числе: | 390,3         | 377,6         | 354,4         | 339,2         | 326,7         | 316           | 308,6         | 271,1         |
| – Германия           | 80,5          | 82,8          | 79,6          | 78,7          | 75,8          | 71,3          | 69,3          | 54,9          |
| – Польша             | 51,2          | 53,4          | 49,4          | 48,7          | 49,5          | 48,7          | 49,7          | 45,6          |
| Япония               | 115,8         | 121,2         | 119,1         | 119,0         | 118,8         | 120,5         | 120           | 117,3         |
| Россия               | 98,4          | 90,5          | 87,6          | 92,1          | 89,2          | 92,3          | 86,7          | 86,7          |
| Южная Корея          | 81,0          | 81,9          | 84,6          | 85,5          | 81,9          | 86,3          | 86,7          | 82,2          |
| ЮАР                  | 88,3          | 88,4          | 89,5          | 83,0          | 84,7          | 82,2          | 89,8          | 91            |
| Индонезия            | 53,0          | 57,0          | 45,1          | 51,2          | 53,4          | 57,2          | 67,8          | 81,4          |
| <b>Всего</b>         | <b>3794,5</b> | <b>3865,3</b> | <b>3862,2</b> | <b>3765,0</b> | <b>3706,0</b> | <b>3731,5</b> | <b>3792,6</b> | <b>3770,4</b> |

Источник: BP Statistical Review of World Energy, 2020.

Примечание. н.э. – нефтяной эквивалент.



Доли энергоресурсов в структуре мирового баланса  
(Источник: составлено авторами по данным BP Statistical Review of World Energy 2020)

Fig. Share of energy resources in the global balance  
(Source: compiled by the authors based on data from BP Statistical Review of World Energy 2020)

ки. Доли других источников существенных изменений не претерпели [3]. Однако уголь остается одним из главных энергоресурсов (см. рисунок).

Крупнейшим мировым потребителем угля является Китай, в 2017 г. на КНР пришлось более половины (52%) суммарного объема потребления угля в мире.

В тройку крупнейших потребителей входят Индия, Китай и США, среди стран Европы наиболее крупными потребителями угля являются Германия и Польша, что обусловлено очень высокой долей угольной генерации в этих странах (табл. 2).

Динамика спроса на уголь в различных регионах мира была разнонаправленной. В странах Азиатско-Тихоокеанского региона очевиден значительный рост потребления, тогда как такие крупные потребители угля, как Северная Америка и Европа постепенно сокращают использование угля.

Основной причиной сокращения потребления угля в Северной Америке и Европе является ужесточение климатической политики в США и странах Евросоюза [4]. В этих странах стали действовать прямые платежи за выбросы (углеродный налог или система торговли квотами). В итоге за период 2000-2019 гг. потребление угля в Европе сократилось на 32%, а за период 2018-2030 гг. может сократиться еще на 36%. В США за

период 2000-2019 гг. потребление угля снизилось на 49%.

Однако в разных странах Европы ситуация с потреблением угля различается. В большинстве стран Западной Европы приняты конкретные решения по срокам вывода угольной генерации. Австрия, Дания, Франция, Финляндия, Италия, Португалия, Швеция, Нидерланды и Великобритания, которые в совокупности имеют около 26% угольных мощностей стран Евросоюза, в 2017 г. установили цели поэтапного отказа от угольной генерации. Германия планирует вывести из эксплуатации все угольные электростанции до 2038 г., Франция – до 2020 г.

Однако доля угольной генерации в ряде стран Европы достаточно высока, и данные страны не планируют отказа от угля. Это такие страны, как Польша (доля угля в электрогенерации которой составляет около 80%), Чехия (с долей угольной генерации 55%), Болгария (44%), Словения (30%), Румыния (24%). В Польше, Греции и в Балканских странах строятся новые угольные электростанции. Доля угольной генерации в Германии еще достаточно высока.

Крупнейшие мировые производители и потребители угля – Китай и Индия – в последние годы увеличивали потребление угля.

Согласно проведенному анализу, а также опираясь на оценки Международного энергетического агентства IEA (International Energy Agency), мировой спрос на уголь до 2030 г. будет оставаться стабильным (табл. 3). Снижение потребления в США и Европе будет компенсировано ростом потребления в Индии и других странах Азии.

Крупнейший мировой потребитель угля Китай после 2025 г. будет постепенно снижать объем использования угля за счет увеличения использования гидроэлектростанций и станций на природном газе, а также за счет развития альтернативной энергетики [5, 6].

Для экономики Индии уголь в долгосрочной перспективе останется важнейшим источником энергии. Производство электроэнергии в Индии на угольных электростанциях непрерывно растет, и в будущем этот рост продолжится с учетом процессов урбанизации и индустриализации Индии [7, 8]. Потребности быстрорастущей экономики Индии в угле не могут быть удовлетворены за счет собственной добычи, поэтому Индия является, и будет оставаться одним из крупнейших мировых импортеров угля.

Согласно оценкам, к 2030 г. производство электроэнергии в мире вырастет на 22% [9]. Основываясь на проведенном исследовании и на оценках роста производства электроэнергии в мире, согласно базовому варианту прогноза экспорта угля из России экспорт угля в 2030 г. составит 261 млн т [10] (табл. 4).

Таблица 3

### Прогноз потребления энергетического угля до 2030 г., млн т н.э.

| Регион/Страна                      | 2016 г.     | 2020 г.     | 2025 г.     | 2030 г.     |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Северная Америка</b>            | <b>387</b>  | <b>332</b>  | <b>278</b>  | <b>239</b>  |
| США                                | 358         | 313         | 261         | 223         |
| <b>Южная и Центральная Америка</b> | <b>35</b>   | <b>28</b>   | <b>29</b>   | <b>29</b>   |
| Бразилия                           | 17          | 13          | 15          | 15          |
| <b>Европа</b>                      | <b>294</b>  | <b>260</b>  | <b>231</b>  | <b>181</b>  |
| ЕС                                 | 238         | 204         | 171         | 121         |
| <b>СНГ</b>                         | <b>158</b>  | <b>144</b>  | <b>136</b>  | <b>125</b>  |
| Россия                             | 87          | 79          | 75          | 70          |
| <b>Ближний Восток</b>              | <b>9</b>    | <b>11</b>   | <b>11</b>   | <b>11</b>   |
| <b>Африка</b>                      | <b>95</b>   | <b>102</b>  | <b>111</b>  | <b>120</b>  |
| <b>АТР</b>                         | <b>2754</b> | <b>2819</b> | <b>3032</b> | <b>3116</b> |
| Китай                              | 1888        | 1870        | 1923        | 1841        |
| Индия                              | 412         | 485         | 593         | 710         |
| Прочие                             | 454         | 464         | 515         | 565         |
| <b>Всего</b>                       | <b>3732</b> | <b>3697</b> | <b>3829</b> | <b>3821</b> |

Источник: BP Energy Outlook 2020.

Таблица 4

### Прогноз экспорта российского угля до 2030 г., млн т

| Год  | Факт | Базовый вариант | Негативный вариант |
|------|------|-----------------|--------------------|
| 2016 | 171  | -               | -                  |
| 2017 | 190  | -               | -                  |
| 2018 | 210  | -               | -                  |
| 2019 | 218  | 218             | 218                |
| 2020 | -    | 222             | 219                |
| 2021 | -    | 226             | 221                |
| 2022 | -    | 230             | 221                |
| 2023 | -    | 234             | 223                |
| 2024 | -    | 238             | 224                |
| 2025 | -    | 242             | 225                |
| 2026 | -    | 246             | 225                |
| 2027 | -    | 250             | 225                |
| 2028 | -    | 254             | 225                |
| 2029 | -    | 258             | 225                |
| 2030 | -    | 261             | 225                |

Источник: оценка авторов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного анализа были выявлены страны, стабильно снижающие потребление угля. Это такие страны, как США, Австрия, Дания, Франция, Финляндия, Италия, Португалия, Швеция, Нидерланды, Великобритания и Германия. Однако такие страны Европы, как Польша, Чехия, Болгария, Словения и Румыния не намерены значительно сокращать потребление угля, а значит, они остаются перспективными для российских экспортеров. Несмотря на планы по снижению потребления угля, высокая доля угольной генерации остается в Германии.

Безусловно, перспективными для российского экспорта угля являются Китай, Южная Корея и Япония, остающиеся крупнейшими мировыми потребителями угля.

В качестве самого перспективного потенциально крупного покупателя российского угля с точки зрения наращивания экспортных поставок в будущем следует рассматривать Индию, быстрорастущая экономика которой ежегодно требует все большего увеличения потребления и импорта угля.

1. BP Statistical Review of World Energy, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 15.10.2020).

2. Department of Industry, Innovation and Science, Australia. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.industry.nsw.gov.au/> (дата обращения: 15.10.2020).

3. BP Energy Outlook, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html> (дата обращения: 15.10.2020).

4. Tim Buckley, Simon Nicholas. IEEFA. Global Electricity Utilities in Transition: Leaders and Laggards: 11 Case Studies. October, 2017. P. 37.

5. Coal use for power generation in China / J. Yuan, C. Na, Q. Lei, M. Xiong, J. Guo, Z. Hu. Resources, Conservation and Recycling, 2016.

6. Mark C. Thurber. The Global Coal Market. Cambridge University Press, 2015.

7. Charles Wyplosz. Economics in the Time of COVID-19. Centre for Economic Policy Research, 2020.

8. Nick Eyre. Carbon Markets: An International Business Guide. Routledge, 2015.

9. Отдел исследования энергетического комплекса мира и России ИНЭИ РАН, 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.eriras.ru/files/energoperekhod\\_rgung.pdf](https://www.eriras.ru/files/energoperekhod_rgung.pdf) (дата обращения: 15.10.2020).

10. Федеральная таможенная служба РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.customs.ru> (дата обращения: 15.10.2020).

## COAL MARKET

## Original Paper

UDC 658.8:622.33(100) © D.A. Pankov, V.Ya. Afanasiev, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 67-70  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-67-70>

## Title

## GLOBAL COAL PRODUCTION AND CONSUMPTION: PROSPECTS FOR RUSSIAN EXPORTERS

## Authors' Information

Pankov D.A.<sup>1</sup>, Afanasiev V.Ya.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> NAANS-MEDIA LLC, Moscow, 121096, Russian Federation

<sup>2</sup> State University of Management, Moscow, 109543, Russian Federation

## Authors' Information

**Pankov D.A.**, PhD (Economic), Executive Director,  
e-mail: [pankovda@naans-media.ru](mailto:pankovda@naans-media.ru)

**Afanasiev V.Ya.**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of Economics and management in the fuel and energy complex department,  
e-mail: [vy\\_afanasyev@guu.ru](mailto:vy_afanasyev@guu.ru)

## Abstract

The relevance of the paper is due to changes in the coal consumption structure of in the World. In recent years, countries in North America and Europe have significantly reduced their coal use. At the same time coal remains one of the main sources of primary energy in the World. In this regard, this paper is aimed at identifying prospects for Russian exporters. The leading approach to this problem study is the analysis of current World coal market indicators, which allows a comprehensive review of current market trends and prospects for its development.

The paper presents the portion of energy resources in the structure of the World balance, the dynamics of World coal production, the structure of World coal production by regions of the World, the volume and structure of World coal consumption, forecasts of World coal consumption and coal exports from Russia. The paper has a practical value for companies working in the coal sector, for public and private investors.

## Keywords

Coal, Coal consumption, Coal mining, Coal export, Coal generation, Coal supply.

## References

1. BP Statistical Review of World Energy, 2020. [Electronic resource]. Available at: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (accessed 15.10.2020).

2. Department of Industry, Innovation and Science, Australia, 2019. [Electronic resource]. Available at: <https://www.industry.nsw.gov.au/> (accessed 15.10.2020).

3. BP Energy Outlook, 2020. [Electronic resource]. Available at: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html> (accessed 15.10.2020).

4. Tim Buckley & Simon Nicholas. IEEFA. Global Electricity Utilities in Transition: Leaders and Laggards. 11 Case Studies. October, 2017, pp. 37.

5. Yuan J., Na C., Lei Q., Xiong M., Guo J. & Hu Z. Coal use for power generation in China. Resources, Conservation and Recycling, 2016.

6. Mark C. Thurber. The Global Coal Market. Cambridge University Press, 2015.

7. Charles Wyplosz. Economics in the Time of COVID-19. Centre for Economic Policy Research, 2020.

8. Nick Eyre. Carbon Markets: An International Business Guide. Routledge, 2015.

9. Department of research of the energy complex of the World and Russia ERI RAS, 2019 г. [Electronic resource]. Available at: [https://www.eriras.ru/files/energoperekhod\\_rgung.pdf](https://www.eriras.ru/files/energoperekhod_rgung.pdf) (accessed 15.10.2020).

10. The Federal Customs Service of Russia, 2020. [Electronic resource]. Available at: <http://stat.customs.ru> (accessed 15.10.2020).

## For citation

Pankov D.A. & Afanasiev V.Ya. Global coal production and consumption: prospects for Russian exporters. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 67-70. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-67-70.

## Paper info

Received September 22, 2020

Reviewed October 5, 2020

Accepted October 9, 2020



# Внешнеэкономическое взаимодействие стран с угольной генерацией на рынке электрической энергии в Восточной Европе

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-71-73>

*В статье представлены результаты исследования мест расположения объектов топливно-энергетического комплекса стран Восточной Европы, производящих добычу бурого угля открытым способом. Объемы вырабатываемой электроэнергии на тепловых станциях позволяют реализовывать ее излишки на восточноевропейском рынке электроэнергии.*

**Ключевые слова:** страны Восточной Европы, угольные разрезы, тепловые станции, внешнеэкономическое взаимодействие, дистанционное зондирование Земли, угольная генерация, рынок электроэнергии.

**Для цитирования:** Зеньков И.В. Внешнеэкономическое взаимодействие стран с угольной генерацией на рынке электрической энергии в Восточной Европе // Уголь. 2020. № 11. С. 71-73. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-71-73.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, несмотря на мировые, в том числе и европейские тенденции к призыву к сокращению количества вырабатываемой электрической энергии на основе сжигания угля, доля последней в структуре вырабатываемой энергии останется на неизменном уровне. Подобные трактовки развития глобальной энергетики вполне очевидно игнорируют ситуацию, в которой при тотальном переходе на «зеленую энергетику» с использованием кремниевых батарей и «ветряков» без необходимых мощностей остаются крупные металлургические, машиностроительные и химические концерны. Последнее по понятным причинам отрицательно скажется на резком снижении доли этих предприятий в ВВП экономически развитых европейских стран. Поэтому в ближайшее время в странах Восточной Европы объем добычи бурого угля открытым способом и угольная генерация электроэнергии будут оставаться на достигнутом уровне. В целом же между европейскими странами наблюдается резкий дисбаланс в выработке электрической энергии и ее потреблении. Ряд государств (Польша, Чехия, Болгария), имеющих на своей территории крупные месторождения бурого угля, интенсивно производят их разработку открытым способом в целях генерации электроэнергии на тепловых станциях, причем часть выработанной энергии поставляется в соседние страны.

## ЗЕНЬКОВ И.В.

*Доктор техн. наук, профессор Сибирского федерального университета, профессор Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, инженер Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий, 660041, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru*

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ТЕРРИТОРИЙ СТРАН, ИМЕЮЩИХ ИЗБЫТОЧНЫЕ МОЩНОСТИ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЯХ

В границах десяти европейских государств производится масштабная добыча угля открытым способом для его сжигания на тепловых станциях с установленными генерирующими мощностями в диапазоне 600-3500 МВт [1]. Максимальный объем поставок электроэнергии на Европейском рынке осуществляет Республика Польша путем ее передачи по высоковольтной линии ВЛ-500 в Федеративную Республику Германия. Отметим важнейшую особенность функционирования энергосистемы республики Польша. В ее восточном секторе выработка электроэнергии производится путем сжигания каменного угля, поступающего по железной дороге из России. Здесь работает более 20 тепловых электростанций, установочные мощности которых находятся в диапазоне 250-600 МВт на одной станции. Тепловые станции, работающие на собственном буром угле, добытом на угольных разрезах, находятся в западном и центральном секторах Республики.

В республике Польша находятся три сектора с предприятиями ТЭК, работающими по схеме «добыча угля – транспортировка на тепловую станцию – сжигание – выработка электроэнергии». Расстояние транспортировки угля в основном составляет 10-20 км и не превышает 300 км. Рас-

положенный в центральной части республики сектор ТЭК (см. рисунок, поз. 1) включает четыре угольных разреза: Гоголина, Богужицки, Жарлатов и Джозефина с координатами центров карьеров соответственно в точках  $52^{\circ}24'32''$  с. и  $18^{\circ}11'10''$  в.,  $52^{\circ}27'37''$  с. и  $18^{\circ}31'17''$  в.,  $52^{\circ}16'24''$  с. и  $18^{\circ}31'25''$  в.,  $52^{\circ}02'40''$  с. и  $18^{\circ}38'04''$  в.

Уголь добывают с использованием роторных экскаваторов (аналоги российских ЭРП-2500), весь объем горной массы (вскрышные породы и уголь) перемещают по конвейерам. Примерно половину объема добытого угля сжигают на трех тепловых станциях (Гославице, Езиоро Гославски, станция восточнее г. Турек) с суммарной мощностью 2500 МВт. С этих же разрезов уголь по железной дороге транспортируют на тепловую станцию Козинице (см. рисунок, поз. 2) с установленными мощностями 2800 МВт. На юго-восток в 81 км находится второй сектор ТЭК (см. рисунок, поз. 3) Польши. В него входят два угольных разреза – Пархлини и Александров с координатами центров карьеров  $51^{\circ}14'20''$  с. и  $19^{\circ}07'02''$  в.,  $51^{\circ}14'27''$  с. и  $19^{\circ}14'47''$  в. На этих разрезах добывают бурый уголь для тепловой станции Роговик (находится на одном из первых мест в Европе), мощность которой составляет 3500 МВт. Еще один сектор ТЭК (см. рисунок, поз. 4) расположен в западной части республики. В нем находятся угольный разрез Туров и тепловая станция с установленной мощностью на уровне 2000 МВт. Горный отвод разреза располагается в 130 м от западной границы с Федеративной Республикой Германия.

От повышающих трансформаторов тепловых станций электроэнергия поступает на высоковольтные передающие линии ВЛ-500. Схема линий электропередачи, по которым энергия подается в Германию, показана на рисунке линиями желтого цвета. Со стороны Республики Польша ввод высоковольтных линий на территорию восточных районов Германии осуществлен через два погранперехода в точках с координатами  $51^{\circ}03'10.44''$  с. и  $14^{\circ}57'48.98''$  в.,  $50^{\circ}56'45.77''$  с. и  $14^{\circ}53'43.46''$  в. Территория Германии, запитанная электроэнергией со стороны Польши, обведена линией синего цвета (см. рисунок).

В северо-западной части Республики Чехия уголь добывают на пяти угольных разрезах, расположенных в полосе с размерами  $12 \times 90$  км, длинная ось которой ориентирована в направлении юго-запад – северо-восток. Сектор, в котором концентрированно расположены предприятия ТЭК Чехии – угольные разрезы и тепловые станции (см. рисунок, поз. 5). Весь объем добытого угля сжигается на семи тепловых станциях. Тепловая станция Прунеоров мощностью 1500 Мвт работает во взаимодействии с угольным разрезом Брежно, находящемся в 8 км на восток от нее. От станции отходят две линии, передающие электроэнергию, – ВЛ-220 для внутреннего потребления и ВЛ-500 для передачи энергии в восточный сектор Германии. Эта линия заведена через погранпереход в точке с координатами  $50^{\circ}31'47.47''$  с. и  $13^{\circ}12'34.09''$  в. Расстояние между погранпереходами ВЛ-500 в Республике Чехия



Фрагмент космоснимка с нанесением схемы поставок электроэнергии в Федеративную Республику Германия из Республик Польша и Чехия

Fig. A fragment of a space image showing the layout of power supply to the Federal Republic of Germany from the Republic of Poland and the Czech Republic.

хия и в районе г. Богатыня в республике Польша составляет 124 км по прямой.

В Республике Болгария также производится масштабная добыча угля открытым способом на угольном разрезе Трояново [2]. Ежегодный объем бурого угля, извлекаемого из недр, находится на уровне 26 млн т. Весь объем сжигается на трех тепловых станциях, суммарная мощность которых составляет 5000 МВт. Исследование многофакторной модели потребления электроэнергии показывает, что при относительно небольшой численности населения страны, работающей АЭС на Дунае (Козлодуй), отсутствии энергоемких производств в электроэнергетике Болгарии имеются существенные излишки для реализации электрической энергии в соседних странах.

В соседних Греции, Македонии, Сербии, Румынии также имеются крупные предприятия собственного ТЭК (угольные разрезы и тепловые станции) с излишними мощностями по выработке электроэнергии, и поэтому поставки ее с территории Болгарии в этих направлениях именно с тепловых станций, работающих на угле с разреза Трояново, экономически нецелесообразны и неэффективны [3]. Одна из трех тепловых станций, находящаяся в 1,4 км на север от п. Медникарово, вырабатывает электроэнергию для поставки на территорию Турецкой Республики. От станции отходят две линии ВЛ-500 в южном направлении, в сторону турецкой границы через погранпереходы в точках с координатами 41° 44' 10.99" с. и 26° 19' 44.90" в., 41° 44' 10.79" с. и 26° 19' 44.89" в. Протяженность линии от станции до границы составляет 60 км. От точки ввода линий электропередачи на территорию Турции расстояние до западного берега пролива Босфор составляет 238 км,

поэтому территориальный сектор Турецкой Республики, расположенный западнее от пролива, электрифицирован с использованием энергии, вырабатываемой в Болгарии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в странах Восточной Европы (страны из бывшего СЭВ) производится масштабная добыча бурого угля открытым способом и выработка на основе его сжигания электрической энергии. Страны с угольной генерацией имеют возможность реализовывать излишки произведенной электроэнергии в соседних государствах с развитой и развивающейся экономикой. По информации, полученной с космических снимков, находящихся в свободном доступе, выявлены внешнеэкономические связи на Восточноевропейском рынке электроэнергии между Республиками Польша, Чехия и Федеративной Республикой Германия, а также между Республикой Болгария и Турецкой Республикой.

## Список литературы

1. Зеньков И.В. Организация и экономика горного производства на угольных разрезах в странах Восточной Европы // Уголь. 2017. № 4. С. 70-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-70-71. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/04017.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).
2. Remote monitoring of ecological state of disturbed lands in the area of Trojanovo open pit coal mine in Bulgaria / I.V. Zenkov, Yu.P. Yuronen, B.N. Nefedov et al. // Eurasian mining. 2017. № 1. P. 38-41.
3. Самый подробный глобус / Google Планета Земля. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.10.2020).

## Original Paper

UDC 622.332(4):622.271:550.814 © I.V. Zenkov, 2020  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2020, № 11, pp. 71-73  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-11-71-73>

## Title

**FOREIGN ECONOMIC COOPERATION OF COUNTRIES WITH COAL POWER GENERATION ON THE ELECTRICAL ENERGY MARKET IN EASTERN EUROPE**

## Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

<sup>2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>3</sup> Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

## Authors' Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
e-mail: [zenkoviv@mail.ru](mailto:zenkoviv@mail.ru)

## Abstract

The paper presents results of studying the locations of the fuel and energy facilities in Eastern European countries producing brown coal by open pit mining. Volumes of electrical energy generated by thermal power plants make it possible to sell its excess on the Eastern European electricity market.

## Keywords

Eastern European countries, Open-pit coal mines, Thermal power plants, Foreign economic cooperation, Earth remote sensing, Coal generation, Electricity market.

## References

1. Zenkov I.V. Mining organization and economics in the open-pit coal mines of the Eastern Europe countries. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 4,

pp. 70-71/ (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-70-71. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/04017.pdf> (accessed 15.10.2020).

2. Zenkov I.V., Yuronen Yu.P., Nefedov B.N. et al. Remote monitoring of ecological state of disturbed lands in the area of Trojanovo open pit coal mine in Bulgaria. *Eurasian mining*, 2017, No. 1, pp. 38-41.

3. Google Earth. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.10.2020).

## For citation

Zenkov I.V. Foreign economic cooperation of countries with coal power generation on the electrical energy market in Eastern Europe. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2020, No. 11, pp. 71-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-71-73.

## Paper info

Received July 13, 2020

Reviewed August 16, 2020

Accepted October 9, 2020

## ABROAD



## СУЭК оснастила все свои предприятия в Хакасии тепловизорами

*Для автоматической термометрии сотрудников и посетителей на всех предприятиях Сибирской угольной энергетической компании (основной акционер Андрей Мельниченко) в Республике Хакасия смонтированы тепловизионные комплексы.*

Оборудование тепловизионных комплексов позволяет в целях профилактики распространения респираторно-вирусных инфекций в автоматическом режиме выявлять людей с повышенной температурой тела. Обнаружив такого человека, система фиксирует его на фото и моментально информирует ответственного за входной контроль сотрудника.

«Первый опыт применения новой автоматической системы термометрии показал, что с существенным сокращением трудозатрат и времени мы можем с абсолютной точностью выявлять признаки ОРВИ у всех сотрудников и посетителей, – говорит и.о. генерального директора ООО «СУЭК-Хакасия» **Владимир Азев**. – При необходимости помощь человеку с повышенной температурой оказывает специалист медицинской службы «СУЭК-Хакасия», в обязательном порядке рекомендуем обратиться для диагностики и лечения в учреждения здравоохранения. В условиях увеличения числа жителей Хакасии, заразивших-



**СУЭК**  
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

*ся коронавирусной инфекцией, применение тепловизоров, наряду с сохранением комплекса противоэпидемических мер, действующих на наших предприятиях с марта 2020 г., позволит нам и в дальнейшем эффективно заботиться о сохранении здоровья сотрудников, членов их семей и посетителей предприятий».*

Общая численность работников предприятий СУЭК в Республике Хакасия превышает 3000 человек. Их труд – это добыча порядка 13 млн т угля (результат 2019 г.) и 1,8 млрд руб. налогов и иных платежей в бюджеты всех уровней (2019 г.). 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». Волонтеры-угольщики безвозмездно доставляли продукты нуждающимся черногорцам, всего было доставлено около 200 продуктовых наборов, 60 из них – безвозмездно предоставила компания «СУЭК-Хакасия». В Черногорске угольщики СУЭК систематически уже около полугода проводят дезинфекцию улиц и общественных мест.

## Горняки компании «Приморскуголь» ввели в работу новую высокопроизводительную спецтехнику

Компания «Приморскуголь» ввела в эксплуатацию новую технику. В рамках инвестиционной программы АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (основной акционер Андрей Мельниченко) для приморских угольщиков приобретены автокран Tadano GR-500EX и бульдозер Liebherr PR 764. Спецтехника начала работу в разрезе управления «Новошахтинское».

Как отметил директор РУ «Новошахтинское» **Андрей Дьяконов**, новая техника будет способствовать более производительной, безопасной и качественной работе горняков: *«Благодаря АО «СУЭК» сегодня на нашем разрезе работает высокопроизводительная современная техника. Автокран и бульдозер, общей стоимостью более 70 млн руб., закуплены в рамках инвестпрограммы 2020 года».*

Андрей Дьяконов отметил, что новая техника ввиду своей надежности имеет высокий коэффициент использования. Автокран Tadano GR-500EX грузоподъемностью 50 т позволяет безопасно, быстро и эффективно выполнять ремонтные работы горнотранспортного оборудования в условиях разреза, ремонтных участков.

Бульдозер Liebherr PR 764 работает в автомобильно-экскаваторных комплексах по перевозке вскрыши. Основная функция спецтехники – прием и перемещение грунта на отвале, а также планировка отвала. Работа бульдозера осуществляется в круглосуточном режиме. Четыре оператора, которым доверена новая техника, прошли дополнительное обучение с привлечением специализированной организации.

Отметим, что в 2020 г. Сибирская угольная энергетическая компания инвестировала в ООО «Приморскуголь» средства в размере порядка 400 млн руб. В 2021 г. в рамках инвестиционной программы СУЭК также планирует мероприятия, направленные на обновление техники и увеличение производственной мощности приморского предприятия.



## АО «УК «Кузбассразрезуголь» запустило второй российский экскаватор модернизированной серии

На Кедровском угольном разрезе АО «УК «Кузбассразрезуголь» (предприятие сырьевого комплекса УГМК) в августе 2020 г. введен в эксплуатацию новый отечественный экскаватор ЭКГ-18М. Это вторая машина модернизированной серии производства ПАО «Уралмашзавод» (УЗТМ). Первый в России экскаватор ЭКГ-18М, которому присвоен №300 в честь предстоящего 300-летия открытия Кузбасса, был торжественно запущен в работу 19 мая 2020 г. на Бачатском разрезе.

При создании модернизированной модели экскаватора был учтен девятилетний опыт эксплуатации в АО «УК «Кузбассразрезуголь» предыдущей серии машины ЭКГ-18, сегодня в компании работают десять таких экскаваторов.

Качественные изменения, направленные на повышение надежности, ресурса машины и безопасности работ, коснулись большинства основных узлов, конструкций и систем. В Экскаваторе ЭКГ-18М модернизированы механизм открывания днища ковша, конструктив стрелы и ходовой тележки, повышена герметичность кузова, созданы более комфортные условия для машиниста, установлены многокамерная система видеонаблюдения, информационно-



диагностическая система, комбинированная автоматическая система пожаротушения кузбасского производства.

Второй ЭКГ-18М доверили бригаде Андрея Егорова, который по итогам конкурса профессионального мастерства - 2020 был признан в АО «УК «Кузбассразрезуголь» лучшим машинистом экскаватора с вместимостью ковша до 18 куб. м. До конца 2020 года угольная компания планирует ввести в эксплуатацию еще три экскаватора ЭКГ-18М: два на Бачатском и один на Калтанском угольном разрезе.

## Новый перегон на Бачатском угольном разрезе сдан в эксплуатацию



На Бачатском угольном разрезе (филиал АО «УК «Кузбассразрезуголь», предприятие сырьевого комплекса УГМК), в рамках реализации проекта развития 2-й очереди предприятия в конце сентября 2020 г. введен в эксплуатацию обводной железнодорожный путь между станциями Технологическая и Семенушкино. На его строительство компания направила более 480 млн руб.

Новый соединительный путь между двумя станциями был проложен для замены старого, который препятствовал развитию горных работ по восточному борту северной части Бачатского разреза. Его ввод позволил предприятию более оперативно решать вопросы погрузки угля.

Новая железнодорожная магистраль также используется для обеспечения стабильного функционирования железнодорожной инфраструктуры филиала - пропуска путеремонтной техники и локомотивов для выполнения необходимых ремонтных работ или технического обслуживания.

Длина обводного соединительного пути составляет более 14 км. При его строительстве были уложены 4 стрелочных перевода, реконструирована компрессорная на ст. Семенушкино, проведены межстанционная связь и освещение, установлено оборудование пневмообдува на стрелочных переводах и выполнен монтаж систем дистанционного управления стрелками и сигналами.

## АО «Черногорский РМЗ» освоило термообработку крупногабаритных деталей для шагающих экскаваторов

**В третьем квартале 2020 г. АО «Черногорский ремонтно-механический завод», который входит в состав Сибирской угольной энергетической компании (основной акционер Андрей Мельниченко), впервые приступил к термообработке на собственном оборудовании крупногабаритных деталей для шагающих экскаваторов ЭШ-20/90 и ЭШ-10/70.**

Новые возможности перед «Черногорским РМЗ» открыла реализация инвестиционного проекта по реконструкции термического участка. В ходе реконструкции реализован комплекс мер, направленных на пожаробезопасность производственного процесса, проведено обучение персонала по программе безопасного и эффективного использования оборудования. В производственном помещении термического участка смонтированы две печи, две закалочных ванны и одна промывочная ванна. Комплекс нового оборудования позволяет производить термическую обработку (закалку) деталей размером до диаметра 1200 мм и длиной 2000 мм. Для перемещения крупногабаритных деталей в цехе смонтирована кран-балка грузоподъемностью 5 т.



«В полной мере возможности термического участка мы используем в настоящее время в связи с ремонтом экскаваторов предприятий СУЭК в Хакасии, в частности разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия», – рассказывает директор

АО «Черногорский РМЗ» Игорь Сухарьков. – Производим термическую обработку втулок, пальцев, болтов на экскаватор ЭШ-20/90. Производим термообработку пальцев гидроцилиндров, втулок на гидравлические экскаваторы, пальцев тяговой проушины на экскаваторы ЭШ-10/70. Кроме того, «Черногорский РМЗ» в ходе ремонта экскаваторов РС-4000, РС-3000, РС-1250, РС-2000 выполняет работы по термообработке осей, втулок, пальцев, шестерен и т.д.»

Завод, основанный в 1927 г., ориентирован, прежде всего, на оказание услуг крупным промышленным предприятиям. Инвестиции позволяют «Черногорскому РМЗ» постоянно расширять перечень производимой продукции и оказываемых услуг. Объем выручки завода за семь лет увеличился в 14 раз. Численность сотрудников за эти годы возросла почти в 3,5 раза – со 150 человек в 2013 г. до 506 человек в 2019 г; объем инвестиций за 8 лет в развитие производства составил почти 700 млн руб.

## Горняки шахты «Усковская» Распадской угольной компании добыли 2 млн тонн угля с начала года

В начале октября 2020 г. горняки шахты «Усковская» первыми в Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗа) выдали на-гора 2 млн т из одного очистного забоя. Высоких производственных показателей добился участок по добыче угля №5 (начальник Ярослав Ерченко, бригадир Никита Горюнов). На добычу второго миллиона у них ушло 4 месяца.

Шахтеров, с соблюдением мер предосторожности против COVID-19, поздравили руководители компании и коллеги по шахте. Начальник участка Ярослав Ерченко передал символический камень угля с надписью «2 000 000» руководителям РУК. Медалями за «Трудовую доблесть» отметили пять звеньевых бригады.

Сейчас шахтеры завершают отработку угольного пласта 50. В ноябре коллектив перейдет на новый перспективный пласт 48. Балансовые запасы участка составляют 167 млн т. Запасов ценного коксующегося угля марки ГЖ хватит на 25 лет работы шахты.

На торжестве отдельно отметили проходчиков предприятия, которые в срок оконтурили монтажную камеру будущей лавы 48-08. В честь этого события директор шахты «Усковская» Алексей Волков передал шахтерам символический ключ от 48-го пласта. Первая лава 48-08 будет полностью оснащена новым очистным оборудованием.

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

## На разрезе «Красногорский» добыли 280 млн тонн угля

*Разрез «Красногорский» компании «Южный Кузбасс» (входит в Группу «Мечел») в сентябре 2020 г. добыл 280-миллионную тонну угля с момента сдачи предприятия в эксплуатацию. Значителен и показатель проведенных вскрышных работ за время существования разреза – порядка 1,1 млрд куб. м переработанной горной массы.*

Разрез «Красногорский» вступил в строй 31 декабря 1954 г. Первый миллион тонн угля здесь добыли уже в 1956 г. С 1984 г. все горные работы на предприятии механизированы: здесь испытывали и внедряли лучшие образцы отечественной горнотранспортной техники – самые мощные в Кузбассе экскаваторы и буровые станки. Именно на разрезе «Красногорский» впервые была внедрена практика проведения плано-предупредительных ремонтов, которая позже распространилась по всему СССР.



**Южный Кузбасс**

В 1988 г. красногорцы добыли рекордный объем угля – 7 млн т, а в августе 2019 г. – 275-миллионную тонну с запуска предприятия.

Здесь применяется комбинированная система разработки угольного месторождения: используются и большегрузные самосвалы, и шагающие экска-

ваторы для бестранспортного ведения вскрышных работ.

В 2019 г. в рамках реализации инвестиционной программы специалисты разреза «Красногорский» провели масштабные ремонты на целом ряде экскаваторов, бульдозеров и буровых станков. С возвращением в технологический процесс этой техники предприятие значительно нарастило свои производственные показатели.

*«Добыча 280 миллионов тонн угля – значимая веха в истории разреза «Красногорский» и «Южного Кузбасса» в целом. Чтобы достигнуть этого производственно-го рубежа, горнякам понадобилось почти 66 лет. За этой цифрой стоит труд ветеранов предприятия, наладивших производственный процесс, и тех, кто добросовестно трудится сейчас. Запасы разреза в настоящее время составляют порядка 175 миллионов тонн угля, есть все возможности достичь отметки 300 миллионов тонн добычи в ближайшем будущем», – говорит управляющий директор ПАО «Южный Кузбасс» Игорь Ритиков.*





## Сервисное предприятие СУЭК усовершенствовало соединительную коробку для подключения горных машин



**ООО «Назаровское горно-монтажное наладочное управление» (ГМНУ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК, основной акционер Андрей Мельниченко) в Красноярском крае усовершенствовало конструкцию соединительной коробки КС-10(6)-630.**



*вели в течение трех месяцев, и, наконец, получен патент на выпуск данной продукции в Федеральной службе по интеллектуальной собственности», – отметил директор ООО «Назаровское ГМНУ» Анатолий Зельский.*

Кроме того, как подчеркнул Анатолий Зельский, усовершенствованная соединительная коробка отличается

электрооборудование представляет собой конструкцию в металлическом корпусе, внутри которой осуществляется соединение кабелей напряжением до 10(6) кВ, применяемых для электропитания экскаваторов.

Ранее Назаровское ГМНУ выпускало стандартную комплектацию коробки. Новая версия усовершенствована с учетом потребностей горняков. Так, конструкцию «усилили» световыми неоновыми лампами, указывающими на наличие высоковольтного напряжения. Кроме того, появился отсек для хранения средств индивидуальной защиты и информационных плакатов, а также добавлены уздечки для крепления кабеля при транспортировке коробки.

*«Все новшества направлены в первую очередь на повышение безопасности эксплуатации данного устройства: персонал получил дополнительную защиту при работе с высоковольтным напряжением. Помимо этого, новая комплектация несколько упростит использование коробки, что также немаловажно. Работу по усовершенствованию конструкции наши специалисты*

повышенной надежностью: срок ее службы может достигать 10-12 лет, при этом она может эксплуатироваться при температурах от -50 до +50°C, что значительно расширяет географию ее использования. Несмотря на новизну изделия, оно уже используется на угледобывающих предприятиях СУЭК: назаровские специалисты изготовили 10 ед. новой комплектации, устройство эксплуатируется в том числе на Тугнуйском разрезе в Бурятии и Харанорском разрезе в Забайкалье.

Для Назаровского ГМНУ это не первый опыт технической модернизации горношахтного оборудования. В текущем году специалисты этого сервисного предприятия изготовили ковш повышенной вместимости и износостойкости для экскаваторов марки ЭКГ-10. Сейчас предприятие готовится к проектированию новой модификации ковша вместимостью 22,3 куб. м. Выпуск облегченных ковшей повышенной вместимости для экскаваторов ЭШ-10/70 также освоен на Бородинском ремонтно-механическом заводе, машиностроительном и ремонтном подразделении СУЭК в г. Бородино Красноярского края.

## В АО «ММТП» обновляется парк специальной техники

В Мурманском морском торговом порту (АО «ММТП») реализуется программа технической модернизации: на предприятии появились сразу две новые единицы специальной техники. На вооружение градообразующего предприятия поступили современные мобильные перегрузочные комплексы GIPOREC R130 С.

Данная техника используется в АО «ММТП» при грузовых операциях на складской площадке предприятия. Комплекс оснащен удлиненной конвейерной лентой и способен пропускать до 450 т/ч груза. По словам специалистов АО «ММТП», машины GIPOREC уже давно хорошо зарекомендовали себя и на протяжении долгого времени обеспечивают стабильность технологических операций.

В настоящий момент обе единицы GIPOREC R130 С готовятся к вводу в эксплуатацию. Специалисты дополнительно оснащают новую технику современной системой пожаротушения и системой орошения. В ближайшее время будут дополнительно установлены системы электрогидроприводов, которые позволят снизить потребление топлива до необходимого миниму-



ма, сократить выбросы выхлопных газов, при этом полностью сохранить мощность установки.

Отметим, что благодаря регулярному обслуживанию, обновлению оборудования и парка специальной техники, а также, четкой и слаженной работе всего коллектива Мурманского морского торгового порта предприятие сохраняет и поддерживает перевалку запланированных объемов грузов.



## Три производственных рекорда установили портовики АО «ММТП»

*Сразу три производственных рекорда в начале октября 2020 г. было установлено в Мурманском морском торговом порту (АО «ММТП»).*

Так, 3 октября 2020 г. на причале № 14 грузового района № 2 за одну смену на борт судна JEWEL портовикам удалось погрузить 25 308 т угля. Уже на следующий день, 4 октября был достигнут суточный рекорд – на борт того

же судна было погружено 45 308 т угля. Сотрудники второй бригады третьего звена справились со своей задачей на отлично, действовали оперативно и слаженно. Третье достижение портовиков – максимальная среднесуточная интенсивность погрузки угля на судно в объеме 37 077 т.

Генеральный директор АО «ММТП» **Алексей Рыкованов** поздравил всех членов коллектива: *«За каждым рекордом стоят, прежде всего, люди. Я говорю о сотрудниках Мурманского морского торгового порта, которые ежедневно добросовестно выполняют свою работу! В текущем году было установлено много рекордов. И это с учетом того, что обстановка в мире оставалась напряженной. А значит, портовики могут справиться с любыми трудностями, действуя слаженно, настоящей командой!».*

Судно JEWEL уже покинуло причалы Мурманского порта. Сейчас Capesize направляется в порт Icdas, который расположен в Турции. Длина балкера составляет 292 м, а ширина – 45 м. Напомним, что это уже четырнадцатый балкер типа Capesize, обработанный в порту за текущий год.



## Проект экологической диспетчерской ММТП стал лауреатом международного конкурса разработок для Арктики

6 октября 2020 г. в Санкт-Петербурге состоялось награждение лауреатов Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2020 года. Мероприятие прошло в рамках пленарного заседания Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа *Offshore Marintec Russia 2020*. Одним из лауреатов стало АО «Мурманский морской торговый порт» (АО «ММТП»).

Авторский коллектив порта представил на суд жюри проект Экологической диспетчерской АО «Мурманский морской торговый порт» (автоматизированная информационная система производственного экологического контроля (АИС ПЭК АО «ММТП»)).

Дипломы за подписью Министра энергетики Российской Федерации А.В. Новака вручены заместителю директора по логистике – директору по управлению портовыми активами АО «СУЭК» Александру Масько, техническому директору АО «ММТП» Евгению Гуляеву, главному экологу АО «СУЭК» Елене Севостьяновой, начальнику службы информационных технологий, связи и автоматизации АО «ММТП» Вячеславу Дайнеко и ведущему инженеру по охране окружающей среды службы экологической безопасности АО «ММТП» Ирине Ковалевой.

«В нашей компании вопросам экологии всегда уделяют большое внимание. И данная награда – подтверждение тому, что мы движемся в правильном направлении. Согласно проекту в Мурманском морском торговом порту разработан, смонтирован и запущен в работу аппаратно-программный комплекс, позволяющий строить прогноз распространения взвешенных веществ в атмосферном воздухе на основе действующих нормативных документов. Экологическая диспетчерская вобрала в себя как самые перспективные наработки в области компьютерных решений и автоматизации с элементами прогнозирования ситуации, так и возможность кон-



троля и корректировки действий системы в режиме онлайн в зависимости от рабочей ситуации», – отметил директор по управлению портовыми активами АО «СУЭК» **Александр Масько**.

Таким образом, задействован целый набор датчиков: контроля по пыли, контроля шума, метеопост, газоанализатор, пост контроля уровня моря и мобильные влагомеры. Помимо этого, в задачу «экологической диспетчерской» входит непрерывный мониторинг экологической ситуации на производственной площадке и на границе санитарно-защитной зоны с помощью нескольких десятков видеокамер. Проект по достоинству оценили члены комиссии, в состав которой вошли лауреат Международной премии «Глобальная энергия», академик РАН Алексей Конторович и заместитель министра энергетики Российской Федерации Павел Сорокин.

Конкурс проводится с 2014 г. и поддерживается Правительством Российской Федерации и Министерством энергетики Российской Федерации. Его цель – найти талантливых людей, поддержать инновационные проекты, раскрыть творческий потенциал участников, внедрить в производство разработки ученых и изобретателей, а также повысить качество подготовки специалистов и создать кадровый резерв.



## АО «ММТП» прошло очередной инспекционный контроль на соответствие требованиям международного экологического стандарта

*Мурманский морской торговый порт (АО «ММТП») прошел инспекционный контроль на соответствие требованиям стандарта ISO 14001:2015 по системе экологического менеджмента (СЭМ). Уже второй год подряд градообразующее предприятие подтверждает право на обладание международным экологическим сертификатом.*

На протяжении недели представители Ассоциации по сертификации «Русский регистр» проводили ежегодный плановый аудит подразделений, связанных с областью экологического менеджмента. Оценке подлежали такие направления деятельности АО «ММТП», как погрузка морских судов, техническое обслуживание и ремонт портовой перегрузочной техники, содержание территории и помещений, строительство, реконструкция, ремонт объектов портовой инфраструктуры и другие. Обязательным этапом была проверка соответствия документации системы менеджмента предприятия требованиям системы экологического менеджмента (СЭМ). С момента проведения предыдущего инспекционного аудита системы экологического менеджмента в АО «ММТП» в сентябре 2019 г. экспертами Ассоциации по сертификации «Русский регистр» отмечены существенные положительные результаты в отношении реализации масштабной экологической программы, разработанной и успешно реализуемой в АО «ММТП».

*«Несмотря на все трудности в 2020 году, связанные с конъюнктурой на мировых рынках, эпидемией коронавирусной инфекции, руководство и персонал АО «ММТП» про-*



*должают совершенствовать производственные процессы с точки зрения минимизации воздействия на окружающую среду, основываясь на лучших мировых практиках, а по некоторым направлениям и превосходя их», – отметил **Сергей***

**Соловьев**, представитель Ассоциации по сертификации «Русский регистр».

Напомним, что в 2018 г. АО «ММТП» впервые получило международный сертификат ISO 14001:2015, подтвердив соответствие своей деятельности международной системе экологического менеджмента. Согласно правилам, в последующие периоды организация должна ежегодно проходить инспекционный контроль. Это позволяет убедиться в том, что компания – держатель сертификата не только соответствует требованиям стандарта, но и находится в процессе постоянных улучшений. Такие проверки были успешно пройдены АО «ММТП» в 2019 и 2020 гг.

В январе 2020 г. по итогам оценки хозяйственной деятельности, проведенной специалистами Международного экологического фонда «Чистые моря», Мурманский морской торговый порт получил Платиновый сертификат соответствия экологическому стандарту «Чистый порт». В свою очередь, Ассоциация морских торговых портов отметила работу АО «ММТП» в сфере экологии. По итогам проводимого ею ежегодного конкурса среди стивидорных компаний страны АО «ММТП» стало победителем в номинации «Лучшее экологическое предприятие» и лауреатом в номинации «Лучшая стивидорная компания».





# China Coal & Mining Expo 2021

China's 19th International Technology Exchange & Equipment Exhibition on Coal & Mining

Date: **26-29** October, 2021

Venue: New China International Exhibition Center (NCIEC)  
Beijing, China

**Host:**

China National Coal Association

**Co-host:**

China National Coal Group Corp.

**Organizers:**

Together Expo Limited  
China Coal Consultant International



**Worldwide Enquiries:  
Together Expo Limited**

Hong Kong Head Office:  
Room A, 16/F, Eastern Commercial Centre,  
83 Nam On Street, Shau Kei Wan, Hong Kong  
Tel : +852 2881 5889  
Fax : +852 2890 2657  
Email : info@together-expo.com  
marjorie@together-expo.com  
katherinelee@together-expo.com

Beijing Office:  
Room 12A11, Building A, Kunsha Center, 16 Xinyuanli,  
Chaoyang District, Beijing 100027, P.R. China  
Tel : +86 10 8451 0286 / 8451 0267  
Fax : +86 10 8451 0263  
Email : info@together-expo.com.cn  
zoeyin@together-expo.com.cn  
merryin@together-expo.com.cn



Like and follow  
our facebook page

[www.chinaminingcoal.com](http://www.chinaminingcoal.com)

## Новый рекорд погрузки угля на судно за одну смену установлен в АО «Дальтрансуголь»

**Производственное достижение принадлежит ночной смене бригады № 3 под руководством старшего диспетчера Олега Кушпиля.**

Силами бригады № 3 на судно «Xin Fu Hai», назначением которого является один из портов Южной Кореи, было погружено 73 000 т угля – этот объем стал максимальным за одну рабочую смену за всю историю работы терминала. Достижение высокого результата стало возможным благодаря старшему



стивидору Александру Кошелеву, бригадиру Дмитрию Кравченко, стакеристам Степану Жарникову, Денису Чернову, Денису Рахматуллаеву, операторам погрузочных машин Валентину Попову и Сергею Напрудникову.

*«Погрузка – один из ключевых показателей, который наглядно демонстрирует устойчивую динамику роста грузооборота на терминале, но все показатели улучшаются благодаря ответственным и добросовестным сотрудникам, для которых важна не только материальная сторона в работе, но и возможность самореализации, чувство личного участия в достижении общего результата. Я хочу поблагодарить руководителей всех уровней, которые смогли найти и применить нужные инструменты управления и мотивации. То, что коллектив успешно выполняет задачи, говорит о правильности выбранной стратегии в работе с людьми. Ее мы и будем придерживаться в достижении новых рекордов, несомненно, они еще будут», –* сказал генеральный директор АО «Дальтрансуголь» **Владимир Долгополов**.

Современный этап жизни порта можно охарактеризовать как стремительный взлет – рекорды стали неотъемлемой частью производственного процесса.



## Резидент СПВ Дальтрансуголь развивается и ставит новые рекорды

**В сентябре 2020 г. АО «Дальтрансуголь» достигло нового рекорда погрузки. За месяц на флот погружено 2 401 447 т угля, что на 62 265,3 т больше предыдущего майского рекорда.**

*«Любой рекорд – это заслуга команды, знающей, как, соблюдая промышленную и экологическую безопасность, проводить работы на высоком уровне мастерства. А когда рекорды становятся регулярными – это знак качества. Можно с уверенностью сказать, что за эти годы АО «Дальтрансуголь» прошло достойный путь от своего «рождения» до почетного места одного из ведущих предприятий транспортной отрасли Хабаровского края, об этом наглядно свидетельствует положительная динамика грузооборота. В этих победах огромную роль сыграли люди – руководящее звено, труженики производства, настоящие мастера своего дела. Достигнутые коллективом АО «Дальтрансуголь» успехи – результат опыта, профессионализма, самоотверженного труда и умелой организаторской*

*работы», –* сказал директор АО «Дальтрансуголь» **Владимир Долгополов**.

Напомним, что АО «Дальтрансуголь» (входит в состав СУЭК) получило статус резидента свободного порта Владивосток (СПВ) в рамках реализации нового проекта по увеличению мощности закрытого специализированного терминала по перевалке угля до 40 млн т в год. Соглашение о его реализации в условиях режима СПВ в сентябре этого года подписали генеральный директор АО «Дальтрансуголь» Владимир Долгополов и генеральный директор АО «КРДВ» Дмитрий Тетенькин на площадке предприятия в п. Токи Ванинского района Хабаровского края.

Проект расширения мощности терминала до 40 млн т планируется реализовать до 2024 г. Планируемый объем инвестиций в режиме СПВ – около 12 млрд руб. При реализации проекта будет создано 79 новых рабочих мест.

Заместитель генерального директора – директор по логистике АО «СУЭК» Денис Илатовский подчеркнул:

«При запуске терминала 15 лет назад мы ориентировались на перевалку 12 млн т в год, а с развитием подходов к порту Ванино в предыдущие годы и строительством ОАО «РЖД» нового Кузнецовского тоннеля в декабре 2012 г. расширили мощность до 24 млн т и теперь планируем дальнейшее расширение до 40 млн т. Безусловно, это результат нашего тесного и продуктивного взаимодействия с РЖД. Мы видим, как на Восточном полигоне меняются технологии, внедряются самые передовые решения и инновационные технические средства, применяются новые административные и управленческие подходы, ускоренно развивается тяжеловесное движение. Из последних достижений Дальневосточной железной дороги хочется отметить ежесуточное гарантированное обеспечение подвода до семи тяжеловесных поездов весом 7100 т на станцию Токи под выгрузку на наш терминал. Если еще в начале года это казалось фантастикой, то поставка современных мощных тепловозов в депо «Комсомольск» позволяет каждый месяц увеличивать число таких поездов и обновлять рекорды. Сегодня мы загрузили терминал почти на 100% мощности, и его дальнейшее развитие будет синхронизировано с программой развития пропускной способности БАМа и Транссиба на период до 2024 г. Можно быть уверенным, что резерв пропускной способности, который будет появляться при строительстве участков на подходе к Ванино, будет заполняться грузом и инфраструктура РЖД не будет простаивать».

По словам **Дениса Илатовского**, уже сейчас компания прикладывает все усилия, чтобы обеспечить растущий объем перевозки угля. Сегодняшний рекорд это подтверждает. «По эффективности и экологичности Дальтрансуголь – один из лидеров среди специализированных портов. Мы ориентируем наших работников на работу в конкурентных условиях и стимулируем дух соревнования. Персонал при этом настроен на строгое соблюдение норм безопасности», – подчеркнул он.

«Режим свободного порта Владивосток предоставляет инвесторам уникальные возможности по реализации своих проектов за счет налоговых льгот и административных преференций при существенной поддержке со стороны государства. Сопровождение инвестпроектов со стороны управляющей компании и постоянно расширяющийся перечень сервисов и услуг формируют комфортную среду ведения предпринимательской деятельности. На сегодняшний день по соглашениям с КРДВ работают более 2 тыс. резидентов СПВ с обязательствами вложить более 1 трлн руб. инвестиций и создать почти 100 тыс. рабочих мест», – сказал генеральный директор АО «Корпорация развития Дальнего Востока» **Дмитрий Тетенькин**.

Терминал АО «Дальтрансуголь» расположен на территории Ванинского района в Хабаровском крае, постро-

ен для перевалки угля СУЭК потребителям в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Это один из самых современных угольных портов в России, соответствующий лучшим мировым стандартам эффективности и экологичности. Развивать производство, при этом заботясь о природе – чистоте воздуха и морской воды – одни из приоритетных задач экологической службы АО «Дальтрансуголь». В 2018 г. делегация из японского исследовательского института Номура и компании Idemitsu провела экологическую экспертизу угольного терминала АО «Дальтрансуголь». В рамках аудита ученые собрали объективные данные о состоянии оборудования портов и применяемых технологиях перевалки сыпучих грузов. Эксперты пришли к выводу, что на предприятиях применяются все доступные технологии и решения, которые позволяют эффективно обрабатывать и отправлять на экспорт уголь в сложных климатических условиях с минимальным влиянием на окружающую среду. В планах – проведение экологического аудита во всей портовой зоне. По словам главного эколога блока логистики АО «СУЭК» **Елены Севостьяновой**, аудиты такого рода – это необходимость. «Четкое понимание ситуации, тщательное изучение работы угольных терминалов по международным стандартам задают самые высокие требования к качеству нашей работы. И это объективная оценка применяемых нами технологий», – говорит она.

Помимо развития терминала, СУЭК как социально ответственная компания обеспечивает развитие Ванинского района в части социальных программ, финансирует как многолетние проекты, такие как строительство парка отдыха, проект «сад – школа – вуз – предприятие», проекты благоустройства жилых и общественных территорий, так и разовые проекты по ремонту и оснащению спортивных объектов, дошкольных и школьных учреждений, оказывает помощь населению и социальным службам района.



## Команда компании «СУЭК-Кузбасс» стала победителем «Горной школы 2020»

*Команда «Лига Выдающихся Горняков», представляющая АО «СУЭК-Кузбасс», признана победителем Всероссийского молодежного научно-практического форума «Горная школа 2020».*



*были собраны молодые специалисты разного профиля, разных предприятий. Это позволило взглянуть на задачу шире, более комплексно, учесть различные тонкости. Ну и способы решения кейса другими командами тоже были интересны. В любом случае это новый опыт, расширение собственного профессионального кругозора».*

Всего участниками уже девятой «Горной школы» стали шесть команд, представляющих региональные угледобывающие подразделения Сибирской угольной энергетической компании. В этом году в связи со сложной эпидемиологической обстановкой трехдневный форум проводился в онлайн-формате. Тем не менее программа форума получилась достаточно насыщенной. Командам нужно было подготовить видеопрезентацию о себе, стать участниками стратегической игры-симулятора «Горнодобывающая компания», проявить себя в интеллектуальной викторине «Что? Где? Когда?», поделиться мнениями в интерактивных дискуссиях, посвященных будущему горной отрасли. Но, главное, конечно, обосновать и защитить свое решение инженерного кейса. В этом году он был посвящен внедрению интеллектуальной системы автоматизации подземных горных работ.

«Для меня тема предложенного кейса оказалась близкой и интересной, – говорит заведующий горными работами предприятия «Спецналадка» АО «СУЭК-Кузбасс» **Константин Колесников**. – Сейчас угледобывающее производство развивается по пути так называемых безлюдных технологий выемки угля. В «Горной школе» появилась возможность поразмышлять об этом, предложить свое видение. Хорошо, что в нашей команде при ее формировании

О необходимости такого опыта говорила на «Горной школе» и заместитель генерального директора – директор по персоналу и организационному развитию АО «СУЭК» **Наталья Ямщикова**: «Когда вы вернетесь на свои рабочие места, то внимательно осмыслите и посмотрите – в решении каких задач, проектов можно эффективно использовать полученные в рамках «Горной школы» знания. Нужно, чтобы ваш потенциал обязательно приобретал свое дальнейшее развитие».

В качестве награды команда-победитель «Лига Выдающихся Горняков» получила сертификат на софинансирование обучения по Президентской программе повышения инженерных кадров на 2021 год. Возможность повысить свой профессиональный уровень предоставлена также командам-призерам – «Ургал» (АО «Ургалуголь») и «Регион-24» (АО «СУЭК-Красноярск»).

Отметим, что участником форума стала еще одна команда компании «СУЭК-Кузбасс» – «Кузбасские горняки будущего». В ее состав вошли в основном дебютанты, и для них было очень важно получить опыт работы в таком масштабном форуме. Тем более, что, как объявили организаторы, в 2021 г. местом проведения «Горной школы» станет Кузбасс.

## Красноярские горняки СУЭК вошли в тройку лидеров Всероссийского форума «Горная школа»



*Команда АО «СУЭК-Красноярск» (входит в АО «Сибирская угольная энергетическая компания», основной акционер – Андрей Мельниченко) вошла в тройку лидеров Всероссийского молодежного научно-практического форума «Горная школа-2020».*

«Горная школа» проводится с 2012 г. и является крупнейшим в стране отраслевым образовательным проектом, нацеленным на оценку и развитие личностных и профессиональных компетенций лучших представителей молодежи, формирование кадрового резерва отраслевых компаний и горнодобывающей отрасли. Ежегодно участие в мероприятиях «Горной школы» принимают до 300 молодых специалистов ведущих горнодобывающих компаний страны и студентов профильных вузов.



В текущем году форум с учетом эпидемиологической обстановки прошел в формате онлайн. Его темой стало внедрение на предприятиях цифровых технологий. Перспективы роботизации и автоматизации обсудили около ста молодых специалистов из Красноярского и Хабаровского краев, Кемеровской области, Республик Бурятия и Хакасия. Три дня они решали инженерные кейсы, участвовали в интеллектуальных поединках, общались с учеными, руководителями крупнейших промышленных компаний и сами пробыли себя в качестве директора в деловой игре-симуляторе «Горнодобывающая компания».

*«Это был очень интересный, хоть и непростой опыт, – делится эмоциями представитель команды «Регион-24», помощник машиниста тепловоза Бородинского погрузочно-транспортного управления **Руслан Раньшиков**. – Управление предприятием – очень тонкий процесс: нужно учитывать возможности, решать, что сейчас более актуально и стараться сделать все, чтобы занять лидерские позиции на рынке. Для каждого молодого специалиста важно это понимать, чтобы расти профессионально».*



Включал форум и соревновательную часть: за участие в мероприятиях «Горной школы» командам начислялись баллы, по сумме которых первое место заняла сборная АО «СУЭК-Кузбасс», второе место – у горняков АО «Ургалуголь» из Хабаровского края, почетное третье место – у команды Красноярского края «Регион-24» (АО «СУЭК-Красноярск»). Наградами победителям и призерам стали сертификаты на софинансирование обучения по Президентской программе повышения инженерных кадров.

## Социальный проект СУЭК – лучший в России!

**В подмосковном Завидово в начале октября 2020 г. состоялось объявление итогов ежегодной программы форума «Лучшие социальные проекты России» 2019-2020 гг. В рамках торжественной церемонии награждения АО «СУЭК» было названо победителем программы в номинации «Поддержка одаренных детей и молодежи» за проект «Молодой лидер».**

Проект «Молодой лидер» направлен на вовлечение школьников во «взрослую» созидательную работу по обустройству среды обитания и решению социальных проблем на тех территориях России, где работают предприятия СУЭК. Обучение проектной деятельности проходит по трем блокам: социальный, социально-предпринимательский и исследовательский (изобретательный) проект. Для участников лагеря разработана специальная обучающая программа, включающая семинары, тренинги, деловые игры, мастер-классы. Акцент делается на умение выявить социальную проблему, мешающую достойной жизни в конкретном городе или поселке, а главное – выбор наиболее эффективного подхода к ее решению. Предусмотрены также учебные сессии, проводимые ведущими российскими специалистами-практиками, познавательные экскурсии, спортивно-оздоровительные и досуговые мероприятия. В финале смены – защита проектов. Наиболее популярные темы проектных работ участников – использование современных технологий для повышения качества жизни, всестороннее развитие детей, ре-

шение экологических проблем, безопасность людей, забота о пожилых, развитие благотворительности, благоустройство территорий, полезный досуг.

Участие в лагере дает молодым людям новые знания для выбора жизненного пути и профессионального самоопределения, импульс к развитию лидерских качеств, навыки работы в команде. В 2019 г. «молодыми лидерами» стали 36 учащихся школ, лицеев и профессиональных училищ из семи регионов России от Приморья до Кузбасса.

«Лучшие социальные проекты России» призваны выявить лучшие проекты в сфере благотворительности и меценатства, реализованные на территории нашей страны. Организатор программы – фонд «Социальные проекты». В прошлом году АО «СУЭК» было также признано одним из победителей программы «Лучшие социальные проекты России» – в номинации «Поддержка одаренных детей и молодежи» за проект «Шахматы – шахтерским регионам».

Награду за Лучший социальный проект России также получили такие компании, как ПАО «Сбербанк», АО «Почта Банк», ПАО «ГМК «Норильский никель», ПАО «Газпром», Северсталь, ООО «Телеканал ТВЗ», АО «Телекомпания НТВ», ИД «Аргументы и факты», МИА «Россия Сегодня», ФГБУ «Редакция «Российской газеты», ПАО «МТС», Департамент информационных технологий города Москвы, Департамент труда и социальной защиты населения города Москвы, компания Abbot ООО «Эббот Лэбораториз», MAER GROUP и Благотворительный фонд «Дом Роналда Макдоналда».



## ЛЯХ Бронислав Михайлович

(01.10.1950 – 13.10.2020)

**13 октября 2020 г. после непродолжительной болезни безвременно ушел из жизни руководитель Кузбасского филиала ФГБУ «СОЦУГОЛЬ» Бронислав Михайлович Лях.**

Бронислав Михайлович родился 1 октября 1950 г. в с. Тышевичи Изяславского района Хмельницкой области Украинской ССР. Окончил Лимендское (с 2001 г. Котласское) речное училище в 1975 г. (г. Котлас, Архангельская обл.). В 1968-1984 гг. работал рулевым, штурманом и капитан-механиком на судах Вычегодского судостроительно-судоремонтного завода Минречфлота в г. Сыктывкаре Коми АССР.

В угольной промышленности Б.М. Лях начал трудиться с 1984 г. слесарем механо-сборочных работ на Проккопьевском заводе шахтной автоматики. В 1985-1993 гг. он был горнорабочим, проходчиком шахты «Тырганская» ПО «Гидроуголь» (г. Проккопьевск). В эти же годы он закончил заочно Томский государственный университет им. В.В. Куйбышева, получив специальность экономиста. В 1994-1995 гг. Б.М. Лях работал начальником отдела коммерческо-финансовой дирекции, заместителем директора по хозяйственным вопросам поверхности той же шахты, затем первым заместителем директора, директором по социальным вопросам, кадрам и быту шахты «Тырганская».

В 1995-2001 гг. Бронислав Михайлович работал помощником директора по быту, заместителем директора по хозяйственным вопросам, заместителем директора по социально-кадровым вопросам ОАО шахта «Красный уголек» (г. Проккопьевск). В связи с ликвидацией шахты «Красный уголек» Б.М. Лях в 2001-2002 гг. исполнял обязанности председателя ликвидационной комиссии этой шахты.

С 2002 г. в течение почти 18 лет Бронислав Михайлович трудился на руководящих должностях в Кузбасском филиале ГУ «СОЦУГОЛЬ» (ныне ФГБУ «СОЦУГОЛЬ») – заместителем руководителя филиала (2002-2005 гг.), замести-

телем директора учреждения – руководителем филиала (2005-2020 гг.). На этих постах проявились его незаурядные организаторские способности по ежегодному обеспечению бесплатным (пайковым) углем более 22 тыс. бывших работников ликвидированных в ходе реструктуризации угольной отрасли 117 шахт и разрезов Кузбасса и других регионов Сибирского ФО, а также по дополнительному (негосударственному) пенсионному обеспечению более 25 тыс. работников отрасли, имеющих право на пенсионное обеспечение в соответствии с законодательством РФ.

Бронислав Михайлович обладал не только высоким профессионализмом, но и отличался большой коммуникабельностью, чутко относился к социальным нуждам, запросам шахтеров и членов их семей, а также коллег по работе. Его отличали трудолюбие, порядочность и редкостная скромность.

Б.М. Лях награжден государственными наградами – медалями «В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» и «За спасение утопающего» – за смелость и самоотверженность, проявленные при спасении людей на воде. Трудовая деятельность Бронислава Михайловича отмечена отраслевыми наградами – он полный кавалер знака «Трудовая слава» трех степеней, награжден знаком «Шахтерская слава» III степени.

**Светлая память о замечательном, добром и отзывчивом человеке –**

**Брониславе Михайловиче Ляхе навсегда сохранится в наших сердцах. Друзья и коллеги по работе в угольной промышленности СССР и России, коллектив ФГБУ «СОЦУГОЛЬ», редакционная коллегия и редакция журнала «Уголь» глубоко скорбят по случаю безвременного ухода из жизни Бронислава Михайловича Ляха и выражают глубокие соболезнования его родным и близким.**

## СУЭК присвоен высший антикоррупционный рейтинг

**22 сентября 2020 г. президент Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) Александр Шохин представил на пресс-конференции первый отечественный Рейтинг компаний с эффективной антикоррупционной политикой.**

Для формирования рейтинга экспертами РСПП была определена выборка из 50-ти крупнейших российских компаний, которые были оценены на основе 37 критериев международного стандарта ISO 37001:2016 «Системы менеджмента противодействия коррупции - Требования и рекомендации по применению» и независимой экспертизы Антикрупционной Хартии российского бизнеса (суммарно 182 критерия). По результатам Рейтинговый ко-



митет присвоил рейтинг 23-м компаниям, в полной мере раскрывающим сведения о системе управления предупреждением и противодействием коррупции.

В соответствии с результатами АО «СУЭК» присвоен высший уровень рейтинга А1 – компании с максимально высоким уровнем противодействия коррупции и минимальным уровнем рисков коррупции и, соответственно, минимальным уровнем сопряженной угрозы инвесторам, кредиторам, деловым партнёрам и иным заинтересованным сторонам.

Результаты Рейтинга размещены на сайтах РСПП <http://rspp.ru> и Антикрупционной хартии российского бизнеса <http://against-corruption.ru>.

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](http://www.pgpi.su)





НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

Тел/факс: +7 (383) 212-03-16  
E-mail: info@granch.ru  
http://www.granch.ru



РЕКЛАМА

## Автоматизированная Система безопасности, связи и управления персоналом

# «УМНАЯ ШАХТА»®

цифровая платформа угольной шахты и рудника

### 1 Многофункциональность:

- определение в режиме реального времени местоположения персонала в горных выработках с представлением прецизионных координат;
- контроль маршрутов и скорости передвижения персонала;
- аварийное оповещение персонала с подтверждением о доставке;
- поиск людей, застигнутых аварией, с учетом мест нахождения персонала в горных выработках на момент начала развития аварии;
- контроль за состоянием работника - в движении или неподвижен (контроль ЧП);
- отправка из шахты персонального сигнала о помощи - «Тревожная кнопка»;
- мобильная телефонная связь на основе смартфона со встроенным тепловизором;
- двухсторонняя оперативная связь горный диспетчер - работник;
- контроль работы подземного транспорта - передача на верхний уровень данных о местоположении в динамике и параметрах работы.

### 2 Уникальные свойства:

- оптимальное сочетание беспроводных и кабельных видов связи с широким применением ВОЛС, обеспечивающих передачу информационных потоков под землей с фантастическими скоростями;
- устойчивость к потере сетевого питания за счет укомплектования узлов подземной инфраструктуры связи резервными источниками питания - автономная работоспособность в течение не менее 24 ч;
- повышенная стойкость к силовым воздействиям (механическим и воздушно-динамическим) на узлы подземной инфраструктуры связи, благодаря применению стальных взрывозащищенного исполнения оболочек.

**3 Сканирующий (динамический) газовый контроль** с передачей данных измерений на пульт горного диспетчера (в систему АГК) в режиме реального времени, обеспечиваемый газоанализатором, встроенным в устройство оповещения - головной светильник.

**Внимание! «Умная шахта» наилучшим образом выполняет актуальные требования Федеральных норм и Правил к системам позиционирования и аварийного оповещения - как для угольных шахт, так и для рудников!**